



Получена: 18.03.2018 г.

Приета: 22.10.2018 г.

МОДЕЛ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПОВЕДЕНИЕТО НА ПИЛОТИ ПРИ ЦИКЛИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ

Т. Янков¹, М. Тодоров²

Ключови думи: взаимодействие, пилоти-земна основа, динамично поведение

РЕЗЮМЕ

Дълбокото фундиране, като отделен тип фундаментна конструкция, се характеризира с трансфер на енергия от конструкцията към земната основа. При циклични въздействия се наблюдават характерни особености в поведението на конструкцията и промяна на напрегнато-деформирано състояние на почвата и на механичните ѝ свойства.

През изминалите няколко десетилетия са използвани редица методики за решение на проблема на взаимодействието конструкция-земна основа и в частност конструкция-пилот. Числените методи изискват да се отдели внимание на дефинициите, описващи модела на взаимодействие. Многопараметричното взаимодействие налага допълване на аналитичните подходи с емпирични сравнения. Настоящите изследвания целят постигането на по-ясни и точни дефиниции за прилагане на прогнозните аналитични техники.

1. Въведение

Ефективното прогнозиране и оценката на поведението на съоръженията при дълбоко фундиране в контекста на различни въздействия, са основни средства за обезпечаване на експлоатационните изисквания за дълготрайност и превенция на потенциално възможни нарушения и повреди. Винаги следва въпросът – „достатъчно ли е това“?

¹ Тодор Янков, докторант инж., кат. „Геотехника”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София

² Мирослав Тодоров, доц. д-р инж., кат. „Геотехника”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: miro_todorof@yahoo.com

Съвременните комплексни системи за проектиране Еврокод почиват на обобщение от събрания опит и целят защита на човешкия продукт от природни и антропогенни негативни влияния. Това означава, че опитът трябва постоянно да бъде събиран и обобщаван с непрекъснато усъвършенстваните технологични средства, с което да се допълват различни аспекти на познанието за естествената материя и нейната изменчивост. И двата аспекта са взаимно допълващи се и взаимно незаменящи се, като целта е да дадат оптимално технико-икономическо решение.

Основните недостатъци на пилотните системи, като основен подраздел на дълбокото фундиране, са тяхната цена и времето за реализация. Днес крайната стойност на тези два параметъра произтича от няколко неизбежни фактора – голям обем на предварителните полеви и лабораторни проучвания, продължителност на строително-монтажните работи, себестойност на мониторинга [1 – БДС 1997] и мащаби на влияние върху елементите на средата, в това число:

- интервенция, обикновено съпътствана от разуплътняване в почвения масив;
- промяна на напрегнатото и деформирано състояние на почвения масив като следствие от сондажните работи;
- създаване на миграционни пътища на подземните води, интензификация на консолидационните и филтрационни процеси;
- внасяне на материални субстанции, водещи до изменения в химичния и минералния състав на почвите, скалите и др.

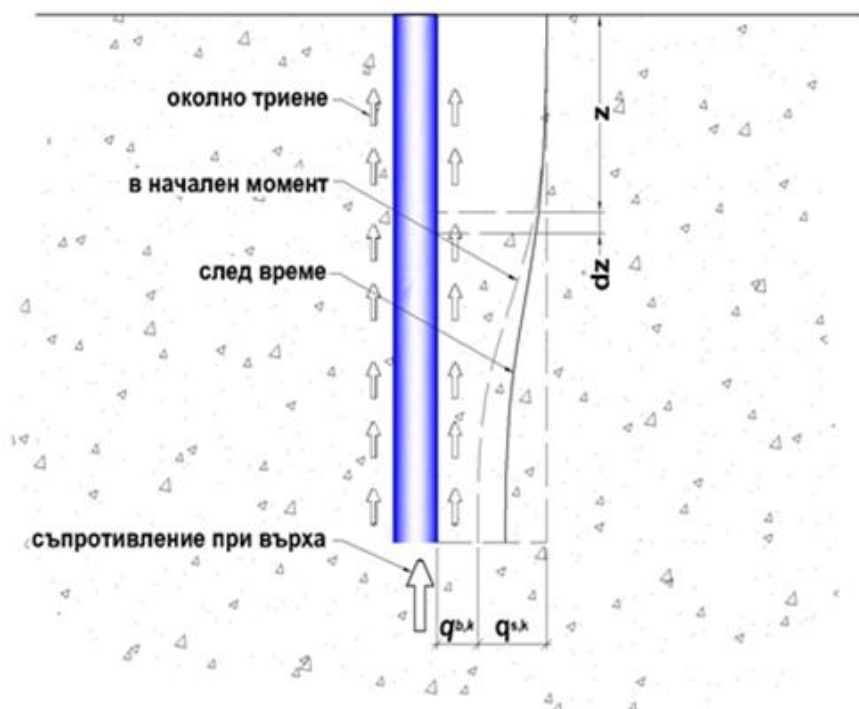
Основната цел на разработката е изследване на дълготрайните ефекти при работата на пилоти и промяната на носещата способност на земната основа при пилоти чрез редукция на околното триене и върховото им съпротивление [2].

