

АЛТЕРНАТИВЕН НАЧИН ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НОСИМОСПОСОБНОСТТА ПРИ СОНДАЖНО-ИЗЛИВНИТЕ ПИЛОТИ С ГОЛЯМ ДИАМЕТЪР

Чавдар Колев, Стефан Масларски
stefan_maslarski@abv.bg

*ВТУ „Тодор Каблешков“
гр. София, ул. „Гео Милев“ 158
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** пилот, натоварване, тест, земна основа, статичен*

***Резюме:** В статията се разглежда един алтернативен метод за определянето на носимоспособността при сондажно-изливните пилоти. Пилотите са неделима част от конструкцията. Техните слягания трябва да бъдат в определени граници. Тези лимити могат да бъдат наложени от връхната конструкция.*

Не винаги в практиката има съответствие между слягането на пилотите и нормалната работа на връхната конструкция. Ето защо е необходимо да бъде въведен алтернативен начин за определяне на носимоспособността (в контекста на единството между пилот и конструкция).

Като потвърждение на алтернативния метод са разгледани критично българските (БДС 2419-74) и немските (DIN 1045 2005) норми.

В заключение се доказва, че има необходимост от алтернативен подход при определянето на носимоспособност на пилоти съгласно БДС 2419-74.

1. Увод

Към настоящия момент, при проектирането на пилотните фундаменти от по-голямо значение е определянето носимоспособността, а слягането остава на заден план. За намиране на носимоспособността се използват различни методи. За най-достоверен се счита статичният тест. Преди неговото изпълнение е необходимо да се определи проектното натоварване върху главата на пилота. То се използва като работно по време на целия статичен тест. След приключването му се анализират получените резултати и се съди за поведението на пилота.

В практиката, при някои обекти геоложкия доклад е непълен (не отразява в достатъчна степен реалното състояние на почвата). В такива случаи е необходимо да се прилага статичния метод. Резултатите (за носимоспособност и слягане) от него се считат за меродавни. Обикновено, статичния метод се прилага при отговорните съоръжения. При тях се търси висока степен на сигурност.

Нашите норми за пилотно фундиране [1] възприемат слягането на пилотите като проверка. Американските норми го дефинират като основна проектна величина при определянето на вида и размерите на пилотите. За това докладва *Baker* в своя статия

озаглавена “*Foundation Design and Performance of the World’s Tallest Building, Petronas Towers*” [2].

Това са причините за преразглеждане на начините за определянето на носимоспособността и слягането чрез статични тестове съгласно БДС 2419-74 (доста поостарял вече).

2. Исторически преглед на въпроса за слягането

През годините въпросът относно слягането при пилотните фундаменти е разглеждан многократно и от различни автори.

Според *Punmia, Skempton u Bjerrum* [3] слягането на пилотните фундаменти при свързани почви се определя като сума от три слягания:

$$(1) S = S_i + S_c + S_s$$

S_i – мигновено еластично слягане;

S_c – слягане след консолидация;

S_s – слягане дължащо се на вторична консолидация на глината.

Обикновено мигновеното слягане е резултат от еластичните свойства на свързаните почви. Тази компонента е много съществена при консолидирани и водонаситени свързани почви.

Prakash [4] също разглежда слягането на пилотните фундаменти, но при несвързани почви. Той дефинира общото слягането като сума от две слягания:

$$(2) S = S_1 + S_2$$

S_1 - мигновено слягане, появяващо се директно след прилагането на товара;

S_2 - вторично слягане, следствие на разсейване на порното налягане след дълготрайно прилагане на товара.

3. Настоящо положение в стандарта БДС 2419-74

Към днешна дата, стандарта БДС 2419-74 [5] е все още актуален. Той предлага някои доста спорни разбирания относно определянето на носимоспособността.

Според т. 4.2. „За получените стойности на $R_{изч.}$ се проверява слягането s по кривата. Ако $s > 5 \text{ mm.}$, то за $R_{изч.}$ взима онази сила, при която $s = 5 \text{ mm}$ “

Доста абсурдно твърдение от гледна точка на връхната конструкция. При нея сляганията са от порядъка на 5 до 10 cm. Това е възприето и в националното приложение към Eurocode 7 [6].

Таблица 1(NA.2) - Гранични стойности на равномерните премествания на фундаментите според Eurocode 7 БДС EN 1997-1:2004/NA:2007

