



Получена: 09.12.2022 г.

Приета: 23.12.2022 г.

## ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА ПАРАМЕТРИТЕ В ТЕОРИЯТА НА MONONOBE-OKABE

М. Топалска<sup>1</sup>

*Ключови думи:* земен натиск, сеизмично въздействие, Mononobe-Okabe

### РЕЗЮМЕ

В настоящата статия е проведен параметричен анализ по теорията на *Mononobe-Okabe* за кохезивни почви. Изследвано е изменението на коефициентите на земен натиск при сеизмично въздействие  $K_{AE}$  и  $K_{PE}$  и на прилежащите ъгли на наклона на хлъзгателните повърхнини  $\alpha_{AE}$  и  $\alpha_{PE}$ . Компонентите на сеизмичното въздействие са отчетени съгласно предписанията в Еврокод 8. Хоризонталното сеизмично натоварване е определено чрез две характерни за България стойности на псевдостатичното земетръсно ускорение –  $\alpha = 0,23g$  и  $\alpha = 0,32g$ . В резултат е направена оценка за влиянието на параметрите на сеизмичното въздействие, якостните параметри на почвата и експлоатационния товар  $q$  върху стойностите на  $K_{AE}$ ,  $K_{PE}$ ,  $\alpha_{AE}$  и  $\alpha_{PE}$ .

### 1. Въведение

Параметричният анализ е проведен по теорията на *M-O* в съответствие с всички предпоставки и опростявания, които той предполага. Използвана е оригиналната формулировка на *Okabe* за коефициентите на активен и пасивен земен натиск  $K_{AE}$  и  $K_{PE}$  при сеизмично въздействие. Приложената формула (1) за определяне на  $K_{AE}$  се отнася до  $\varphi$ -с (кохезивна) почва и експлоатационен товар  $q \neq 0$  [1].

---

<sup>1</sup> Мария Топалска, инж., кат. „Геотехника“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: [m.topalska12@abv.bg](mailto:m.topalska12@abv.bg)

$$K_{AE} = \frac{\sin(\alpha - \varphi + \psi) \cos(\alpha - \theta) \left[ \cos(\theta - \beta) + \frac{2q}{\gamma H (1 - k_v)} \cos \theta \right]}{\cos 2\theta \cos \psi \sin(\alpha - \beta) \cos(\alpha - \theta - \varphi - \delta)} - \frac{2c}{\gamma H (1 - k_v)} \frac{\cos(\theta - \beta) \cos \varphi}{\cos \theta \sin(\alpha - \beta) \cos(\alpha - \theta - \varphi - \delta)}. \quad (1)$$

Формулировката на *Okabe* за коефициента  $K_{PE}$  при  $\varphi$ -с почва е използвана във вида си, предложен от *Xu & Kannangara* [2]. Формула (2) се отнася за случай на вертикален гръб на стената ( $\theta = 0^\circ$ ), хоризонтален терен ( $\beta = 0^\circ$ ) и отсъствие на товар ( $q = 0$ ).

$$K_{PE} = \frac{\cos \alpha_c \sin(\alpha_c + \varphi - \psi)}{\cos \psi \sin \alpha_c \cos(\delta + \alpha_c + \varphi)} + \frac{(2c \cos \varphi \cos \psi) / \gamma H (1 - k_v)}{\cos \theta \sin \alpha_c \cos(\delta + \alpha_c + \varphi)}. \quad (2)$$

За изследването на влиянието на параметрите на сеизмичното въздействие и якостните параметри на почвата върху ъглите на критичните хлъзгателни повърхнини за АЗН  $\alpha_{AE}$  и за ПЗН  $\alpha_{PE}$  по теорията на *M-O* са използвани изразите (3 – 4), дефинирани от *Zarrabi-Kashani* [3].

$$\alpha_{AE} = \varphi - \psi + \tan^{-1} \left[ \frac{-\tan(\varphi - \psi - \beta) + C_{1E}}{C_{2E}} \right], \quad (3)$$

$$\alpha_{PE} = \psi - \varphi + \tan^{-1} \left[ \frac{\tan(\varphi + \psi + \beta) + C_{3E}}{C_{4E}} \right], \quad (4)$$

където  $C_{1E}$ ,  $C_{2E}$ ,  $C_{3E}$  и  $C_{4E}$  са тригонометрични функции на ъглите  $\varphi$ ,  $\psi$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\theta$ .

