

УДК 624.057.4 (477.51)

*В.А. Іванишин, д.геол.н., професор  
Чернігівський державний інститут економіки і управління  
І.О. Прибитько, к.т.н, доцент  
Чернігівський національний технологічний університет  
М.М. Корзаченко, аспірант  
Київський національний університет будівництва та архітектури  
С.М. Шпилька, провідний інженер-геолог  
Приватне акціонерне товариство «Чернігводпроект»*

### **ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ СТАТИЧНОГО ЗОНДУВАННЯ НА ОБ'ЄКТІ РЕКРЕАЦІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В М. ЧЕРНІГІВ**

*Викладено результати вивчення фізико-механічних властивостей ґрунтів через статичне зондування на об'єкті рекреаційного призначення на півострові між р. Стрижень і р. Десна в м. Чернігів.*

*Ключові слова:* зондування, опір, тертя, паля, щільність.

УДК 624.057.4 (477.51)

*В.А. Іванишин, д.геол.наук, профессор  
Черниговский государственный институт экономики и управления  
И.О. Прыбытко, к.т.н., доцент  
Черниговский национальный технологический университет  
Н.Н. Корзаченко, аспирант  
Киевский национальный университет строительства и архитектуры  
С.Н. Шпилька, ведущий инженер-геолог  
Частное акционерное общество «Черниговводпроект»*

### **ФІЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ НА ОБЪЕКТЕ РЕКРЕАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В Г. ЧЕРНИГОВ**

*Изложены результаты изучения физико-механических свойств грунтов статическим зондированием на объекте рекреационного назначения на полуострове между р. Стрижень и р. Десна в г. Чернигов.*

*Ключевые слова:* зондирование, сопротивление, трение, свая, плотность.

UDC 624.057.4 (477.51)

*V.A. Ivanyshyn, ScD, Professor  
Chernihiv State Institute of Economics and Management  
I.O. Prybytko, PhD, Associate Professor  
Chernihiv National Technological University  
M.M. Korzachenko, post-graduate  
Kiev National University of Construction and Architectures  
S.M. Shpylka, engineer-geologist  
PJSC "ChernihivVodProekt"*

## PHYSICO-MECHANICAL CHARACTERISTIC SOIL ON RESULT OF THE STEADY-STATE FLEXING ON OBJECT REKREATION PURPOSES IN CHERNIGOV

The results of the study physico-mechanical characteristic soil by steady-state flexing on object recreation purposes on peninsula between r. Strizheni and r. Desna in Chernigov are stated.

**Keywords:** flexing, resistance, friction, pile, density.

**Вступ.** У статті викладено матеріали досліджень фізико-механічних властивостей ґрунтів на площі передбачуваного будівництва об'єкта рекреаційного призначення на вул. Береговій між затоном р. Стрижень і затоном № 2 (рис. 1) за результатами статичного зондування, виконаного приватним підприємством «Інженерно-технічна фірма «АИФ» [1].

**Огляд останніх джерел досліджень і публікацій.** Одним з таких джерел є «Заключение об инженерно-геологических изысканиях для рабочего проекта рекреационного назначения по ул. Береговой между затоном р. Стрижень и затоном № 2 (I очередь)» [1].

**Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Звіти про інженерно-геологічні вишукування за цією територією існують в обмеженій кількості, а вільний доступ до них обмежений. Ознайомлення спеціалістів з результатами досліджень можливе завдяки друкуванню таких матеріалів у спеціальних збірниках.

