

Рисунок 9 – Графік роботи болтового з'єднання

Висновки. Проведені дослідження склопластику показали, що він має достатньо велику міцність на розтяг, у більшості випадків аналогічну до міцності сталі 3.

Центрально стиснуті склопластикові стрижні втрачали стійкість у формі плоского згину, що супроводжувався розклеюванням шарів склопластику. При розвантаженні зразки поверталися до первинної форми, але відбувалося розщеплення окремих волокон.

При руйнуванні болтових з'єднань склопластикового профілю, як правило, відбувалося його зминання. Винятком були зразки з болтами меншого діаметра, в яких спостерігався також згин болтів.

Література

1. Конструкции из дерева и пластмасс / Г.Г. Карлсен, Ю.В. Слуцкоухов, В.Д. Буданов, М.М. Гапов. – М.: Стройиздат, 1986. – 543 с.
2. Легатт, А. М. Застосування склопластику в будівництві/ [Електронний ресурс]/ А.М. Легатт. – Режим доступу: www.stekloplastiki.ru.
3. ДБН В.1.1-7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2003. – 42 с.
4. Клименко, В.З. Конструкції з дерева і пластмас: підручник / В.З. Клименко. – К.: Вища шк., 2000. – 304 с.
5. Зубарев, Г.Н. Конструкции из дерева и пластмасс / Г.Н. Зубарев, И.М. Лялин. – М.: Высшая школа, 1980. – 311 с.
6. Хрулев, В.М. Производство конструкций из дерева и пластмасс / В.М. Хрулев. – М.: Высшая школа, 1982. – 231 с.
7. Губенко, А.Б. Строительные конструкции с применением пластмасс / А.Б. Губенко. – М.: Стройиздат, 1970. – 326 с.

Надійшла до редакції 11.04. 2011

© С.Ф. Пічугін, Є.М. Бойко, М.В. Терегеря, Т.С. Горова

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ФИБЕРГЛАСА

Исследована работа стеклопластикового профиля и болтового соединения этого профиля с целью определения свойств фиброгласа и соединений в процессе нагрузки.

Ключевые слова: фиброглас, стеклопластиковый профиль, критическая нагрузка, перемещения, деформации, болтовое соединение.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF FIBERGLASS ELEMENTS

There are given researches of the fiberglass profile and bolting the profile in order to determine the properties of fiberglass and connections in the load.

Keywords: fiberglass, fiberglass profile, critical load, displacement, strain, bolted connection.

СТАТИСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТУ ІН'ЄКТУВАННЯ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ БУРОІН'ЄКЦІЙНИХ ПАЛЬ СИСТЕМИ СОЛЕТАНЖ

Досліджено ефект ін'єктування бетону при виготовленні бурюін'єкційних палей за методом Солетанж. Розглянуто 2692 палі на шести будівельних майданчиках, які установлені в ґрунтах лесового плато і делювіальних відкладах на його схилах. Для аналізу результатів досліджень використаний метод статистичного розрахунку, внаслідок чого отриманий обґрунтований висновок про стабільність технології виготовлення бурюін'єкційних палей.

Ключові слова: бурюін'єкційна паля, водонасичений пісок, нормальний розподіл, кількісно-статистична оцінка, випадкова величина, критерій Пірсона.

Постановка проблеми. В останні роки у будівництві набули розповсюдження бурюін'єкційні палі, які виготовляються за допомогою прохідного шнека. Суть методу полягає у тому, що свердловину бурять шнеком на трубчастій штанзі. При бурінні лопаті шнека заповнюються ґрунтом, частина котрого вибурюється на поверхню. При досягненні проектної відмітки буріння припиняється, у нижній частині шнека відкриваються отвори, крізь які під тиском 0,2 – 0,7 МПа подається розчин або бетон на дрібному заповнювачі, при цьому шнек із ґрунтом виконує роль пакера. Указаний тиск обтиснення бетону залежить від опору шнека видавлюванню. У більшості машин шнек не зв'язаний із машиною жорстко, тому його опір видавлюванню складається з його ваги і тертя ґрунту по бічній поверхні шнека. У процесі повільного підняття шнека вивільнена порожнина заповнюється бетоном. Арматурний каркас установлюється у свіжий, вже обтиснений бетон. Ця технологія влаштування набивних палей має назву «Солетанж». Вона набула широкого застосування у будівництві.