В настоящото параметрично изследване вниманието е насочено към изменението на коефициентите на земен натиск  $K_{AE}$  и  $K_{PE}$  и на ъглите на хлъзгателните повърхнини  $\alpha_{AE}$  и  $\alpha_{PE}$ , в контекста на регламентираните в момента за България параметри на сеизмично въздействие. Земетръсният коефициент  $k_h$ , в съответствие с [5], се определя от максималното псевдостатично земетръсно ускорение  $\alpha$  и от коефициентите  $S$  и  $r$ , зависещи от коравината съответно на почвата и на подпорната конструкция (5).

$$k_h = \alpha \frac{S}{r}, \quad (5)$$

където  $\alpha$  е максимално референтно ускорение;

$S$  – почвен коефициент в зависимост от земната основа;

$r$  – коефициент, отразяващ вида и коравината на подпорната конструкция.

За псевдостатичното земетръсно ускорение са приети две характерни за територията на България стойности  $\alpha = 0,23g$  и  $\alpha = 0,32g$  ( $g$  – земното ускорение). Стойността за  $k_v$  се определя от зависимостта  $k_v = \pm 0,5k_h$ , регламентирана в [5], а за коефициентите  $S$  и  $r$  са приети стойности 1.

## 2. Влияние на параметри върху коефициента $K'_{AE}$ и ъгъла $\alpha_{AE}$ за активен земен натиск

На фиг.1 са представени графично зависимостите съответно на коефициента  $K_{AE}$  и на ъгъла  $\alpha_{AE}$  от ъгъла на вътрешно триене на почвата  $\varphi$ , при наличие и при отсъствие на вертикална компонента на сеизмичното въздействие. Аналогична зависимост на коефициента  $K_{AE}$  от кохезията на почвата  $c$  е представена на фиг. 2. На фиг. 2 също така са дадени графики на изменението на коефициента  $K_{AE}$  в зависимост от отношението  $\varphi/c$  и интензивността на товар  $q$  върху терена.

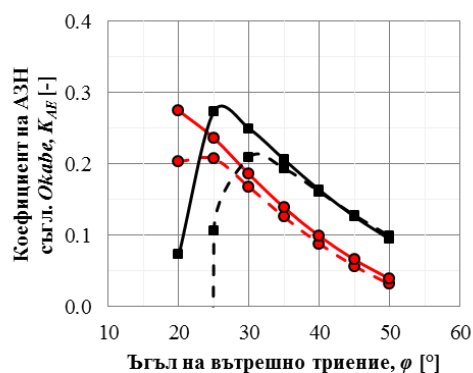
В табл. 1 и табл. 2 са поместени стойностите на входните параметри, приети за оформяне на графиките на коефициента на активен земен натиск  $K_{AE}$  и ъгъла на критичната хлъзгателна повърхнина  $\alpha_{AE}$ .

Таблица 1. Входни параметри за оформяне на графиките по фиг. 1

Входни параметри					Входни параметри – фиг. 1 (б)						
$H$	5,0	m	$\beta$	0,0	$\delta$	$1/3\varphi$	$^\circ$	-	-	-	-
$\gamma$	18,5	kN/m <sup>3</sup>	$\theta$	0,0	$\beta$	0,0	$^\circ$	-	-	-	-
$\delta$	$1/3\varphi$	$^\circ$	$q$	10,0	$\theta$	0,0	$^\circ$	-	-	-	-

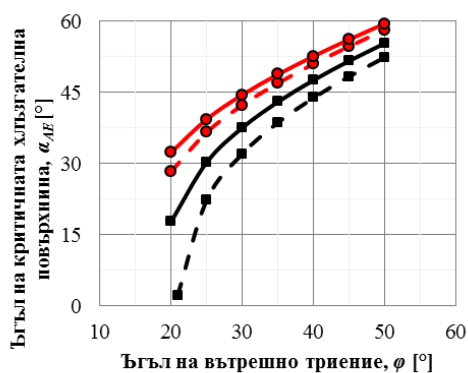
Таблица 2. Входни параметри за оформяне на графиките по фиг. 2