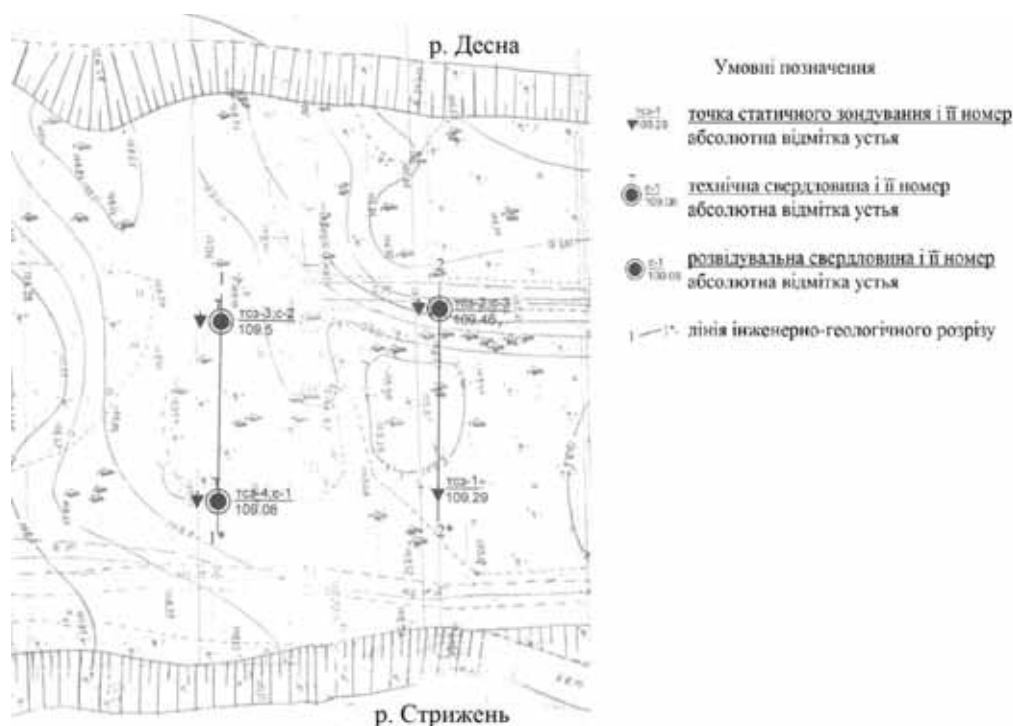


Рис. 1 – Схематичний план розташування виробок

**Метою** статті є ознайомлення відповідних спеціалістів з результатами досліджень фізико-механічних властивостей ґрунтів у природному заляганні на одній з ділянок території м. Чернігів, котрі можуть бути

використані при укладанні у майбутньому інженерно-геологічної карти цієї території.

**Основний матеріал і результати.** Фізико-механічні властивості ґрунтів за умови їх природного залягання визначалися статичним зондуванням (4 точки), а також у лабораторії за зразками, піднятими при бурінні трьох свердловин [1].

За дослідженнями виокремлено чотири шари, яким відповідають 7 інженерно-геологічних елементів: шар I – ІГЕ-1 – насипний ґрунт (tIV); шар II – ІГЕ-2 – супісок пластичний, замулений ( $a_3^2pz$ ); шар III – ІГЕ-3 – супісок пластичний, замулений ( $a_3^2pz$ ); шар IV – ІГЕ-4 – пісок дрібний, середньої щільності, насичений водою ( $a_3^2pl$ ); шар V – ІГЕ-5 – пісок дрібний, середньої щільності, насичений водою, виокремлений за статичним зондуванням ( $a_3^2pl$ ); шар VI – ІГЕ-6 – пісок середньої крупності, середньої щільності, насичений водою, виокремлений за зондуванням ( $a_3^2pl$ ); шар VII – ІГЕ-7 – пісок середньої крупності, щільний, насичений водою, виокремлений за зондуванням ( $a_3^2pl$ ).

Як несучий шар для опертя вістря палі за даними статичного зондування рекомендовано використати ґрунти ІГЕ 4, 5, 6, 7. Значення опору забивної палі в точці 1, 2, 3, 4 наведені в таблицях 1 – 4; нормативні й розрахункові значення питомого опору під конусом зонда, на муфті тертя, модуля деформації, питомого зчеплення та кута внутрішнього тертя ґрунтів усіх інженерно-геологічних елементів – у таблиці 5; а орієнтована несуча здатність паль визначена за результатами зондування в таблиці 6. Літологічна характеристика розкритих відкладів відображена на рис. 2 – 5 у точках статичного зондування 1 – 4.

На рисунках добре видно, що характер зміни літології відбувається в цих точках на границі ІГЕ – 3 і 4, а також на границі ІГЕ – 4 та 7. Ці зміни відповідають зміні в розрізі замуленої супісі дрібними пісками, а також дрібних пісків середніми. При цьому товщі дрібних і середніх пісків не є однорідними. Вони розчленовані.

