

УСТРОЙСТВО ЗА ИЗПИТВАНЕ НА АНКЕРИ В УСЛОВИЯТА НА СТАТИЧНО И ДИНАМИЧНО НАТОВАРВАНЕ

И. Марков¹

Ключови думи: анкери, изпитване, земетръсно въздействие

Научна област: земна основа, фундиране и подземно строителство

РЕЗЮМЕ

Представено е устройство за изпитване на мащабни земни инжекционни анкери в условията на статично и динамично натоварване. Устройството е подходящо за изследване на различен тип фундаментни конструкции, армирани насипи, както и за взаимодействие между конструкция и земна основа. Има възможност за изследване на „втечняване на почвите“, тъй като е проектирано водонепропускливо.

Въведение

Поведението на земните инжекционни анкери е добре познато по света. Има публикации през последните 50 години, които описват поведението им в статични условия на натоварване при различен тип почви. Тъй като анкерите служат предимно за укрепване на изкопи, които се смятат за временни конструкции, изследването им на земетръс не е толкова задълбочено. От друга страна, анкерите се използват за укрепване на свлачища, където функцията им е перманентна, а евентуална авария е недопустима. По тази причина са направени серия опити, които изследват поведението на анкери при динамично въздействие.

В статията е представено устройство за изпитване на мащабни анкери в условията на статично и динамично натоварване, проведените опити, както и възможностите за неговото приложение.

¹ Илиян Марков, инж. докторант към катедра „Геотехника“, УАСГ, бул. „Христо Смирненски“ № 1, София 1046

1. Обща схема на устройството

Устройството представлява метална конструкция, в която има възможност за вграждане на несвързана земна основа с обем $0,9 \text{ m}^3$. Вертикалното натоварване се упражнява от крик, който създава натоварване до 80 kPa , което е еквивалентно на 4 – 5 метра геоложки товар. Натоварването в главата на анкера се упражнява чрез система за натоварване, която напруга закотвения анкер с достатъчна за провеждане на изследванията точност.



Фиг. 1. Момент от изпитване на анкер

Динамично въздействие се създава от електромотор, който задвижва шайба с дебалансна тежест. Обороти на електромотора могат да се регулират от честотен инвертор. По този начин се променя динамичното въздействие, което съответства на различно референтно ускорение. Големината на трептенията може да се регулира и от теглото на дебалансната тежест, както и от големината на ексцентрицитета. Предвидени са 6 броя пружини и виброизолационни подложки, за да се изолира предаването на трептението на сградата.

Параметрите са следните:

- електромотор – мощност – 15 kW , обороти – 1500 мин^{-1} ;
- честотен инвертор – променя честотата на тока от 5 до 400 Hz , което е еквивалентно на обороти на електромотора от 140 до 14000 мин^{-1} .

Инверторът има възможност за програмиране, при което се променя поведението на електромотора по един от следните начини:

- постоянни обороти – може да имитира динамично натоварване от машинни фундаменти или циклично натоварване на армиран пътен насип от движещите се автомобили.