Аналіз останніх досліджень. Над удосконаленням даної технології працює ряд дослідників, а саме такі, як В. І. Крутов [1], В. К. Когай [2], В. С. Глухов, М. І. Никитенко [3], О. В. Козунова, Н. В. Черношей, С. Б. Моради, Bozo Soldo, Matija Orešković, Aleksej Aniskin [4], М. Л. Зоценко [8], В. П. Левченко [5].

Вони звертають увагу на те, що має місце велика різниця в значеннях несучої здатності таких палей, які встановлені за розрахунком і шляхом статичних випробувань.

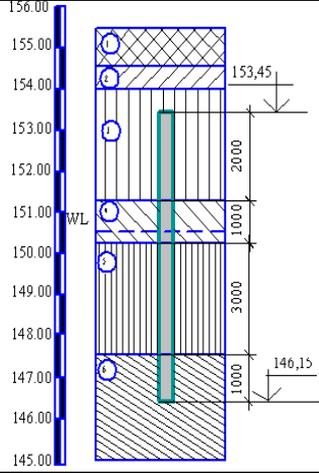
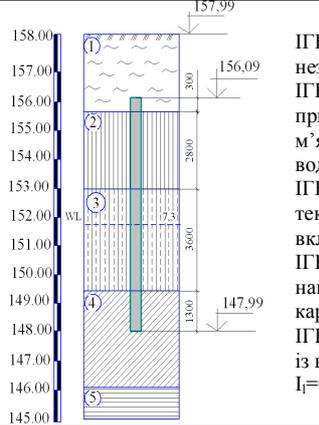
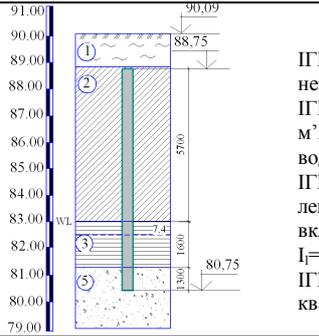
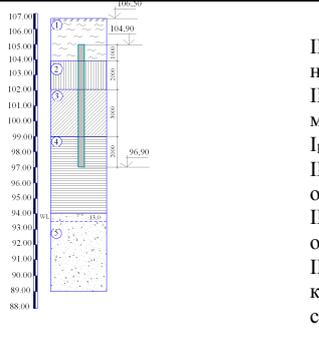
Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Причиною такого розходження слід вважати той факт, що відповідно до існуючих норм розрахунку бурюін'єкційних палей виконують як звичайних буронабивних без урахування ефекту обтиснення бетону (ефекту ін'єктування).

Формулювання мети роботи. У процесі обтиснення бетону при ін'єктуванні ґрунту основи ущільнюються. При цьому об'єм свердловини збільшується і навкруги бетону утворюється зона ущільненого ґрунту. Саме кількісно-статистична оцінка цього процесу є метою даної роботи.

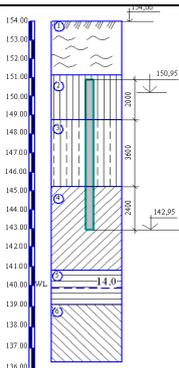
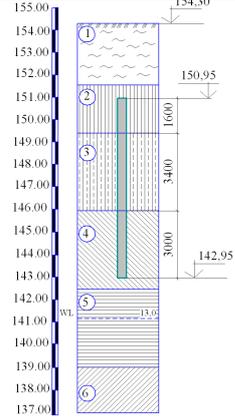
Виклад основного матеріалу. Для досліджень вибрано шість будівельних майданчиків на території м. Полтава, на яких у 2007–2009 роках було виготовлено 2692 бурюін'єкційні палі вказаним вище методом. Чотири майданчики були розташовані у межах лесового плато і складені лесовими ґрунтами, два – на схилах плато – у делювіальних відкладах.