**Таблиця 1 – Значення опору забивної палі перерізом 30x30 см у ТСЗ-1**

Відмітка вістря, м	Глибина	Лобовий опір, кН	Бічний опір, кН	Сумарний опір, кН
108,08	1	131 606	0	131 606
107,08	2	124,74	22248	146 988
106,08	3	191 295	42552	233 847
105,08	4	284 985	66,96	351 945
104,08	5	344 925	951048	440,03
103,08	6	371 925	130658	502 583
102,08	7	360 585	170575	531,16
101,08	8	369,63	208894	578 524
100,08	9	367,2	251532	618 732
99,08	10	362,34	304487	666 827
98,08	11	422,01	339695	761 705
97,08	12	411 885	390848	802 733

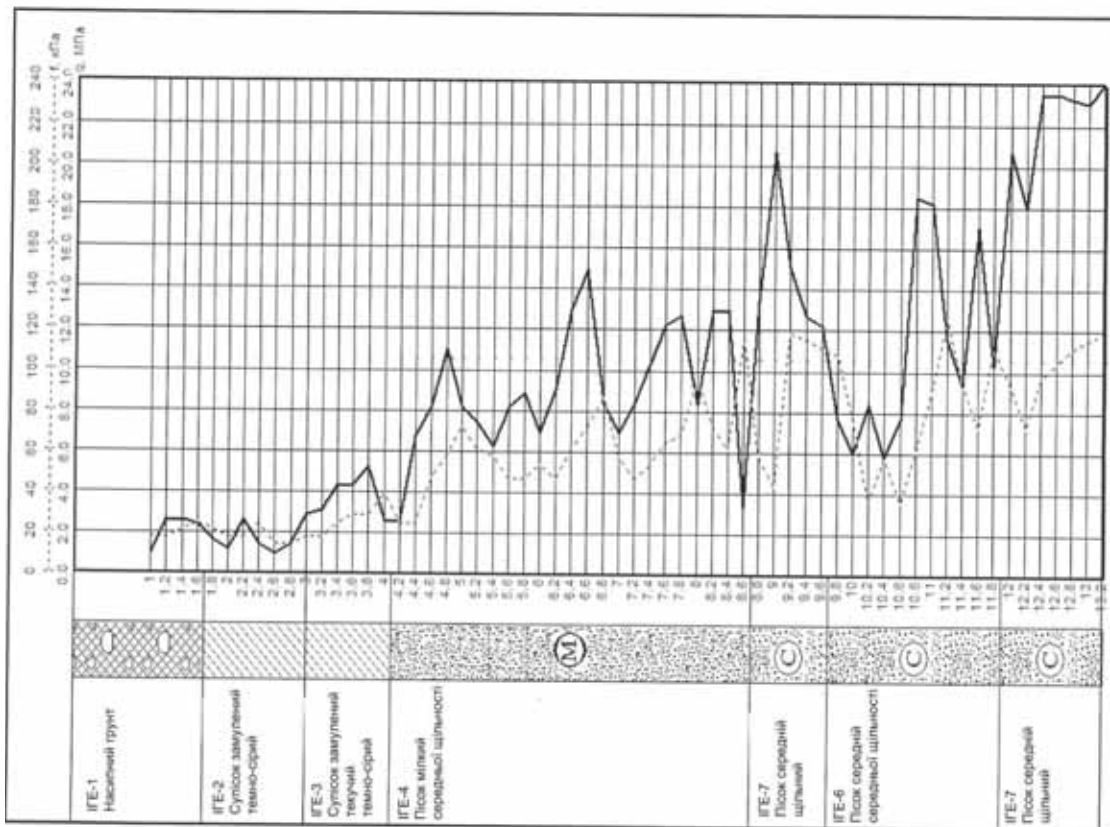


Рис. 2 – Діаграма статичного зондування в точці 1

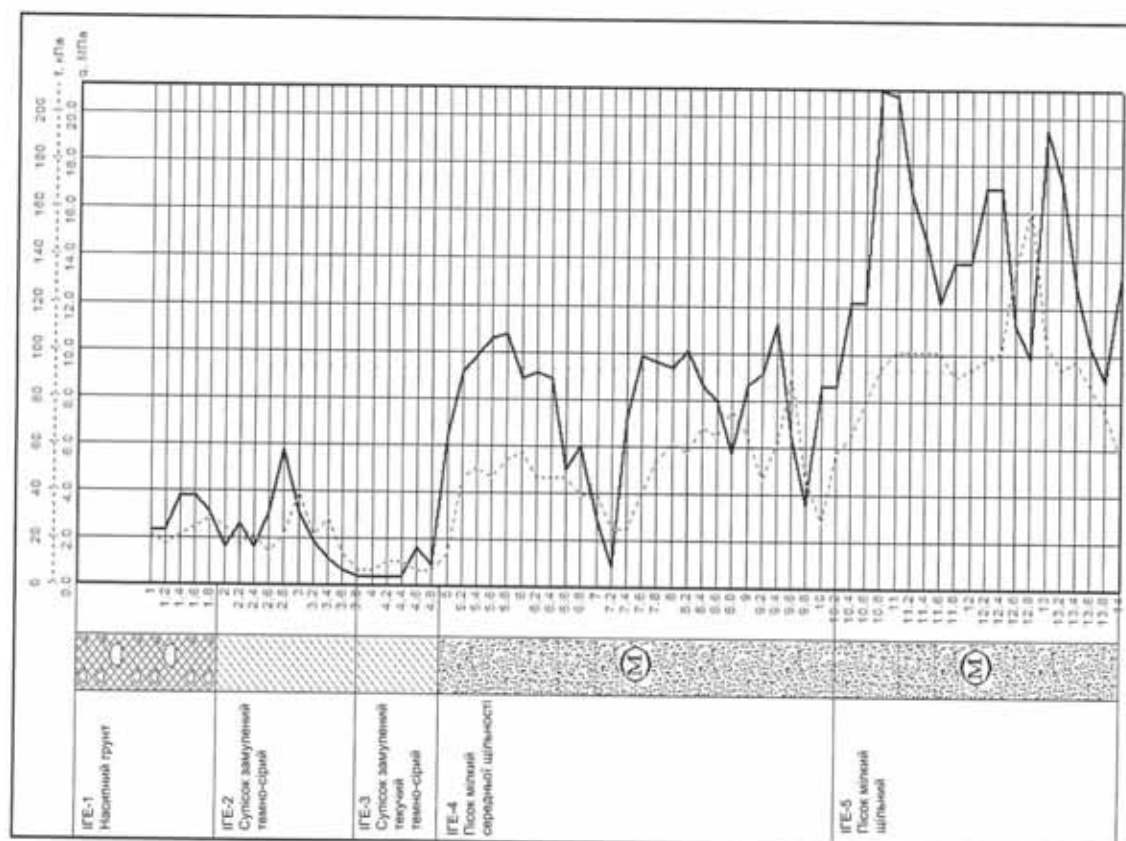


Рис. 3 – Діаграма статичного зондування в точці 2

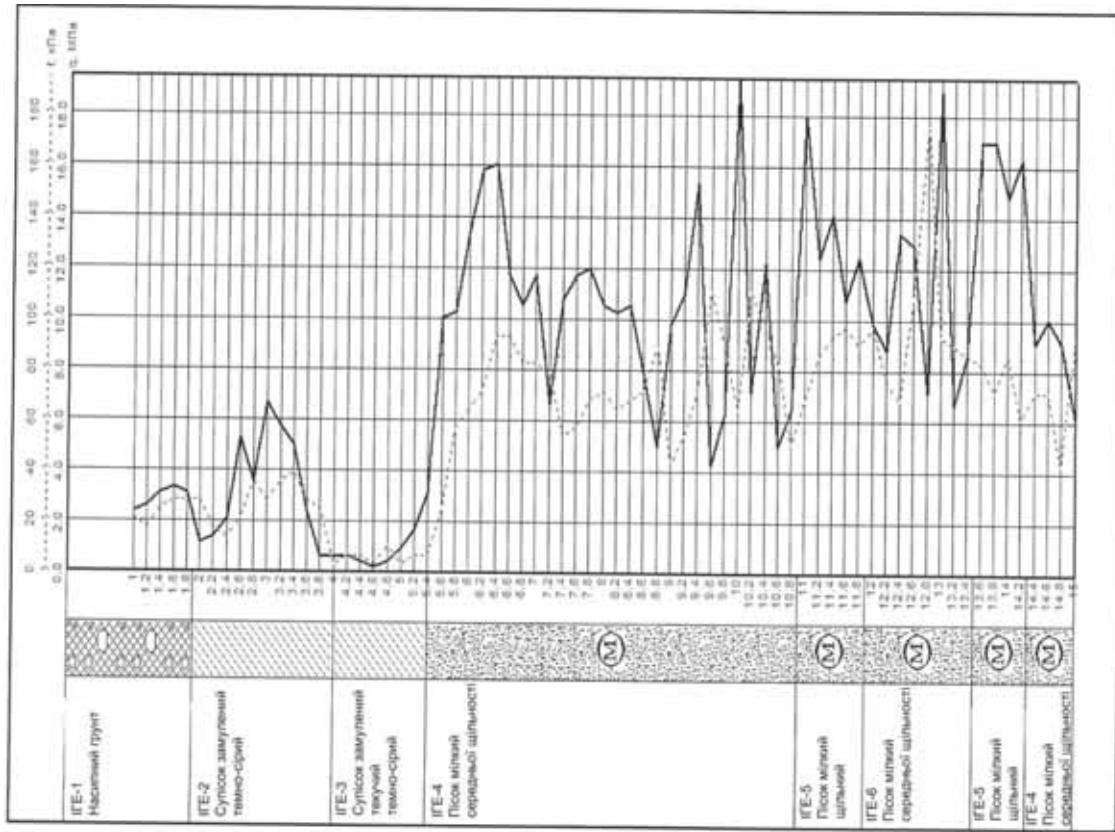


Рис. 4 – Діаграма статичного зондування в точці 3

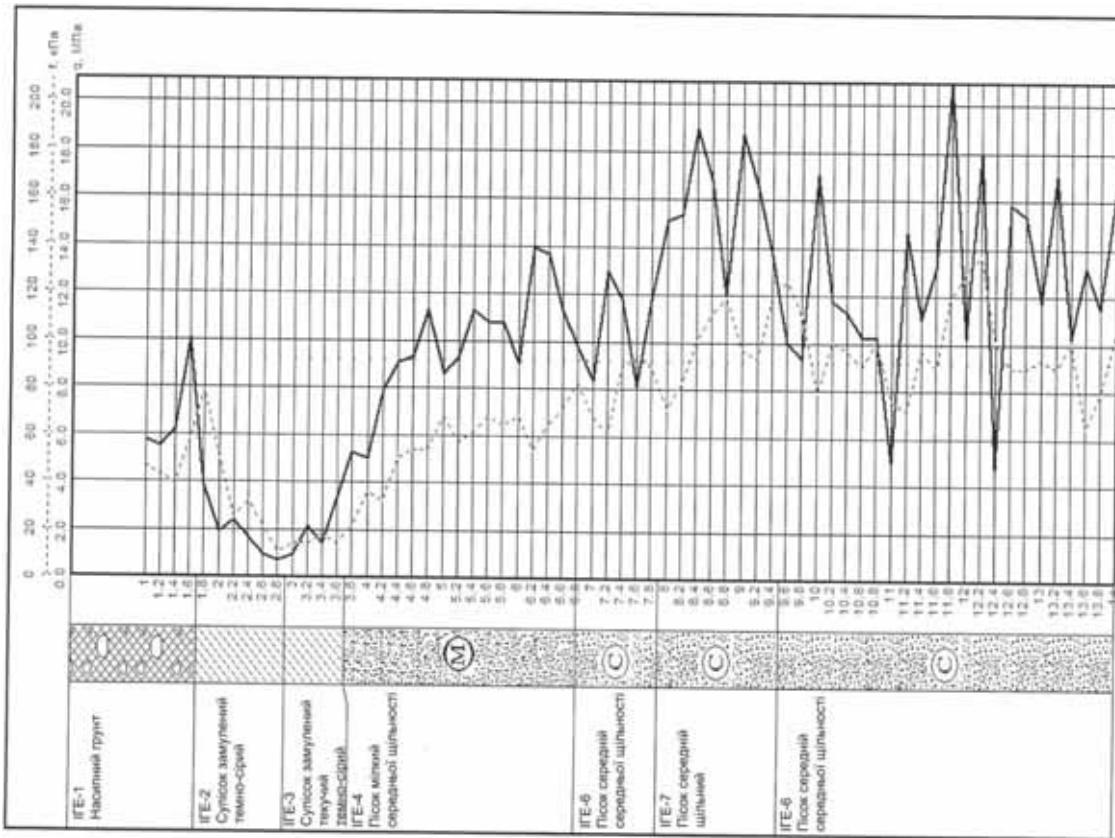


Рис. 5 – Діаграма статичного зондування в точці 4

**Таблиця 2 – Значення опору забивної палі перерізом 30x30 см у ТС3-2**

Відмітка вістря, м	Глибина	Лобовий опір, кН	Бічний опір, кН	Сумарний опір, кН
108,5	1	178 971	0	178 971
107,5	2	170,91	23 436	194 346
106,5	3	108 405	46 224	154 629
