



ПОЛЕВИ ИЗПИТВАНЯ НА ВИНТОВИ ПИЛОТИ В ГЛИНЕСТИ ПОЧВИ

Стойна Любенова Костова

kostova.stoyna@gmail.com

*Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”
ул. „Гео Милев” № 158 София 1574,
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** винтови пилоти, винтови анкери, изпитване, почва, „на място”, глини, полеви изпитвания.*

***Резюме:** В статията е показано изпитване на винтови пилоти „на място“ в глинести почви. Винтовите пилоти и витловите пилоти се прилагат при фундиране на строителни конструкции, за фундаменти подложени на опън, за укрепване на откоси и др. Те са природосъобразни - при тях не се внася бетон в почвата, не се извършват изкопи и почвата може лесно да се възстанови или рекултивира след премахването им. Винтовите пилоти могат да се използват при всякакви видове почви, при наличие на подземни води, замръзнали почви и в трудни за строителство райони. Винтовите пилоти или още наречени винтови анкери са изпитани с действителни размери, такива каквито се използват в практиката. Дължините на изпитваните пилоти са от 0,50 до 1,50 m. При по-малки дълбочини навиването на пилотите се извършва ръчно с подходящо оборудване. Оборудването е изработено специално за провеждане на изпитването. Цялото изпитване се провежда като научен експеримент по научен проект към ВТУ „Тодор Каблешков“ – София. В статията са дадени получените резултати за опънните напрежения, които пилотите могат да понесат. Показани са типовете разрушения, които се наблюдават, видът и големината на разрушените зони в почвата около пилотите. За отчитане на опънните усилия е използван опънен динамометър с обхват 10 тона. Винтовите пилоти се изваждат с автокран. Направени са изводи от извършените проучвания.*

I. УВОД

Според вида на винта анкерните пилоти се разделят главно на два вида - винтови и витлови. Витловите пилоти се изработват с едно или повече витла през определено разстояние. Разделят се на видове в зависимост от броя и разположението на витлата. При две или три витла, разстоянието между витлата се приема повече от три пъти диаметъра на долното витло. При винтовите пилоти имаме един непрекъснат винт от върха към главата до определена дължина. Ширината на винта при винтовите пилоти е от порядъка на 1-3 cm, а при витловите пилоти ширината е по-голяма около 10 cm. Разликата е в употребата на тези видове пилоти. Препоръчително е витловите пилоти

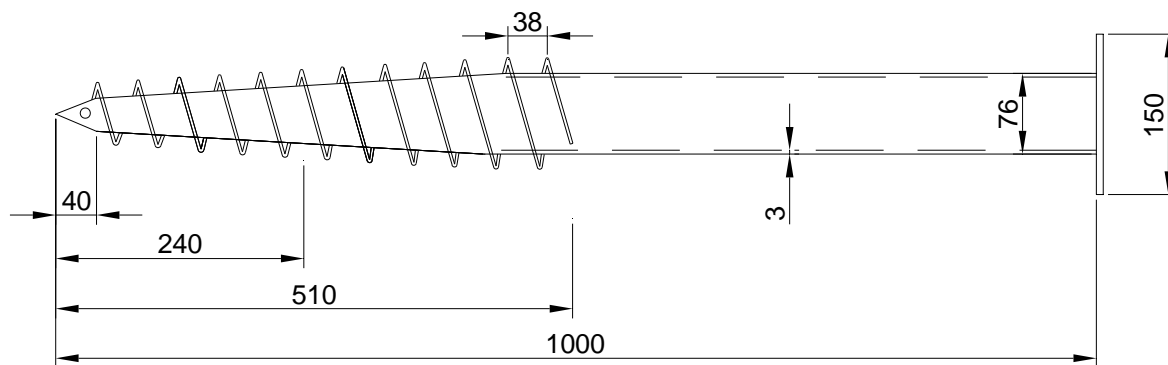
да се употребяват при по-слаби и меки почви, без наличие на по-едри включения от чакълести и каменни фракции, докато винтовите пилоти могат да се завиват и в по-твърди глинести или пясъчливи почви, и във вечно замръзнали почви.