	Тип на строителните конструкции и фундаментите	Вид на преместването	Гранична стойност, на преместването в cm
1	Едропанелни безскелетни сгради: а) на ивични фундаменти б) на обща плоча	Средно слягане	5 10
2	Сгради с носещи бетонни (стоманобетонни) стени по системата "Едноразмерен кофраж" на обща плоча	Средно слягане	12
3	Сгради по системата "Пакетно повдигани плочи": а) на единични фундаменти б) на обща плоча	Средно слягане	5 10
4	Скелетни стоманобетонни сгради на единични фундаменти	Максимално абсолютно слягане	6
5	Сгради с носещи тухлени или едроблокови неармирани стени на ивични фундаменти	Средно слягане	6
6	Сгради с тухлени или едроблокови стени, армирани със стоманобетонни пояси по всички етажи и по цялата дължина на сградата	Средно слягане	5
7	Кораби сгради или съоръжения на обща плоча (силози, кули и др.) с височина до 100 m, вкл. и сгради със закоравени конструкции на подземните етажи	Средно слягане	15
8	Едноетажни промишлени сгради на единични фундаменти, а също така и други сгради с подобна конструкция при осово разстояние на колоните: а) $l = 6 \text{ m}$ б) $l = 12 \text{ m}$	Абсолютно слягане	6 8
9	Свободно стоящи кончини на обща плоча	Абсолютно слягане	15
10	Сгради и съоръжения, в чиито конструкции не възникват допълнителни усилия от неравномерни слягания	Максимално абсолютно слягане	12

Също толкова спорен момент в БДС 2419-74 е и т. 4.1. “Изчислителното натоварване се определя по формулата

$$(3) P_{\text{изч.}} = 0,65 \cdot P_{\text{гр.}}$$

Тази формула представлява редуциране на граничната носимоспособност до 65% и приемането на тази стойност за изчислителна. Но защо точно 65%? Защо не 70% или 90%?

Изисква се допълнителна обосновка.

4. Настоящо положение в DIN 1045 2005 стандарта

Положението в DIN 1045 2005 [7] е доста различно. В немският норматив слягането на пилотите е водеща величина. На него е базирана цялата методика при определянето на носимоспособността. Това неминуемо оставя усещането, че немския стандарт (DIN 1045 2005) в голяма степен оценява адекватно носимоспособността.

Като потвърждение е дадена формулата в Annex B, чл. (B2).

$$(4) S_{\text{sg}} = 0,5 \cdot R_{\text{s,k(s)}} + 0,5 < 3,0 \text{ cm.}$$

Слягането (S_{sg}) представлява онази стойност, при която се реализира максимално околно триене. Ако пък се получи слягане повече от 3,0 cm., то за S_{sg} се приема 3,0 cm. Това се прави с оглед връхната конструкция. Просто и практично.

Според DIN 1045 2005, граничното слягане за преодоляване на върховото съпротивление и активизиране на максимално околно триене е 3,0 cm. В нашия БДС 2419-74 се споменат 5 mm или 6 пъти по-малко. Това е значителна разлика.

5. Пример от практиката (фундиране на пътен надлез АМ Струма)

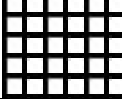
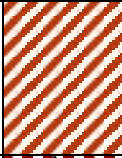
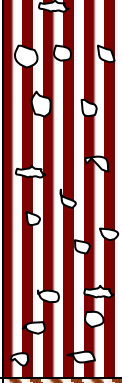
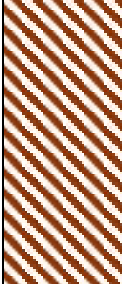
Един подходящ пример е наскоро изпълнен пътен надлез на АМ „Струма“ (снимка 1). Той е фундиран върху изливни стоманобетонни пилоти с диаметър $\phi 120$ cm. Граничното слягане на надлеза определено от проектанта е 15 mm. Това е 3 пъти по-голяма стойност от 5-те mm съгласно действащия БДС 2419-74.

Снимка 1. Изглед на триотворен пътен надлез, фундиран върху изливни пилоти



Геоложкият профил на площадката е показан в таблица 1. Няма повод за притеснения по отношение слягането на надлеза. Няма наличие на льосови или особени почви. Гранично слягане от 15 mm е напълно адекватно с оглед нормалната експлоатация на надлеза.

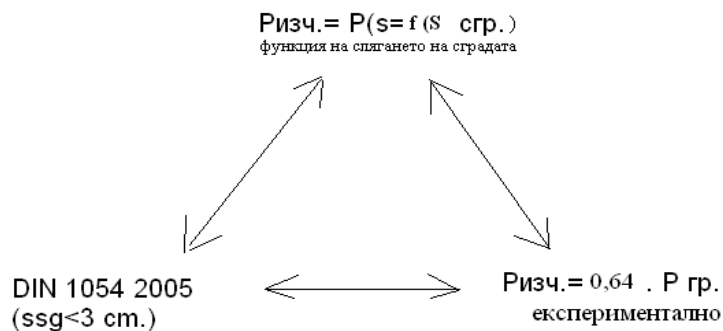
Таблица 1. Сондажна колонка

Геол.ин-декс	Дълбочина, м	Дебели на на пласта м	Лито- ложка колонка	Литолошко описание (визуално)	Пласт №	ПВН м	УВН м	Проба Дълб. м	Забележка
antr Q	0,00 1,30	1,30		Насип от подложен чакъл покрит с асфалт.	1				
alQ _h	1,30 3,00	1,70		Глина, прахова с отделни ръбести чакъли, средно пластична, сиво кафява до кафяво - червеникава.	3.1		2,40	№ 1 2.7 ÷ 2.9	
al-proIQ _h	3,00 8,00	5,00		Глина, чакълеста до заглинени чакъли от дребни до едри (обли), средно до твърдо пластична, сиво - кафява. От 5,20 ÷ 5,40 м. прослойка от чиста глина.	3.2	3,20		№ 1 3.5 ÷ 4.5 (чакъли) № 2 3.3 ÷ 3.5 № 3 7.3 ÷ 7.5	
N ₁	8,00 25,00	17,0		Глина с отделни чакъли, твърдо пластична, светло кафява до кафява с черен впръслек.	9			№ 4 11.0 11.2	Сондирано с диаметър ø 108 mm, на сухо, без обсаждане, на рейсове от 0,30 ÷ 0,50 m

6. Единство на принципите, свързани с алтернативния подход за определяне на носимоспособност

Нагледно са представени основните принципи, които се съблюдават при алтернативния метод. (виж схема 1).