105,5	4	130 545	64 476	195 021
104,5	5	321,03	75,06	396,09
103,5	6	277 695	106 315	384,01
102,5	7	297 945	136 966	434 911
101,5	8	345,06	163 706	508 766
100,5	9	323 865	203 947	527 812
99,5	10	361 395	241 161	602 559
98,5	11	425 115	282 679	707 794
97,5	12	442,8	333 379	776 179
96,7	12,8	406 755	380 691	787 446

**Таблиця 3 – Значення опору забивної палі перерізом 30x30 см у ТС3-3**

Відмітка вістря, м	Глибина	Лобовий опір, кН	Бічний опір, кН	Сумарний опір, кН
108,45	1	154 131	0	154 131
107,45	2	202,23	23 868	226 098
106,45	3	178,2	47 304	225 504
105,45	4	58,86	74 412	133 272
104,45	5	239,22	82 188	321 408
103,45	6	377 055	100 937	477 992
102,45	7	347,76	146 664	494 424
101,45	8	335,61	186 754	522 364
100,45	9	356,67	228 118	584 788
99,45	10	378 135	271 456	649 591
98,45	11	392 175	317 058	709 233
97,45	12	397,98	366 587	764 567
96,45	13	422,55	420 695	843 245
95,45	13,8	399,33	458 559	857 889

**Таблиця 4 – Значення опору забивної палі перерізом 30x30 см у ТС3-4**

Відмітка вістря, м	Глибина	Лобовий опір, кН	Бічний опір, кН	Сумарний опір, кН
108,29	1	245 777	0	245 777
107,29	2	128,25	338 256	162 076
106,29	3	177,93	575 856	235 516