II. ГЕОЛОЖКИ СТРОЕЖ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧНИ ПОКАЗАТЕЛИ НА ПОЧВИТЕ

Почвите на изследвания терен са съвременни и кватернерни отложения. До дълбочина около 40 cm от повърхността се наблюдават съвременни отложения, от глинести рохки почви. Тези почви не са добри за фундиране. Под тях до дълбочини $0,90\text{ m}$ са разположени кватернерни отложения. Представяват жълто-кафяви глини с блокажи от разнозърнести чакъли и изветрял варовик с обемна плътност $1,89\text{ kN/m}^3$, коефициент на порите $e=0,55$ и показател на консистенция $Ic=0,85$, което показва, че глината е в твърдопластична консистенция. Якостта на натиск на глините е 250 kN/m^2 . На дълбочина около $0,90\text{ m}$ са разположени жълто-бели глинести почви смес от двата пласта. Под $1,0\text{ m}$ са разположени варовици, неравномерно здрави изветрели напукани до варовити чакъли с глинест запълнител, с якост на натиск 300 kN/m^2 .

III. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕЖДАНЕ НА ОПИТИТЕ

Преди изпитването от производителя бяха получени данни за носимоспособността на пилотите в полутвърди глинести почви. Винтовите пилоти се използват за конструкции, при които фундаментите са подложени на опън или натиск. Произвеждат се винтови пилоти с различни дължини и диаметри. Диаметрите са от порядъка на 66 до 140 mm , а дължината от 500 mm до 2100 mm . Пилотите, които бяха изпитани са с диаметър на тръбата 76 и 50 mm . Диаметърът е променлив по дължината на пилота. В зоната на винта имаме по малки диаметри. Върхът е заострен, за да се получи по-добро навлизане на пилота в почвата. Винтът започва от върха на пилота. На Фиг. 1 е даден чертеж на изпитания пилот с дължина 1 m .



Фиг. 1. Размери на винтов пилот с дължина 1 m

Подходящо е пилотите да се използват при терени, за които е необходимо да се намали екологичното въздействие върху почвите. При изпълнението на такива фундаменти и укрепвания не се внася бетон в почвата и не се изпълняват изкопи. След премахване на съоръженията имаме по-лесна последваща рекултивация на терените. При използването на винтовите пилоти за укрепване на откоси може да се разчита на достатъчна носимоспособност. Навиването на пилотите се извършва ръчно или с подходяща механизация. Завиването на пилотите в случая е направено на ръка с

помощта на тръби и лостове. При наличието на твърди включения или камъни, с помощта на свредло по-тънко от диаметъра на пилота, предварително се прави водещ отвор в земята. Диаметърът на отвора е от порядъка на 25-30 mm за пилоти с диаметър 76 mm. Изваждането на пилотите е направено с автокран.



а)



б)

Фиг. 2. Провеждане на изпитването
а) отчет по динамометъра; б) изпитан пилот, изтръгнат с автокрана



а)



б)

Фиг. 3. Видове разрушения в почвата
а) разрушение с напукване на почвата; б) изтръгване на пилота около винта

Металните пилоти работят в почвата и съществува голяма вероятност от корозия на метала при контакт с водата в почвите. Затова винтовете пилоти се поцинковат. При пилотите се използва горещо или студено поцинковане. Горещото поцинковане е по-добро, и когато имаме налични вредни примеси в почвените води.

IV. РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗПИТВАНЕТО

При измерване направено на място са отчетени действителните размери на изпитваните пилоти, размера на винта и други параметри, дадени в (Табл.1). При изпитването се наблюдава два типа разрушение на почвата около пилотите (Фиг.3). При първият тип разрушение почвата около пилотите се напуква и повдига, като пукнатините са с размери дадени в (Табл. 2).

Таблица 1

Размери на изпитаните винтови пилоти:

Изпитан винтов пилот	Диаметър в [mm]	Производствена дължина в [mm]	Дължина на винта в [mm]	Измерена дължина в [mm]
Пилот 1	76	1000	450	1000
Пилот 2	76	1000	450	1000
Пилот 3	76	1000	450	1000
Пилот 4	76	1000	470	1000
Пилот 5	76	1000	470	1000
Пилот 6	60	500	250	530

При втория тип разрушение почвата се повдига около пилота, изцяло се разрушава и на повърхността напукване не се наблюдава. При първият тип разрушение се получават доста по-големи опънни сили, които пилотите понасят. При вторият тип на разрушаване се получиха значително по-малки сили, на изтръгване на пилота.