2. Обхват на изследванията

След критичен анализ на различни изследователски техники и техните възможности, предлагаме комбинирана изследователска постановка за натурно определяне на вертикалната натискова носеща способност на пилоти при хоризонтални циклични натоварвания [3]. Реализацията на тези изпитания се провежда чрез оборудване на серия опитни образци с цел оценка на промяната на околното триене и върховото съпротивление на натисково натоварени пилоти. Изключително важен от инженерна гледна точка е феноменът, свързан с поведението на пилотите при сеизмични въздействия. Сеизмичните въздействия предизвикват промяна на коравината на дисперсната система [4], която води до намаляване на якостта на срязване и активизиране на консолидационните процеси и реологичните явления.

Като цяло интегрираната в масива пилотна система трансформира движенията от почвения масив към връхната конструкция и чрез силовия трансфер предопределя цялостното поведение както на земната основа, така и на надземната конструкция. Всички тези особености водят до изменения в разпределението на триенето и върховото съпротивление от пилота към земната основа. Илюстрация на тези процеси е представена на фиг. 1.

При сега действащата нормативна база проектирането на пилотните системи преминава през провеждане на процедури с аналитично-експериментален характер. Това е основното изискване на т. 7.4 на [1] за приемане на изпълнените пилоти и пилотни системи.



Фиг. 1. Взаимодействие на пилот с почвен масив във времето

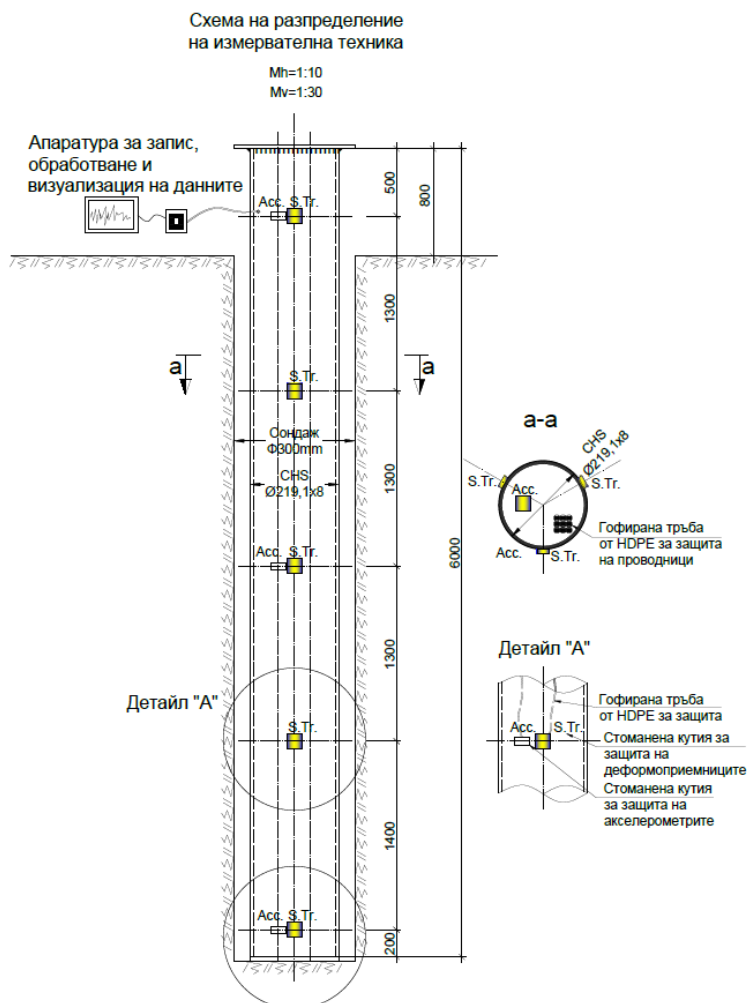
Промяната на коравината е резултат от характера на товара и големината на деформациите на почвения скелет (кинематика) и до голяма степен описва естествената природа на почвите. Тази зависимост е направлението, което се предвижда да бъде обект на натурната постановка. В предвижданията на изследователския модел се обособяват две основополагащи направления на проучване:

1. Трансформация на трептенията в изследователския модел при взаимодействие на пилот с ограждащата го естествена почвена среда. Тази постановка се реализира с вграждане на серия от акселерометри по тялото на пилотните образци и измерване на промяната на ускоренията, скоростите и преместванията в модела като резултат от принудените трептения, приложени в главата на натисково натоварените пилоти.

2. Оценка на върховото съпротивление на почвата и околното триене в две основни товарни постановки – при продължително действащ товар и при действие на циклични (приложени в главата на образците) натоварвания. При този моделен анализ се създават условия за оценка на силовия трансфер чрез върхово съпротивление и околно триене при пилоти. Предвижда се независимо измерване на околното триене по дължината на пилотните образци, отчитане на локални ефекти при хоризонталните натоварвания (като отлепване на тялото на пилота) и изследване на редуцията на фрикционната зона на пилотите при хоризонтални натоварвания.

Пилотите се изпълняват с диаметър до 100 (150) mm и максимална дължина до 6000 mm. Такива образци попадат в категорията на пилоти с малък диаметър и са често използвани при изпълнение на дълбоко фундиране по забивна или изливна технология.

В оборудването на образците се използват измервателни прибори от типа акселерометри, индуктивни и тензосъпротивителни датчици. Приборите се използват за контрол, като тензосъпротивителните са с еднократно вграждане при използване.



Фиг. 2. Схема на изпитвателна постановка

В първата фаза на това изследване за 2017 г., съгласно договор №Д-98/17-20.03.2017 г. с редукция на предложенията за финансиране се предвижда изграждане на моделни елементи. Целта на този начален етап е да се изградят работещи постановки, които след вграждане в пилотен елемент да регистрират параметри в прогнозируем диапазон. В първата фаза са включени следните програмни дейности:

- закупуване на апаратура за тензометрия и акселерометрия;
- изработване и подготовка на многоканална трансдюсерна система за регистрация на данни;
- изработване и подготовка на софтуер за регистрация и запис на данни;
- изграждане на фрагментарни модели (тензодози) и изпитването им в лабораторни условия с наличната в катедра Геотехника товарна система;
- изграждане на изчислителен модел за определяне на чувствителността на експерименталния модел.

Работната програма е изпълнена след м. юли 2017 г. Изградени са тестовите образци (фиг. 3), които използват материали, предвиждани за експерименталния пилотен модел. Тарирането на тези образци позволява да се реализират моделите с вграждане на системата за тензо и акселерометрия с вече ясни параметри.