105,29	4	333 045	762 048	409,25
104,29	5	365 985	107 957	473 942
103,29	6	385 155	147 118	532 273
102,29	7	380,16	188,87	569,03
101,29	8	436 185	234 295	670,48
100,29	9	411 075	286 701	697 776
99,29	10	365 715	341 738	707 453
98,29	11	373 275	392 088	765 363
97,29	12	392,58	442 636	835 216
96,49	12,8	402 975	487 421	890 396

**Таблиця 5 – Статичне зондування. Нормативні та розрахункові значення**

Назва показника	Кількість	Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення	Коефіцієнт варіації
<b>ПЕ 1. Насипний ґрунт</b>				
Питомий опір під конусом зонда, МПа	18	3,69	2,02	0,55
Питомий опір на муфті тертя, кПа	18	28,20	11,33	0,40
Фізико-механічні характеристики [2]				
Модуль деформації, МПа				25,9
Питоме зчеплення, МПа				0,055
Кут внутрішнього тертя, град.				23
<b>ПЕ 2. Супісок замулений текучий</b>				
Питомий опір під конусом зонда, МПа	34	2,39	1,63	0,68
Питомий опір на муфті тертя, кПа	34	24,78	13,72	0,55
<b>ПЕ 3. Супісок замулений</b>				
Питомий опір під конусом зонду, МПа	21	1,87	1,48	0,79
Питомий опір на муфті тертя, кПа	21	13,89	9,54	0,69
<b>ПЕ 4. Пісок дрібний середньої щільності</b>				