Таблица 2

Носимоспособност на опън на изпитаните винтови пилоти:

Изпитан винтов пилот	Измерена опънна сила [t]	Размери на разрушенията в почвата в [mm]	Дължина на пилота забита в почвата в [mm]
Пилот 1	2.40	890/890	960
Пилот 2	1.20	970/970	960
Пилот 3	2.20	600/400	960
Пилот 4	2.70	560/800	960
Пилот 5	2.40	600/650	960
Пилот 6	0.80	400/450	500

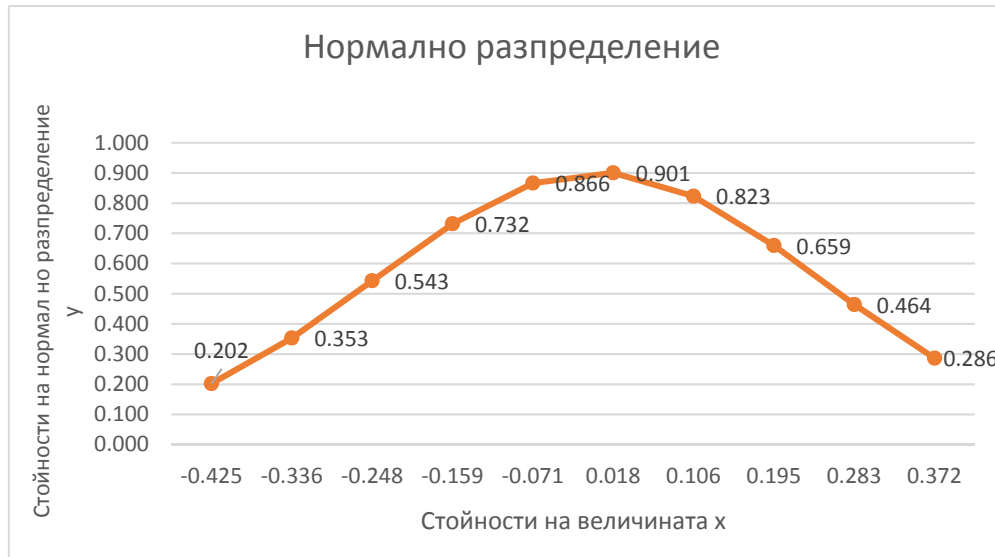
Таблица 3

Обработка на резултатите. Диференциална теоретична и емпирична криви:

средно R_i [t]	измерени оп. сили в [t]	бр. опити n_i	$R_i \cdot n_i$	$R_i - R_m$	$(R_i - R_m)^2 \cdot n_i$	$x = \frac{(R_i - R_m)}{R_m}$	реална крива $w = n_i/n$	$t_i = (R_i - R_m)/S$	$t_i^2/2$	$e^{-t_i^2/2}$	Z_{t_i}	теорет. крива $y = \Delta R_i/S \cdot z_{t_i}$
1.3	1.2	1	1.3	-0.96	0.92	-0.425	0.2	-1.73	1.4965	0.224	0.561	0.202
1.5		0	0	-0.76	0.00	-0.336	0	-1.37	0.9379	0.391	0.980	0.353
1.7		0	0	-0.56	0.00	-0.248	0	-1.01	0.5092	0.601	1.506	0.543
1.9		0	0	-0.36	0.00	-0.159	0	-0.65	0.2104	0.810	2.030	0.732
2.1		0	0	-0.16	0.00	-0.071	0	-0.29	0.0416	0.959	2.404	0.866
2.3	2.2	1	2.3	0.04	0.00	0.018	0.2	0.07	0.0026	0.997	2.499	0.901
2.5	2.4	2	5	0.24	0.12	0.106	0.4	0.43	0.0935	0.911	2.284	0.823
2.7	2.7	1	2.7	0.44	0.19	0.195	0.2	0.79	0.3144	0.730	1.830	0.659
2.9		0	0	0.64	0.00	0.283	0	1.15	0.6651	0.514	1.288	0.464
3.1		0	0	0.84	0.00	0.372	0	1.51	1.1458	0.317	0.795	0.286
		5	11.3		1.232							

$$(1) \quad z_{ti} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t_i^2/2}$$

От направената обработка на резултатите в табл.3 се получава кривата на нормалното разпределение (Фиг. 4).