Схема 1. "Троица" от принципи за определяне носимоспособността



При определянето на реалната носимоспособност на пилот следва да отчетем три фактора.

Най-важният от тях е свързаността на пилота и конструкцията. Това неминуемо следва да се вземе предвид. Ограниченията наложени от връхната конструкция би следвало да бъдат водещия фактор при определяне на граничното слягане за пилотите. Следователно то е необходимо да се търси като функция на допустимото слягане на връхната конструкция.

Друг фактор, който следва да бъде отчетен е принципното положение в немските норми DIN 1045. Според цитираната по-горе формула (4), граничното слягане при пилоти е 3,0 cm (с оглед достигане на максимално околоно триене). Тези три сантиметра кореспондират адекватно на таблица 1 (виж по-горе) от националното приложение към Eurocode 7. В него граничните стойности на слягането за конструкцията са от 5 до 12 cm. Следователно, това е необходимо да бъдат граничните стойности за слягането на пилотите.

Третия аргумент са проведените от авторите експерименти. Те са цитирани единствено като краен резултат, тъй като не са обект на настоящата статия.

Изводът от експериментите е формула (2), корелацията между $R_{изч}$ и $R_{гр}$.

$$(5) R_{изч} = 0,64 \cdot R_{гр}$$

Тази формула идва като обосновано потвърждение на споменатата вече т. 4.1. от БДС 2419-74 "Изчислителното натоварване се определя по формулата

$$(6) R_{изч} = 0,65 \cdot R_{гр}$$

Единството на тези три принципа води към адекватното тълкуване на понятието „носимоспособност“ при пилотите.

7. Разлика при пилотните фундаменти под сгради и под мостове

Високите сгради (небостъргачите) често се фундират чрез пилоти. Натоварването върху пилотите им нараства еднократно (до цялостното построяване на сградата). Ето защо при определянето на носимоспособността на пилотите им следва да се отчете единствено стойността от първия цикъл при пробно натоварване.

При мостовете положението стои по друг начин. За леките стоманени мостове временните товари надвишават неколккратно постоянните. Това определя и характера на въздействието върху пилотите им. Редуват се натоварване и разтоварване за кратки периоди от време. Следователно, резултатите получени от II, III и т.н. цикли на статичния тест са меродавни.

8. Изводи

От анализа могат да бъдат направени следните изводи:

1. Необходимо е носимоспособността на пилотите да бъде търсена като функция на граничното слягане на сградата или съоръжението, фундирано върху тях.
2. Слягането на пилотите под сгради е необходимо да бъде определяно от първия цикъл на натоварване при статичния тест. При мостове да се ползват II, III и т.н. цикли.
3. Определянето на слягането на пилотни фундаменти да има задължителен характер.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Норми за проектиране на пилотни фундаменти 1993 г.
- [2]. Baker C., “Foundation Design and Performance of the World’s Tallest Building, Petronas Towers”, Saint Louis, 1998
- [3]. Punmia B., „Soil Mechanics and Foundations”, Delhi, 2005
- [4]. Prakash S., “ Pile Foundation in Engineering Practice”, USA, 1990
- [5] . БДС 2419 - 74 „Фундиране на пилоти. Пробно статично натоварване“, 1974
- [6]. Национално приложение към Eurocode 7 БДС EN 1997-1:2004/NA:2007
- [7]. DIN 1054 2005 Ground Verification of the safety of earthworks and foundations, January 2005

ALTERNATIVE WAY TO EVALUATE BEARING CAPACITIES FOR LARGE DIAMETER BORED PILES

Ch. Kolev, S. Maslarski
stefan_maslarski@abv.bg

*Todor Kableshkov University of Transport,
158 Geo Milev Street, Sofia,
BULGARIA*

Key words: *pile, loading, test, soil, static*

Abstract: *The article shows an alternative way of understanding bearing capacity for large diameter bored piles. The piles are directly connected to the superstructure. The restrictions for pile slumps have to correspond with the superstructure.*

In many practical cases, pile slumps do not correspond to requirements for normal work of the superstructure. Therefore, it is necessary to discuss alternative way of determination of bearing capacity (in the context of the superstructure’s work).

BDS 2419-74 and DIN 1045 2005 regulations are analyzed critically in order to find the “best” way for determination of bearing capacity for bored piles.

In conclusion, an alternative way for determination of bearing capacity is suggested.