Питомий опір під конусом зонда, МПа	105	9,35	3,17	0,34
Питомий опір на муфті тертя, кПа	105	63,98	23,58	0,37
Фізико-механічні характеристики [2]				
Модуль деформації, МПа				28,1
Кут внутрішнього тертя, град.				32
Щільність залягання				Середня, С=2
<b>ПЕ 5. Пісок дрібний щільний</b>				
Питомий опір під конусом зонда, МПа	28	14,60	3,20	0,22
Питомий опір на муфті тертя, кПа	28	91,93	21,07	0,23
Фізико-механічні характеристики [2]				
Модуль деформації, МПа				38
Кут внутрішнього тертя, град.				35
Щільність залягання				Щільна, С=3
<b>ПЕ 6. Пісок середньозернистий середньої щільності</b>				
Питомий опір під конусом зонда, МПа	39	11,88	3,97	0,33
Питомий опір на муфті тертя, кПа	39	90,00	23,05	0,26
Фізико-механічні характеристики [2]				
Модуль деформації, МПа				35,6
Кут внутрішнього тертя, град.				34
Щільність залягання				Середня, С=1
<b>ПЕ 7. Пісок середній щільний</b>				
Питомий опір під конусом зонда, МПа	20	17,87	4,05	0,23
Питомий опір на муфті тертя, кПа	20	97,74	21,98	0,22
Фізико-механічні характеристики [2]				
Модуль деформації, МПа				40
Кут внутрішнього тертя, град.				36
Щільність залягання				Щільна, С=2