У таблиці 1 наведена характеристика дослідних майданчиків, а саме інженерно-геологічні умови, кількість палей на кожному з дослідних майданчиків, їх діаметр та тиск обтиснення палей.

Таблиця 1 – Характеристика дослідних майданчиків

№ дослідного майданчика	Адреса дослідного майданчика	Інженерно-геологічні умови	К-ть палів	Діаметр палі, м	Тиск обтиснення, МПа
1	2	3	4	5	6
1	Багатоповерховий житловий будинок по вул. Леваневського, 4 у м. Полтава	 <p>ІГЕ-1 насипний ґрунт, незлежаний; ІГЕ-2 суглинок лесовий, важкий, твердий; ІГЕ-3 суглинок лесовий, легкий, тугопластичний із включеннями карбонатів; ІГЕ-4 суглинок лесовий, середній зі слідами похованого гумусу, із включеннями карбонатів; ІГЕ-5 суглинок лесовий, легкий, карбонатний, м'якопластичний; ІГЕ-6 суглинок, важкий, тугопластичний</p>	196	0,36	0,7
2	10-поверховий житловий будинок по вул. Жовтневій, 40 в м. Полтава	 <p>ІГЕ-1 насипний ґрунт, незлежаний; ІГЕ-2 суглинки, напівтверді у природньому стані й м'якопластичні при насиченні водою, просадочні; $I_f=0,2$ ІГЕ-3 суглинок лесовий, текучопластичний із включеннями карбонатів; $I_f=0,8$ ІГЕ-4 суглинки брунатні, напівтверді, із включеннями карбонатів; $I_f=0,22$ ІГЕ-5 суглинок лесовий, легкий, із включеннями карбонатів, $I_f=0,68$ м'якопластичний</p>	968	0,36	0,7
3	Група житлових будинків з вбудовано-прибудованими приміщеннями по вул. Леніна, 84 в м. Полтава	 <p>ІГЕ-1 насипний ґрунт, незлежаний ІГЕ-2 глини, тверді і м'якопластичні при насиченні водою, карбонатні; $I_f=0,34$ ІГЕ-3 суглинок лесовий, легкий, тугопластичний з включеннями карбонатів; $I_f=0,45$ ІГЕ-5 пісок, дрібний, щільний кварцовий, водонасичений</p>	299	0,36	0,7
4	Житловий будинок по вул. Леніна, 70 в м. Полтава	 <p>ІГЕ-1 насипний ґрунт, незлежаний ІГЕ-2 глини, напівтверді, м'якопластичні, карбонатні; $I_f=0,17$ ІГЕ-3 глини, напівтверді, озалізовані, карбонатні; $I_f=0,21$ ІГЕ-4 глини, напівтверді, озалізовані, карбонатні; $I_f=0,24$ ІГЕ-5 пісок дрібний, кварцовий, маловологий, середньої щільності</p>	894	0,36	0,7

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
5	Адміністративний будинок ПП «КРОНА» по Першотравневому просп., 19 в м. Полтава	 <p>ІГЕ-1 насипний ґрунт, суглинок, незлежаний ІГЕ-2 суглинок лесований, карбонатизований, високопористий, м'якопластичний; $\Pi=0,62$ ІГЕ-3 суглинок лесовий, тугопластичний; $\Pi=0,24$ ІГЕ-4 суглинок лесований, тугопластичний, карбонатизований, напівтвердий; $\Pi=0,2$ ІГЕ-5 суглинок лесовий, карбонатний, твердий; $\Pi=0,32$ ІГЕ-6 суглинок карбонатизований, тугопластичний</p>	268	0,45	0,7
6	Житлова забудова по Першотравневому просп., 17 в м. Полтава	 <p>ІГЕ-1 насипний ґрунт, злежаний, пухкого складу ІГЕ-2 суглинок лесовий, легкий, карбонатний, високопористий, твердий; $I_1=0,2$ ІГЕ-3 суглинок лесовий, легкий, карбонатний, високопористий, напівтвердий; $I_1=0,23$ ІГЕ-4 суглинок важкий, тонкошаровий, карбонатний, низькопористий, тугопластичний; $I_1=0,38$ ІГЕ-5 суглинок лесовий, карбонатний, тугопластичний; ІГЕ-6 глина, напівтверда</p>	69	0,45	0,7
Усього			2692		