Фиг. 4. Крива на нормалното разпределение

$$(2) \quad x_m = \frac{\sum_1^n x_i}{n} = \frac{10.9}{5} = 2.18[t]; \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^n (x_i - x_m)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1.328}{4}} = 0.576$$

$$(3) \quad \Delta\sigma = \frac{0.95 \cdot \sigma}{6.28} = 0.0871 \quad \sigma_k = \sigma + \Delta\sigma = 0.576 + 0.0871 = 0.6631$$

$$(4) \quad F = x_m \pm t_\alpha \cdot \frac{\sigma_k}{\sqrt{n-1}} = 2.18 \pm 0.95 \cdot 0.6631 / 2 = 2.18 \pm 0.315$$

Получената от обработка на резултатите опънна сила F е в границите от 1,865 до 2,495 [t].

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опитите открояват следните предимства на винтовите пилоти:

Винтовите пилотни имат лека конструкция, лесен монтаж, демонтаж, значителна опънна носимоспособност (съпоставена с тази на тежък бетонов фундамент). Бърза и лесна рекултивация на терена след демонтаж на върхна конструкция и фундаменти. Не на последно място конкурентна цена на изпълнение.

Недостатъци:

Проблематично монтиране при каменисти и твърди почви. Възможност за компрометиране (огъване) на пилота по време на монтаж. За този размер пилот,

работещ в полутвърда глинеста почва, производителят дава опънна носимоспособност 0,95 t, която се различава от получената от изпитването.

При изпитването получените носимоспособности на опън на пилотите от 1 до 5, които имат еднакви работни дължини се различават. Пилот 2 е с доста ниска носимоспособност 1,2 [t]. Средната носимоспособност на петте пилота с еднакви дължини е 2,18 [t], тук в изчисленията е изключен пилотът с работна дължина 500mm. Получените носимоспособности потвърждават правилото, че при използване на пилотни и опънни фундаменти, е препоръчително да се направят изпитвания „на място“.

Наблюдават се два вида разрушения на почвата. Първият е разрушаване на почвата с подуване и изтръгване на пилота около винта, без напукване на почвата на повърхността. Вторият тип разрушение е с напукване на почвата на повърхността. Пукнатините са насочени радиално и концентрично около центъра на забитият пилот.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] <https://www.zimmereibedarf.com/de/verbindungssysteme/schraubfundamente>

[2] Beim G., Luna C., Results of static and dynamic load tests on helical piles in varved clay of Massachusetts, DFI Journal, Vol.6 No 1, 2012

FIELD TESTS OF SCREW PILES IN CLAY SOILS

Stoyna Kostova

kostova.stoyna@gmail.com

**Todor Kableshkov University of Transport,
158 Geo Milev Str., 1574, Sofia
THE REPUBLIC OF BULGARIA**

Key words: screw piles, screw anchors, testing, soil, "in situ", clays, field tests.

Abstract: The paper presents an "in situ" tests of screw piles in clayey soils. Screw piles and helical anchors (piles) are used in the foundation of building structures, for tensile foundation, to strengthen slopes, etc. They are environmentally friendly - no concrete is added into the soil, no excavation is done, and the soil can be easily restored or reclassified after they are removed. Screw piles can be used in all types of soils, in the presence of groundwater, frozen soils and in difficult areas for building. Screw piles or also called screw anchors are tested with actual sizes as they are used in practice. The lengths of the test piles are from 0.50 to 1.50 m. At shallower depths, the winding of the piles into the ground is done manually with suitable equipment. The equipment is made specifically for the test. The entire test is conducted as a scientific experiment under a scientific project at the „Todor Kableshkov“ University of transport - Sofia. The paper gives the results obtained for the tensile stresses that the piles can bear. The types of cracks observed, the type and size of the damaged areas in the soil around the piles are shown. A tension dynamometer with a range of 10 tons was used to measure the tensile forces. The screw piles are pulled out with a truckcrane. Conclusions have been made from the studies carried out.