

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МІЦНОСТІ І ДЕФОРМАТИВНОСТІ ҐРУНТОЦЕМЕНТНИХ ПАЛЬ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ НАСИПНИХ ҐРУНТІВ**

Жарко Л.О., Овчар В.П., Цимбал С.П., Белоконь А.М.  
ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»

Чегодаєв І.С.  
ТОВ “ЗИМ Кепіталгруп”  
м. Київ, Україна

**АНОТАЦІЯ:** Представлено результати дослідження характеристик міцності і деформативності експериментальних ґрунтоцементних палей для закріплення насипних ґрунтів.

**АННОТАЦИЯ:** Представлены результаты исследования характеристик прочности и деформативности экспериментальных ґрунтоцементных свай для закрепления насыпных ґрунтов.

**ABSTRACT:** The results of research of descriptions of durability and deformability of experimental soil-cement piles for fixing of bulk soils are presented in the article.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ґрунтоцементні палі, насипні ґрунти, струминний змішувач.

Під час будівництва житлових будівель на вул. Практична в Солом'янському районі м. Києва на будівельній ділянці склалися складні геологічні умови - основу усіх насипних ґрунтів складав ПґЕ 17 – пісок, мілкий, кварцевий, маловологий, середньої щільності. Ґрунтові води на ділянці забудови не зустрічалися. В якості основи будівель і закріплення насипного укосу було прийнято варіант закріплення насипних ґрунтів ґрунтоцементними елементами (ҐЦЕ) – палями, виготовленими за технологією струминного ґрунтозмішування.

Експериментальні ҐЦЕ палі було виготовлено в насипних ґрунтах, що склалися з суміші сугісків, пісків, шлаків, вугільного пилу, різних

уламків будівельних і побутових відходів, деревини, металевих і хімічних матеріалів, у товщі яких фіксується значна кількість порожнин різних розмірів. Основою фундаментів такі ґрунти служити не можуть.

Виготовлення ГЦЕ палів виконувалося підприємством ТОВ «ПАРИТЕТ» на початку грудня 2015 року. Технологія струминного змішувача глибинного змішування ґрунту полягає у виготовленні ГЦЕ палів за допомогою спеціального бурозмішувального інструменту, що складається з порожнистої штанги і спеціального робочого органу. В процесі буріння відбувається роздрібнення і перемішування ґрунту з водоцементним розчином або іншими хімічними зв'язуючими (вапно, зола, шлак, бентоніт та ін.), що подаються по порожнистій штанзі. Основною метою процесу змішення є рівномірне розсіювання зв'язуючих компонентів в ґрунті з метою швидкого і продуктивного отримання хімічної реакції гідратації. Фрагменти ГЦЕ були відібрані з ґрунтового масиву з глибини 0,5 м (№ 1) та 4,0 м (№ 2). Вони були циліндричної форми діаметром від 50 см до 70 см, довжиною 60 см (№ 1) та 150 см (№ 2), їх бокова поверхня мала відхилення від поверхні кругового циліндру до 10 см і була вкрита залишками глинистого ґрунту, а з масиву виступали включення побутового сміття.

Визначення характеристик міцності і деформативності ГЦЕ палів за замовленням ТОВ "ЗІМ КОНСТРАКШН" виконувалося у відділі досліджень конструкцій будівель і споруд ДП НДІБК.



a)



б)

Рис. 1. Вибурювання кернів з фрагментів ГЦЕ № 1 (а) і № 2 (б)

Під час вибурювання кернів (рис. 1) з ГЦЕ виявлено залишки цегли, бетону, асфальтобетону та ін. На відібраних кернях також простежувалися включення різних матеріалів в складі ГЦЕ.

Випробування трьох партій з ГЦЕ № 1 і № 2 зразків кернів №№ 1-8 діаметром 94,5 мм, висотою 183...249 мм проводилося згідно ДСТУ Б В.2.7-214:2009 «Бетони. Методи визначення міцності по контрольним зразкам» [1], ДСТУ Б В.2.7-223:2009 «Бетони. Методи визначення міцності за зразками, відібраними з конструкцій» [2], ДСТУ Б В.2.7-170:2008 «Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності» [3].