Дослідні роботи з виготовлення бурин'єкційних паль полягали у фіксації всіх етапів їх виготовлення, а саме:

- розмірів бурової свердловини шляхом безпосередніх вимірів її параметрів, діаметра d_p , м, і об'єму V_p , м³;
- кількості бетону, укладеного у свердловину, за даними знімання об'ємного показника з пневмонагнітача V_b , м³;
- початковий тиск обтиснення бетону у свердловині за даними показань манометра σ , мПа;
- коефіцієнт збільшення об'єму палі внаслідок проведення обтиснення бетону (ін'єкції) як відношення об'єму бетону, укладеного у свердловину, до початкового її об'єму, $k_v = V_b/V_p$.

Усі перелічені дані заносилися до журналу влаштування бурин'єкційних паль.

За даними дослідних улаштувань паль, одержані значення випадкових величин (ВВ), зокрема найбільш вагомим є коефіцієнт збільшення об'єму палі при ін'єктуванні, для якого виконаємо статистичний розрахунок із використанням нормального закону.

Це найбільш поширений у теорії та практиці нормальний закон, поданий у вигляді таблиць, що наводяться у будь-якому посібникові ймовірності. Це пов'язано з його простотою, теоретичною обґрунтованістю (до нього прямує сума незалежних ВВ із будь-якими розподілами за умови збільшення кількості цих ВВ), розповсюдженістю на практиці для оцінювання похибок дослідів точності вимірів, якості виготовлення тощо.

Надалі проводимо розрахунок за таким алгоритмом.

Першим етапом розрахунку є побудова експериментального полігону:

- визначається діапазон можливих значень ВВ (різниця між найбільшим і найменшим значенням у вибірці), поділяється на 8 – 12 рівних інтервалів із середніми значеннями x_i ;
- підраховується кількість попадань ВВ n_i у кожний інтервал, причому $n = \sum n_i$;

– підраховуються експериментальні частоти попадання ВВ у кожний інтервал (у тому числі значення, що дорівнюють нижній межі інтервалу) $f_i^*(x) = \frac{n_i}{n}$, причому

$$\sum f_i^* = 1;$$

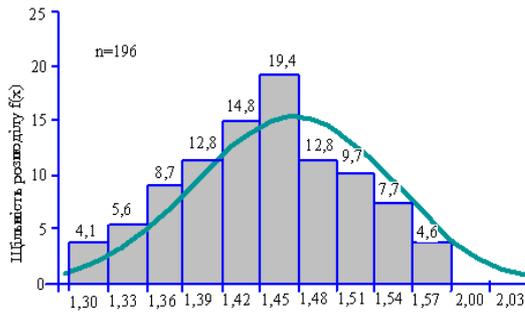
– будується експериментальний полігон або гістограма розподілу випадкової величини.

На другому етапі проводиться визначення вибірових числових характеристик.

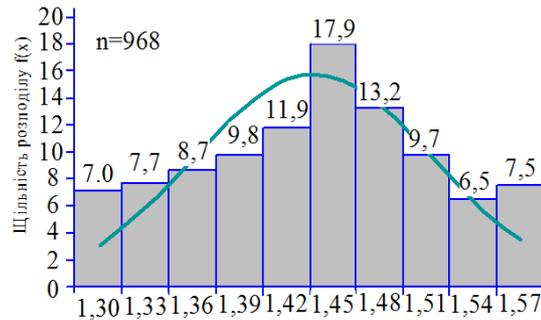
Третім етапом є підбір нормального розподілу.

У результаті обробки даних по дослідному майданчику 1 був отриманий нормальний розподіл (рис. 2, а), який досить добре описує характер експериментальної гістограми, мода (максимум) котрого знаходиться зліва від центра, що відповідає позитивній асиметрії ($A_x = 0,22$), і який більш пологий, ніж нормальна крива, про що свідчить від’ємний ексцес ($E_x = -0,93$).