**Таблиця 6 – Несуча здатність палі розміром 30x30 см за даними зондування. Планувальна відмітка – 109 м у точках ТС3-1, ТС3-2, ТС3-3, ТС3-4**

Глибина занурення вістря палі, м	Кількість точок	Абсолютна відмітка занурення палі, м	Несуча здатність палі, кН	Розрахункове навантаження на палю при $K=1,25$ , кН	Коефіцієнт надійності по ґрунту	Граничний опір ґрунтів палі, кН	Середньо-квадратичне відхилення	Коефіцієнт варіації	Показник точності середнього значення
1	4	108	161.079	128.863	1.142	183.93	36.5613	0.1988	0.1242
2	4	107	163.758	131.006	1.159	189.76	41.6058	0.2193	0.137
3	4	106	157.232	125.786	1.37	215.4	93.0757	0.4321	0.2701
4	4	105	278.132	222.505	1.209	336.35	93.1535	0.277	0.1731
5	4	104	437.284	349.827	1.044	456.36	30.5299	0.0669	0.0418
6	4	103	454.534	363.627	1.077	489.55	56.0178	0.1144	0.0715
7	4	102	506.984	405.587	1.066	540.54	53.6857	0.0993	0.0621
8	4	101	531.442	425.153	1.092	580.11	77.871	0.1342	0.0839
9	4	100	586.432	469.146	1.056	619.26	52.5185	0.0848	0.053
10	4	99	674.741	539.792	1.019	687.79	20.8781	0.0304	0.019
11	4	98	741.405	593.124	1.025	759.78	29.3959	0.0387	0.0242

**Висновки.** Таким чином, за результатами виконаних досліджень можна констатувати, що характер зміни літології в розкритих розрізах відбувається на границі інженерно-геологічних елементів 3 і 4 та 4 і 7. Ці зміни відповідають зміні в розрізі замуленого супіску дрібними пісками, а також дрібних пісків середніми. Товщі дрібних і середніх пісків неоднорідні, вони дуже розчленовані. За даними зондування, як несучий шар вістря палі рекомендовано ґрунти ПЕ 4 – 7.

#### Література

1. Заключение об инженерно-геологических изысканиях для рабочего проекта рекреационного назначения по ул. Береговой между затоном р. Стрижень и затоном № 2 (I очередь). – Чернигов: АИФ, 2010. – 15 с.
2. ДБН А.2.1-1-2008. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Інженерні вишукування для будівництва. – К.: Мінрегіонбуд Укоаїни, 2008. – 72 с.
3. ДСТУ Б В.2.1-9-2002. Ґрунти. Методи польових випробувань статичним і динамічним зондуванням. – К.: Держкомбуд України, 2002. – 21 с.
4. ДСТУ Б В.2.1-8-2001. Ґрунти. Відбирання, упакування, транспортування і зберігання зразків. – К.: Держкомбуд України, 2002. – 18 с.
5. ДСТУ Б В.2.1-17:2009. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 23 с.
6. ДСТУ Б В.2.1-19:2009. Ґрунти. Методи лабораторного визначення гранулометричного та мікроагрегатного складу. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 29 с.
7. ДСТУ Б В.2.1-16:2009. Ґрунти. Методи лабораторного визначення вмісту органічних речовин. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 31 с.
8. ДБН В.1.1-12.2006. Захист від небезпечних геологічних процесів. Будівництво в сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 80 с.

Надійшла до редакції 15.04.2014

©В.А. Іванишин, І.О. Прибитько, М. М. Корзаченко, С.М. Шпилька