В результаті випробувань зразків кернів ГЦЕ паль було визначено характеристики їх міцності і деформативності на різній глибині:

Густина ГЦЕ становила:

– з глибини 0,5 м – від 1554,2 до 1625,2 кг/м<sup>3</sup>;

– з глибини 4 м – від 1766,8 до 1874,8 кг/м<sup>3</sup>;

Міцність на стиск зразків кернів ГЦЕ:

– з глибини 0,5 м – 1,21 МПа (12,34 кгс/см<sup>2</sup>);

– з глибини 4 м – від 1,80 МПа (18,32 кгс/см<sup>2</sup>) до 2,32 МПа (23,66 кгс/см<sup>2</sup>);

Величина відносних деформацій зразків кернів ГЦЕ:

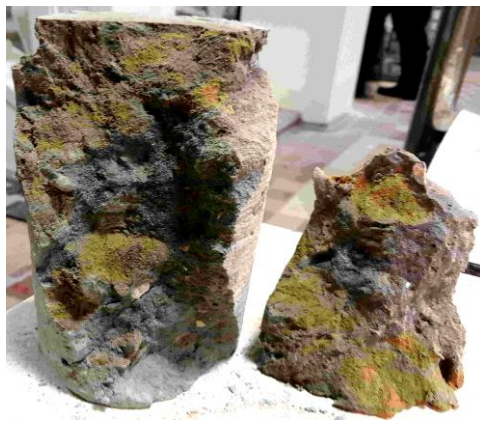
– з глибини 0,5 м – 0,8 % – 1,14 %, середнє 0,97 %;

– з глибини 4 м – 0,75 % – 1,59 %, середнє 1,1 %.

За зовнішнім виглядом зразків кернів під час випробувань на стиск та зруйнованих зразків (рис. 2) встановлено, що руйнування ГЦЕ мало крихкий характер з вертикальними або похилими тріщинами розколювання циліндрів.



а)

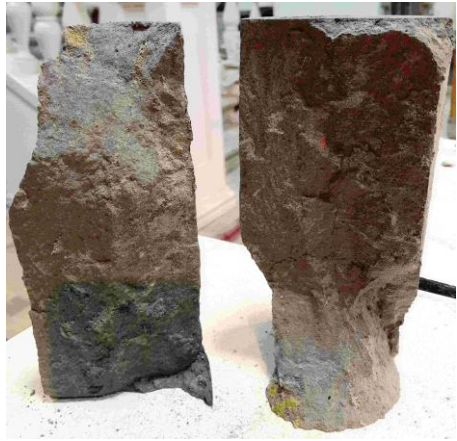


б)

2



а)



б)

3



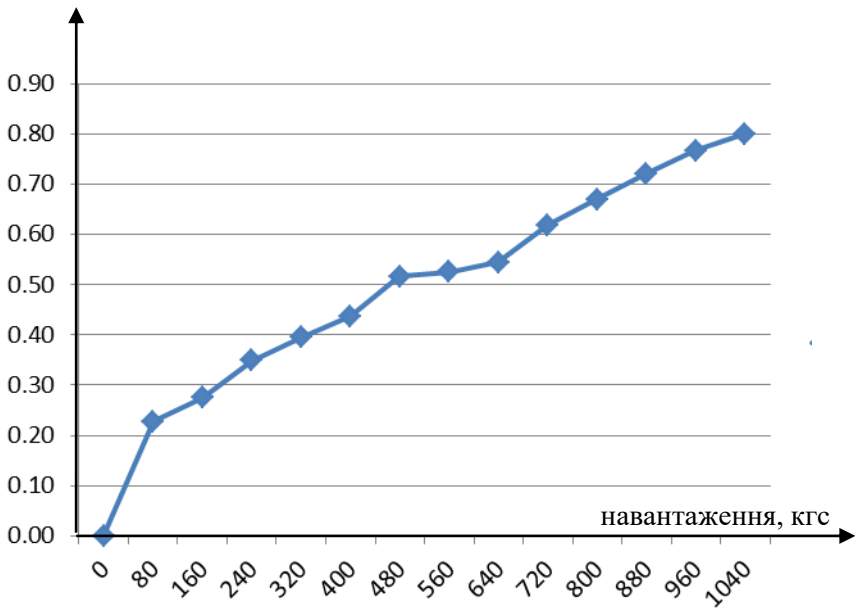
а)



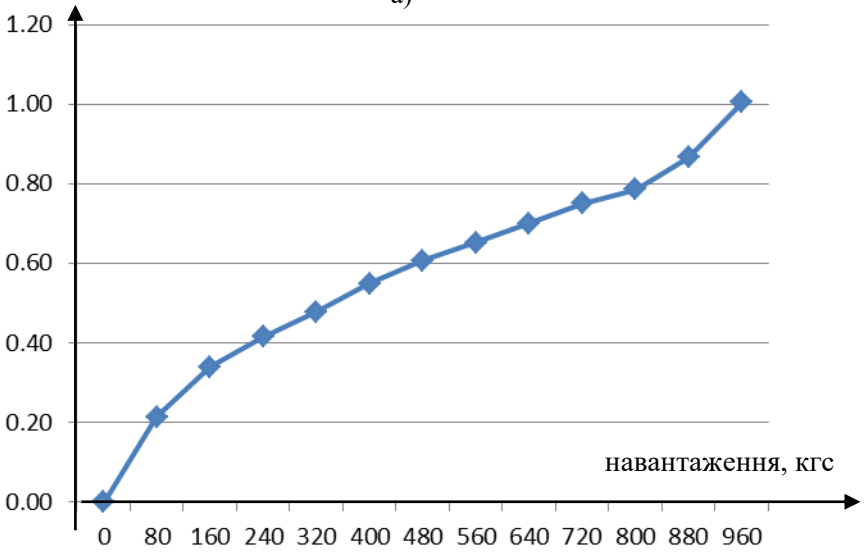
б)