3. Резултати от тарировъчните изпитания

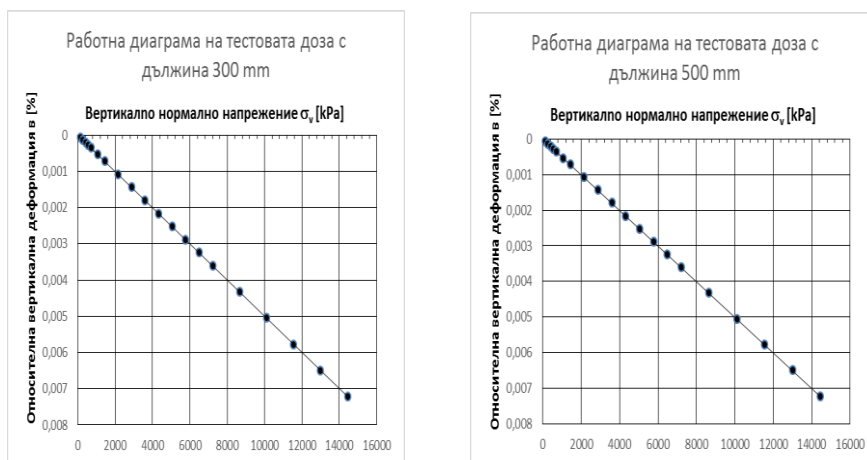
Създадените пробни образци са подложени на натоварване в лабораторни условия, като за целта е използвана системата на триаксиален апарат Wykeham Farrance (фиг. 3). Благодарение на подходящите условия с апаратурата могат да се измерват независимо както големината на силите, така и деформациите на пробните образци.

С апаратурата са изпитани три елемента с различни размери, като по този начин се търси влиянието на мащабните фактори.



Фиг. 3. Тестване на тензодози

С тези тестови процедури са определени възможностите за измерване на деформациите в изпитвателните модели и диапазона на деформациите с линейно разпределение. Резултатите са представени на фиг. 4.



Фиг. 3. Работни диаграми на тензодози

4. Заключение

Въз основа на проведените изследвания могат да се направят следните основни заключения:

- Предлаганата тестова процедура чрез използване на тензометрична система позволява да се изследва взаимодействието между пилот и почвен масив.
- Системата е с добра чувствителност (0,1 kN), което е важно условие за дефиниране на тестови натоварвания с малки стойности и изменения.
- Трансдюсерните блокове не са чувствителни към температурни деформации в схема полумост и измененията на корелационните величини (електрическо напрежение [mV]) не показват случайни флукуации (шум).
- Измерването на деформациите е в рамките на очаквания диапазон на достигане на разрушение на земната основа при пилот с диаметър до 200 mm.

След този анализ и предвид факта, че отпуснатите за изграждане на цялостната система средства са редуцирани (недостатъчно средства за акселерометрична система), авторите считат, че предлаганите и опробвани в лабораторни условия образци са подходящи за монтаж в натурни условия и при други проектни ситуации. Друг важен аспект на проектираната и изпълнена система е факта, че тези дози могат успешно да се прилагат при всички видове пилоти и анкери, като себестойността им е далеч под предлаганите на пазара алтернативи.

Благодарности

Настоящата научноизследователска разработка по договор № Д-98/17 – 20.03.2017 г. е подкрепена финансово от Център за научни изследвания и проектиране при УАСГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. БДС EN 1997-1,2. 2004, Еврокод 7. Геотехническо проектиране.
2. *Todorov, M.* “Cyclic Soils Properties”, ISEC-7, volume I, p-p 85-90, Hawaii, June 18-23, 2013, ISBN 13:978-981-07-6679-5.
3. *Tomilson, M. J.* Pile design and construction practice, four edition, E & FN SPON, 1994, ISBN 0-203-23885-0.
4. *Stokoe, K. H., Hoar, R. J.* Variables affecting in-situ seismic measurements, prog. ASCE, specialty conference on EESD, Pasadena, vol. 2, 1978.

EXPERIMENTAL MODEL FOR CYCLIC PILE BEHAVIOR

T. Yankov¹, M. Todorov²

Keywords: soil-pile interaction, cyclic behaviour

ABSTRACT

Deep foundation, as a separate type of foundation structure, is characterized by the transfer of forces from superstructures to deep geological varieties. In the case of cyclic impacts, changes are observed, both in relation to the behaviour of the structure and the change in the stress-strain state of the soil environment and reduction of mechanical properties of soil.

A number of methods over the past few decades have been used to solve the problem of ground-based interaction, and in particular pile structures. Often numerical methods require that special attention is paid to the definitions describing the dynamic interaction model. The multi-parametric nature of this interaction implies the need to complement analytical approaches with explicit empirical comparisons. The preparation of current research aims to achieve clearer and more precise definitions of application of predictive analytical techniques.

¹ Todor Yankov, PhD student, Dept. "Geotechnics", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046

² Miroslav Todorov, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. "Geotechnics", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: miro_todorof@yahoo.com