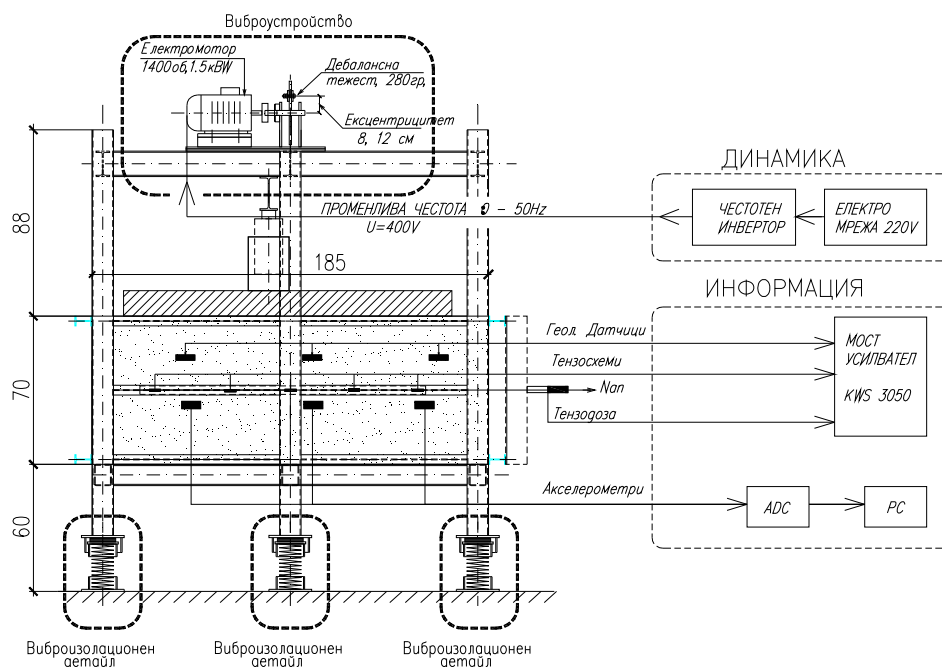
- Увеличаване на оборотите от минимална до максимална стойност – примерно от 0 до 100% за 2 – 3 секунди би имитирало сеизмичен удар.

2. Възможност за отчитане на данни

Устройството е оборудвано с четири типа датчици, от които се получава информация в реално време.

Акселерометри

Има три броя акселерометри, които отчитат ускоренията по трите координатни оси. Те предават информацията на аналогово-цифров преобразувател (АЦП), който в реално време показва ускоренията върху монитора на преносим компютър.



Фиг. 2. Обща схема на устройството

Датчици за геоложки товар

Устройството разполага с три броя датчици за напрежение. Проектирани са като метални цилиндри с основа 72 mm, на която са залепени тензосхеми, производство на фирмата НВМ. Те са свързани по схемата на Уитстънов мост. Относителната деформация на металната мембрана, породена от промяната на геоложкия товар, променя входното напрежение на датчиците и това е показател за големината на товара.

Тензодоза

Тензодозата е датчик, който отчита усилието в главата на анкера. На него са залепени същите тензосхеми.

Тензометрични анкери

Основна величина при взаимодействие между анкер и земна основа е диаграмата на разпределение на напрежението. Тя има форма показана на фиг. 5б. В световната литература има много изследвания, които са доказали тази форма, но само при статичен товар. Една от целите на изследването е да се получи тази диаграма след динамично въздействие върху почвата.

Изработени са 6 броя моделни анкери. На всеки един от тях са залепени в 5 сечения тензосхеми. Те измерват относителното удължение на стоманената армировка на анкера, което чрез закона на Юнг е показател за напрежението в отделното сечение.

Информацията от датчиците за геоложкия товар, тензодозата, както и тензоанкерите се получава от усилвател HMB-KWS3050.

3. Динамично въздействие

Акселерограмите са записани с 2 акселерометъра, които са поставени в защитни кутии в пясъка, на сантиметри от корена на анкера. От тях в реално време се получават ускорения по трите оси на устройството – X, Y и Z.

За множеството опити е използван набор от следните параметри:

- големина на ексцентрицитета – 12 cm.
- тежест на дебаланса – 280 g.



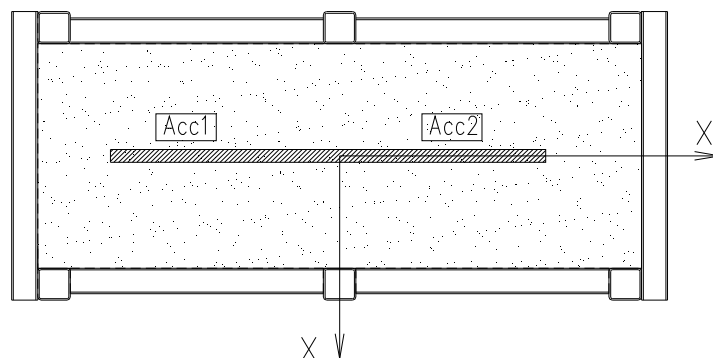
Фиг. 3. Виброустройство

Оборотите на въртене на електромотора (фиг. 2) са регулирани от честотния инвертор. Ускоренията по хоризонталните оси са векторно сумирани до получаване на вектор, наклонен под ъгъл спрямо надлъжната ос на изпитвания анкер.