Рис. 2. Характер руйнування зразка керну ГЦЕ під час (а) і після (б) випробувань на стиск: 1 - № 1 ГЦЕ № 1; 2 - № 4 ГЦЕ № 2; 3 - № 8 ГЦЕ № 2

Характерні залежності відносних деформацій від навантажень під час випробувань на стиск зразків кернів ГЦЕ представлено на графіках (рис. 3).



а)



б)

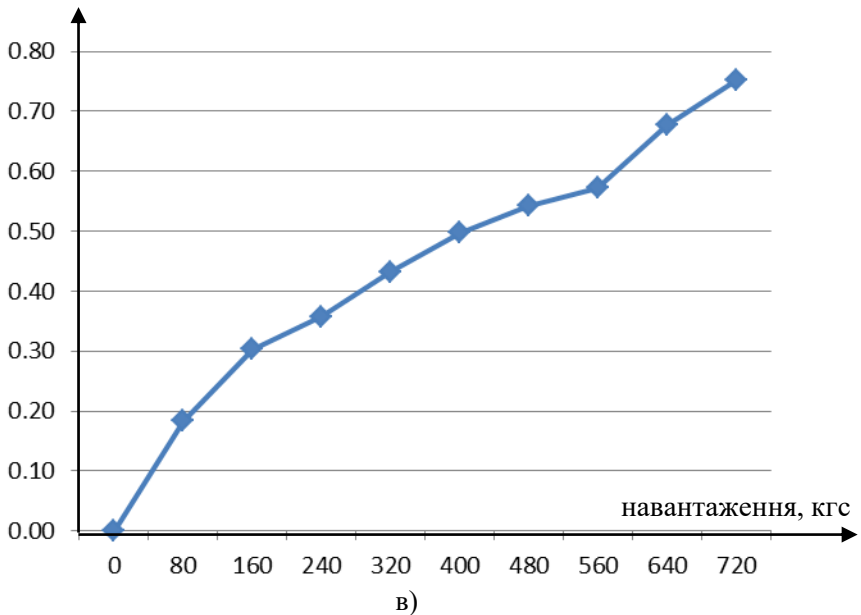


Рис. 3. Графіки залежності відносних деформацій від навантажень під час випробуванні на стиск зразків кернів: а - № 1 ГЦЕ № 1, б - № 4 ГЦЕ № 2, в - № 8 ГЦЕ № 2

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бетони. Методи визначення міцності по контрольним зразкам: ДСТУ Б В.2.7-214:2009. – [Чинний від 2010-09-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – IV, 36 с. – (Національний стандарт України).
2. Бетони. Методи визначення міцності за зразками, відібраними з конструкцій: ДСТУ Б В.2.7-223:2009. – [Чинний від 2010-09-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – IV, 12 с. – (Національний стандарт України).
3. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності: ДСТУ Б В.2.7-170:2008. – [Чинний від 2009-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – IV, 36 с. – (Національний стандарт України).

## REFERENSES

1. Betonu. Metodu vuznachennya mitznosti po kontrolnum zrazkam [Concretes. Methods of durability determination on the control standards]. (2010). DSTU

- B.V. 2.7-214:2009 from 01<sup>st</sup> September 2010. Kyiv: National Standard of Ukraine [in Ukrainian].
2. Betonu. Metodu vuznachennya mitznosti za zrazkamu, vidibranumu z konstruktzij [Concretes. Methods of durability determination on the standards selected from a construction]. (2010). DSTU B.V. 2.7-223:2009 from 01<sup>st</sup> September 2010. Kyiv: National Standard of Ukraine [in Ukrainian].
  3. Budivelni material. Betonu. Metodu vuznachennya serednoi gystunu, vologosti, vodopoglanannya, porustosti I vodonepronuknosti [Build materials. Concretes. Methods of determination of middle closeness, humidity, waterabsorption, porosity and watertightness]. (2009). DSTU B.V.2.7-170:2008 from 01<sup>st</sup> July 2009. Kyiv: National Standard of Ukraine [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 24.06.2016 р.