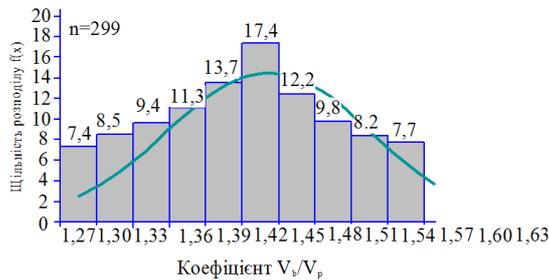
За аналогічним розрахунком отримали такі гістограми на інших дослідних майданчиках, які наводяться на рис 2.



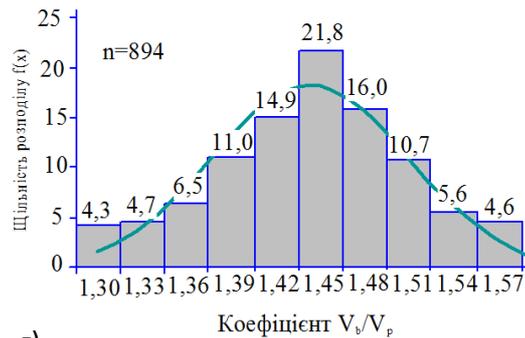
а)



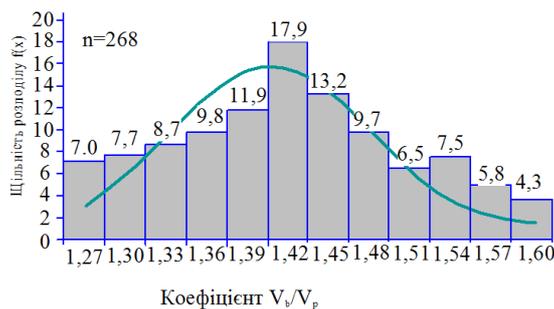
б)



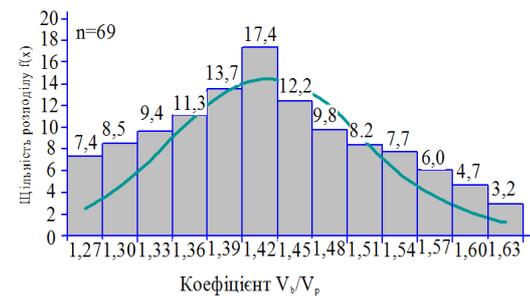
в)



г)



д)



е)

Рисунок 2 – Дослідні гістограми та нормальні розподіли коефіцієнта збільшення об’єму палі при ін’єктуванні на дослідному майданчику:

а) №1; б) №2; в) №3; г) №4; д) №5; е) №6

Четвертим етапом є перевірка відповідності експериментального розподілу нормальному за критерієм Пірсона.

Дані розрахунку статистичних показників за всіма шістьма дослідними майданчиками з 2692 палями наведені у табл. 2.

Таблиця 2. Результати статистичних розрахунків по дослідним майданчикам

№ площадки	Кількість палей	Інтервал можливих величин	Середній коефіцієнт збільшення об'єму палей	Коефіцієнт варіації
1	196	1,28-1,58	1,43	0,048
2	968	1,28-1,59	1,45	0,053
3	299	1,28-1,58	1,43	0,049
4	894	1,28-1,59	1,41	0,079
5	268	1,27-1,61	1,42	0,126
6	69	1,27-1,63	1,44	0,126

Виконані в процесі статистичної обробки результати дали можливість визначити:

- інтервал можливих значень коефіцієнта збільшення об'єму палей при ін'єктуванні 1,27–1,63;
- числові характеристики розподілу випадкових величин коефіцієнта збільшення об'єму палей при ін'єктуванні, у тому числі математичне сподівання, що використовується в подальших розрахунках, – 1,43;
- коефіцієнт варіації, що дає можливість оцінити стабільність технології виготовлення бурін'єкційних палей, коливається від 0,048 до 0,126.