Входни параметри – фиг. 2 (а)						Входни параметри – фиг. 2 (б)					
$H$	5,0	m	$\theta$	0,0	$^\circ$	$H$	5,0	m	$\beta$	0,0	$^\circ$
$\gamma$	18,5	kN/m <sup>3</sup>	$q$	10,0	kN/m	$\gamma$	18,5	kN/m <sup>3</sup>	$\theta$	0,0	$^\circ$
$\delta$	$1/3\varphi$	$^\circ$	$k_h$	0,23	-	$\varphi$	25,0	$^\circ$	$k_h$	0,23	-
$\beta$	0,0	$^\circ$	$k_v$	0,0	-	$\delta$	$1/3\varphi$	kPa	$k_v$	0,0	-



—●—  $kh=0.23, kv=0.5kh$  —●—  $kh=0.23, kv=0$   
 -■-  $kh=0.32, kv=0.5kh$  -■-  $kh=0.32, kv=0$

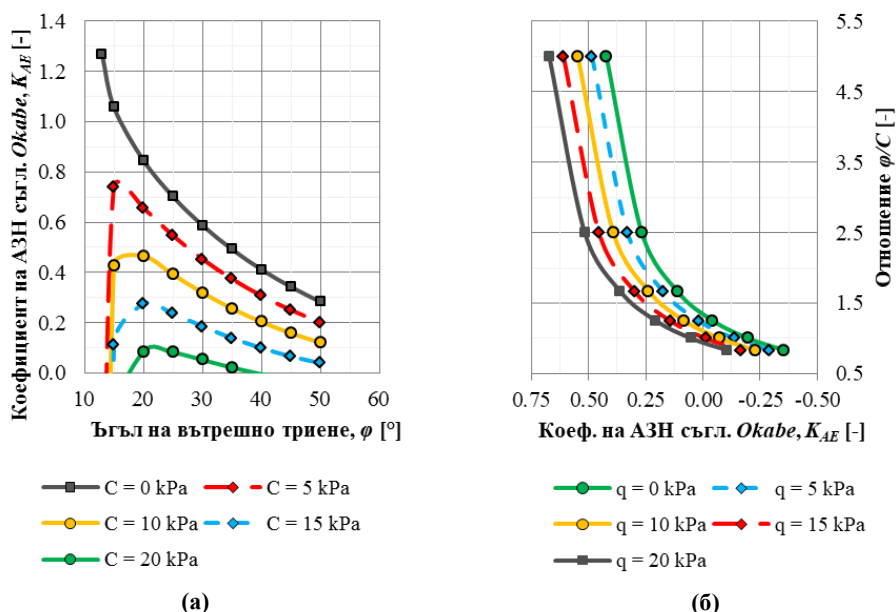
(а)



—●—  $kh=0.23, kv=0.5kh$  —●—  $kh=0.23, kv=0$   
 -■-  $kh=0.32, kv=0.5kh$  -■-  $kh=0.32, kv=0$

(б)

Фиг. 1. Изменение на  $K_{AE}$  (а) и  $\alpha_{AE}$  (б) в зависимост от ъгъл  $\varphi$  и коефициентите  $k_h$  и  $k_v$  по теорията на М-О



Фиг. 2. Изменение на  $K_{AE}$  в зависимост от кохезията  $c$  (а) и отношение  $\phi/c$  (б)

От анализа на приложените графики може да се констатират следните положения:

- При увеличаване на ъгъла на вътрешно триене на почвата  $\phi$  (при константни други параметри) коефициентът  $K_{AE}$  намалява. Това заключение е предвидимо, тъй като ъгълът  $\phi$  е един от якостните параметри на почвата и неговото увеличаване води до увеличаване на носимоспособността на почвата. Графиките  $K_{AE} - \phi$  са с малка кривина, т.е. градиентът на функцията е близък до константа, което означава, че коефициентът  $K_{AE}$  намалява пропорционално с намаляването на ъгъла  $\phi$ . Тази зависимост става по-изразителна с нарастване на стойността на кохезията, фиг. 2(a);

- При повишаване на стойностите на кохезията на почвата  $c$  (при константни други параметри) коефициентът  $K_{AE}$  намалява. Това заключение, по аналогични на предходното заключение съображения, също е предвидимо. Резултатите на фиг. 2(a) показват, че при коефициенти на хоризонтално и вертикално земетръсно ускорение, съответно  $k_h = 0,23$  и  $k_v = 0$ , и стойности на кохезията  $c > 20$  kPa коефициентът на активен земен натиск намалява до стойности  $K_{AE} < 0,1$ ;