Получени са следните референтните ускорения, показани в табл. 1:

Таблица. 1. Стойности на максимални референтните ускорения

Обороти на мотора	Акселерометър 1	Акселерометър 2	Прието
840	0,0874 g	0,0945 g	0,09 g
1120	0,1856 g	0,193 g	0,19 g
1400	0,276 g	0,286 g	0,28 g



Фиг. 4. Схема на залагане на акселерометрите

4. Изпитвани мащабни земни анкери

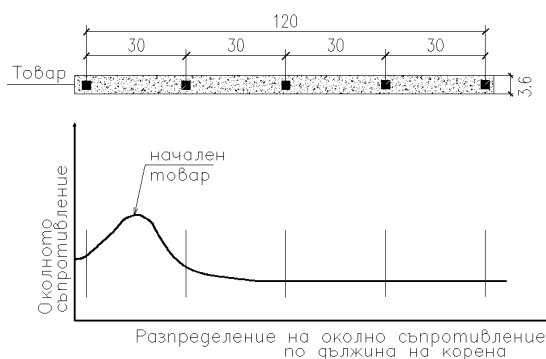
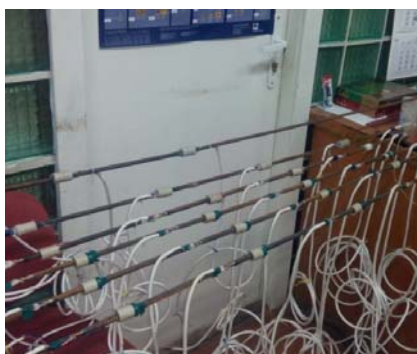
За изследванията са използвани два типа образци – стандартни и такива със залепени датчици за относително удължение на армировката. За да се получат повече резултати от изследването, са използвани две дължини на корена 95 и 120 cm които имитират различно отношение L/D .

Армировката на анкера е изработена от армировъчна стомана S500 с диаметър 8 mm. За корен е използвана гофрирана тръба от PVC, запълнена с цимент. Анкерите са проектирани за многократна употреба.

5. Схема на изпитване на опитни образци

За целта на опитите са използвани 6 броя анкери, които съгласно опитната постановка се изпитват многократно:

- Анкери с диаметър 36 mm, дължина на корена 120 cm – 2 броя инструментални и един брой без тензосхеми.
- Анкери с диаметър 36 mm, дължина на корена 85 cm – 2 броя инструментални и един брой без тензосхеми.



Фиг. 5. Взаимодействие между почва и анкер:

а) инструментирани образци; б) диаграма на разпределение на напреженията

За пълнота изследванията са направени при различни стойности на следните параметри:

- геоложки товар – 25 kPa и 50 kPa;
- ускорение – 0,09 g, 0,19 g, 0,28 g;
- водно съдържание – сух и водонаситен пясък.

6. Възможно приложение на устройството

- определяне на носещата способност на единичен и ивичен фундамент по време на земетръс;
- определяне на коефициента на активен, пасивен и в покой земен натиск по време на земетръс;
- изследване поведението на армирани насипи по време на земетръс;
- взаимодействие между конструкция и земна основа.

Постъпила: април 2015 г.

DEVICE FOR LOAD TESTING OF GROUND ANCHORS BY MEANS OF STATIC AND DYNAMIC LOADS

I. Markov¹

Keywords: *ground anchors, load testing, seismic shaking*

Research area: *ground bed, foundation and underground construction*

ABSTRACT

A device for testing large-scale instrumental ground anchors in terms of static and dynamic loading is presented. The device is suitable for the study of different types of foundation structures, reinforced embankments, as well as the soil-structure interaction. There is an opportunity to study the phenomenon of "liquefaction of soil" as it is designed to be watertight.

¹ Iliyan Markov, Eng. PhD student, Dept. "Geotechnics", UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046

**ГИДРОТЕХНИЧЕСКИ
ФАКУЛТЕТ**

**FACULTY OF
HYDRAULIC ENGINEERING**