Висновки. За допомогою статистичної обробки результатів дослідного виготовлення бурін'єкційних палей на шести дослідних майданчиках установлені об'єктивні значення величин коефіцієнта збільшення об'єму палей внаслідок ін'єктування. Цей показник є визначальним при оцінюванні несучої здатності таких палей і свідчить про стабільність технології виготовлення бурін'єкційних палей.

Література

1. Крутов, В.И. Учет уплотнения грунтов при расчете свайных фундаментов / В.И. Крутов, В.К. Козай, В.С. Глухов // Труды международной конференции по геотехнике «Геотехнические проблемы мегаполисов», т. 4. – М. ПИ «Геореконструкция», 2010. – С. 1385–1388.
2. Никитенко, М.И. Новые технологии устройства свай большой несущей способности в Беларуси / М.И. Никитенко, О.В. Козунова, Н.В. Черношей // Сборник трудов научно-технической конференции «Актуальные вопросы геотехники при решении сложных задач нового строительства и реконструкции». – Санкт-Петербургский госуд. архит.-строит. ун-т. – СПб, 2010. – С. 59–65.
3. Никитенко, М.И. Анализ результатов испытаний буронабивных свай системы SFA / М.И. Никитенко, С.Б. Моради, В.И. Шипица, Н.В. Черношей // Сборник трудов научно-технической конференции «Актуальные вопросы геотехники при решении сложных задач нового строительства и реконструкции». – Санкт-Петербургский госуд. архит.-строит. ун-т. – СПб, 2010. – С. 270–275.
4. Bozo Soldo On the effect of pre-stressing using micro-pile injection. / Bozo Soldo, Matija Orešković, Aleksej Aniskin. // Proceedings of the international geotechnical conference «Geotechnical challenges in megacities». Vol. 3. – Published by GRF 2010, P. 867 – 870.
5. Левченко, В.П. Експериментальні дослідження впливу обтиснення бетону при влаштуванні бурін'єкційних палей / В.П. Левченко // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Д., 2010. – С. 243–251.
6. Касянчук, С.А. Дослідження технології влаштування бурін'єкційних палей без екскавації ґрунтів / С.А. Касянчук // Основи і фундаменти: міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 30. – К.: КНУБА, 2006. – С. 53–58.

7. Крысан, В.И. Опыт устройства фундаментов на буринъекционных сваях с цементацией основания / В. И. Крысан // Міжвідомчий наук.-техн. зб. наук. пр. (Будівництво в сейсмічних районах України). – К.: НДІБК, 2006. – Вип. 64. – С. 731–734.

8. Інженерна геологія, механіка ґрунтів, основи та фундаментобудування / М.Л. Зоценко, В.І. Коваленко, А.В. Яковлев, О.О. Петраков, В.Б. Швець, О.В. Школа, С.В. Біда, Ю.Л. Винников. – Полтава: ПолтНТУ, 2004. – 568 с.

Надійшла до редакції 08.04. 2011

© С.Ф. Пічугін, В.П. Левченко

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ИНЪЕКТИРОВАНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ СИСТЕМЫ СОЛЕТАНЖ

Исследован эффект инъектирования бетона при изготовлении буринъекционных свай по методу Солетанж. Рассмотрено 2692 сваи на шести строительных площадках, установленные в грунтах лессового плато и делювиальных отложениях на его склонах. Для анализа результатов исследований использован метод статистического расчета, в результате чего обоснован вывод о стабильности технологии изготовления буринъекционных свай.

Ключевые слова: буринъекционная свая, насыщенный водой песок, нормальное распределение, количественно-статистическая оценка, случайная величина, критерий Пирсона.

STATISTICAL STUDY OF THE INJECTION EFFECT UNDER THE MANUFACTURING OF THE DRILL INJECTION PILES OF SOLETANGE SYSTEM

The effect of the concrete injection in the manufacturing of concrete piles by the drill injection method of Soletange was investigated. 2,692 piles were reviewed on six construction sites, made in groups of the loess plateau and diluvial deposits on its slopes. To analyze the results of studies was used the method of statistical calculation, resulting in the stability of manufacturing of drill injection piles.

Keywords: drill injection pile, water-saturated sand, a normal distribution, quantitative statistical evaluation, random variable, Pearson criterion.