- Прилагането на товар  $q$  върху терена увеличава коефициента  $K_{AE}$  (фиг. 2(a)). При коефициенти  $k_h = 0,23$ ,  $k_v = 0$  и товар  $q = 20$  kPa коефициентът  $K_{AE}$  нараства с 0,25 единици спрямо този без товар, като стойността на нарастването не се влияе от якостните параметри на почвата  $\phi$  и  $c$ . Последната констатация означава, че процентното изражение на нарастването на коефициента  $K_{AE}$ , вследствие на прилагането на товар  $q$ , е в широки граници и конкретната му стойност зависи от големината на  $K_{AE}$ , при  $q = 0$  (базова стойност). Например, при базова стойност  $K_{AE,q=0} = 0,25$  нарастването с 0,25 единици представлява 100 % увеличение, докато при базова стойност  $K_{AE,q=0} = 0,5$  същото нарастване представлява 50 % увеличение.

- Ъгълът на хлъзгателната повърхнина  $\alpha_{AE}$  расте с нарастването на ъгъла на вътрешно триене на почвата  $\phi$  (фиг. 1(б)), което респективно означава, че силата на активния земен натиск намалява, защото по-малък обем почва упражнява натиск върху подпорното съоръжение. Още повече, градиентът на функцията за  $\alpha_{AE}$  нараства с

нарастване на интензивността на сеизмичното въздействие. При стойности на земетръсни коефициенти  $k_h = 0,23$  и  $k_v = 0$  и промяна на ъгъл  $\varphi$  от  $20^\circ$  на  $40^\circ$ , ъгълът  $\alpha_{AE}$  нараства 1,6 пъти, изменяйки се от  $33^\circ$  на  $53^\circ$  (т.е. нарастването на  $\alpha_{AE}$  е с 60 %). Докато, при същата промяна на ъгъл  $\varphi$  и земетръсни коефициенти  $k_h = 0,32$  и  $k_v = 0$ , ъгълът  $\alpha_{AE}$  нараства 2,6 пъти, изменяйки се от  $18^\circ$  до  $48^\circ$  (т.е. нарастването на  $\alpha_{AE}$  е със 160%). Още повече, на фиг. 1(б) се забелязва, че при високи стойности на ъгъла  $\varphi$  интензивността на сеизмичното въздействие влияе много малко върху стойността на ъгъла  $\alpha_{AE}$ .

- **При повишаване на интензивността на сеизмичното въздействие (при константни други параметри) коефициентът  $K_{AE}$  расте.** При приетите данни за изследването промяната на земетръсното ускорение от  $0,23g$  на  $0,32g$  транслира кривата за коефициента  $K_{AE}$  на фиг. 1(а) във вертикална посока нагоре с 0,06 единици. В процентно изражение нарастването на коефициента  $K_{AE}$  е от 30 % до 70 %, като най-голямата стойност на  $K_{AE}$  съответства на най-голямата стойност на ъгъла  $\varphi$ .

- **При повишаване на интензивността на сеизмичното въздействие ъгълът на хлъзгателната повърхнина  $\alpha_{AE}$  намалява** – фиг. 1(б). Това означава, че расте обемът на въвличената почвена маса във взаимодействието с подпорното съоръжение, при което се повишава коефициентът  $K_{AE}$ . Намаляването на ъгъла  $\alpha_{AE}$  е по-интензивно при по-високи стойности на земетръсното ускорение и при по-ниски стойности на ъгъла  $\varphi$ . Например, за почва с ъгъл  $\varphi = 25^\circ$ , при промяна на стойностите на земетръсните коефициенти от  $k_h = 0,23$  и  $k_v = 0,5k_h = 0,115$  на  $k_h = 0,32$  и  $k_v = 0,5, k_h = 0,16$ , ъгълът  $\alpha_{AE}$  намалява от  $37^\circ$  до  $22^\circ$  (т.е. намаляването на  $\alpha_{AE}$  е с 40 %). Докато за почва с  $\varphi = 40^\circ$ , при същата промяна на стойностите на параметрите на земетръсното ускорение, ъгълът  $\alpha_{AE}$  намалява от  $51^\circ$  до  $44^\circ$  (т.е. намаляването на  $\alpha_{AE}$  е с 15 %).

- **Приносът на вертикалната компонента  $k_v$  на сеизмичното въздействие за стойността на коефициента  $K_{AE}$  е несъществен и може да се пренебрегне** – фиг. 1(а). В случая, вертикалната компонента е с посока  $k_v \uparrow$  и коефициентът  $K_{AE}$  се намалява спрямо получения при „чистото“ хоризонтално въздействие ( $k_v = 0$ ). Намаляването възлиза максимум на стойност 0,01 единици. Респективно, при вертикална компонента  $k_v \downarrow$  приносът от 0,01 ще бъде в посока увеличаване на коефициента  $K_{AE}$ . Предвид факта, че коефициентът  $K_{AE}$  приема стойности  $< 1$ , корекцията в стойността на  $K_{AE}$  с 0,01 теоретично е под 10 %.

### 3. Влияние на параметри върху коефициента $K_{PE}$ и ъгъла $\alpha_{PE}$ за пасивен земен натиск

На фиг. 3 са представени графики за коефициента  $K_{PE}$ , в зависимост от изменението на якостните параметри на почвата, при двете характерни за България стойности на земетръсно ускорение –  $0,23g$  и  $0,32g$ . При същите стойности на сеизмично въздействие, на фиг. 4 е представена зависимостта на ъгъла  $\alpha_{PE}$  от ъгъла на вътрешно триене на почвата  $\varphi$ .

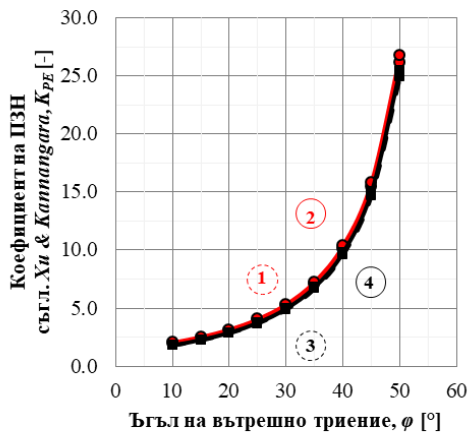
В табл. 3 и табл. 4 са поместени стойностите на входните параметри, приети за оформяне на графиките на коефициента на пасивен земен натиск  $K_{PE}$  и ъгъла на критичната хлъзгателна повърхнина  $\alpha_{PE}$ .

**Таблица 3. Входни параметри за оформяне на графиките по фиг. 3**

Входни параметри – фиг. 3 (а)						Входни параметри – фиг. 3 (б)					
$H$	5,0	m	$c$	15,0	kPa	$\delta$	$1/3\varphi$	°	-	-	-
$\gamma$	18,5	kN/m <sup>3</sup>	$\beta$	0,0	°	$\beta$	0,0	°	-	-	-
$\delta$	$1/3\varphi$	°	$\theta$	0,0	°	$\theta$	0,0	°	-	-	-

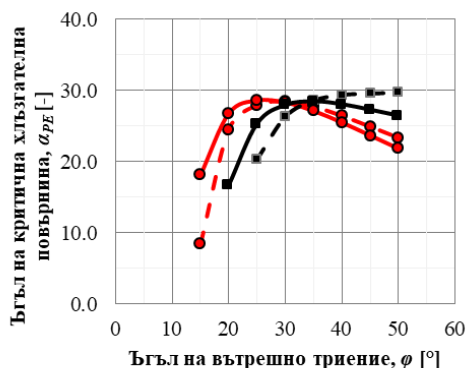
Таблица 4. Входни параметри за оформяне на графиките по фиг. 4

Входни параметри					
$H$	5,0	m	$\beta$	0,0	°
$\gamma$	18,5	kN/m <sup>3</sup>	$\theta$	0,0	°
$\delta$	1/3 $\varphi$	°	$k_h/k_v$	0,23/0	-



—●—  $k_h=0.23, k_v=0.5k_h$  —●—  $k_h=0.23, k_v=0$   
 —■—  $k_h=0.32, k_v=0.5k_h$  —■—  $k_h=0.32, k_v=0$

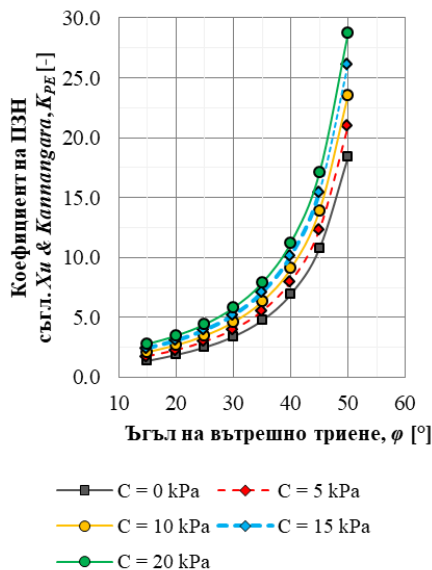
(а)



—●—  $k_h=0.23, k_v=0.5k_h$  —●—  $k_h=0.23, k_v=0$   
 —■—  $k_h=0.32, k_v=0.5k_h$  —■—  $k_h=0.32, k_v=0$

(б)

Фиг. 3. Изменение на  $K_{PE}$  (а) и  $\alpha_{PE}$  (б) в зависимост от ъгъл  $\varphi$  и коефициентите  $k_h$  и  $k_v$  по теорията на  $M-O$



—■—  $C = 0$  kPa —◆—  $C = 5$  kPa  
 —●—  $C = 10$  kPa —◆—  $C = 15$  kPa  
 —●—  $C = 20$  kPa

Фиг. 4. Изменение на  $K_{PE}$  в зависимост от ъгъл  $\varphi$  и кохезия  $c$

От анализа на приложените графики за изменението на  $K_{PE}$  може да се констатира следните положения:

- При увеличаване на ъгъла на вътрешно триене на почвата  $\varphi$  (при константни други параметри) коефициентът  $K_{PE}$  расте (фиг. 3(а) и фиг. 4). Графиките на тези фигури имат изразителен вдлъбнат вид, което показва, че зависимостта  $K_{PE} - \varphi$  не е пропорционална и с увеличаване на ъгъла  $\varphi$  стойността на коефициента  $K_{PE}$  нараства поинтензивно.

- При увеличаване на стойностите на кохезията на почвата  $c$  (при константни други параметри) коефициентът  $K_{PE}$  расте (фиг. 4), като при почви с по-голям ъгъл на вътрешно триене се наблюдава по-голямо нарастване на коефициента  $K_{PE}$ , при еднакво нарастване на стойността на кохезията. Резултатите на фиг. 4 показват, че при стойности на земетръсни коефициенти  $k_h = 0,23$  и  $k_v = 0$  и стойности на кохезията  $c > 20$  kPa коефициентът  $K_{PE}$  се увеличава с  $> 50$  %.

- При повишаване на интензивността на сеизмичното въздействие (при константни други параметри) коефициентът  $K_{PE}$  намалява (фиг. 3(а)). При повишаване на стойността на коефициента  $k_h$  от 0,23 до 0,32 намаляването на стойността на  $K_{PE}$  е много малко – то варира в границите 5 – 11 %, като по-голямата редукция на  $K_{PE}$  се наблюдава при почви с ниски стойности на ъгъла на вътрешно триене  $\varphi$ . От сравняването на графиките на фиг. 1 и фиг. 3 следва изводът, че при вариране на параметрите на сеизмичното въздействие в рамките на регламентираните в нашите нормативни документи стойности коефициентът  $K_{PE}$  се влияе много по-слабо в сравнение с коефициента  $K_{AE}$ .

- Приносът на вертикалната компонента  $k_v$  на сеизмичното въздействие в стойността на коефициента  $K_{PE}$  е несъществен и може да се пренебрегне (фиг. 1). Той възлиза на максимум 3 % спрямо стойността на  $K_{PE}$  при „чистото“ хоризонтално сеизмично въздействие ( $k_v = 0$ ).

- При повишаване на интензивността на сеизмичното въздействие ъгълът на хлъзгателната повърхнина  $\alpha_{PE}$  се увеличава (фиг. 3(б)). Стойностите за ъгъла на хлъзгателната повърхнина  $\alpha_{PE}$  при вариране на ъгъла  $\varphi$  и на коефициентите  $k_h$  и  $k_v$  се разпределят в сравнително малък диапазон. При приетите данни разпределението на стойностите на  $\alpha_{PE}$  е ветрилообразно, като от него се открояват два участъка, равностойни като дължина по отношение на стойностите на ъгъла  $\varphi$ . Първият участък се отнася за стойности на ъгъла  $\varphi > 30^\circ$ , където графиките показват логични тенденции, а именно: при увеличаване на ъгъла  $\varphi$   $\alpha_{PE}$  намалява; при увеличаване на интензивността на сеизмичното въздействие  $\alpha_{PE}$  расте; при отчитане на вертикално земетръсно въздействие  $\alpha_{PE}$  се увеличава. Вторият участък се отнася за стойности на ъгъла  $\varphi < 30^\circ$ . Там се получават нелогични стойности и тенденции на зависимости за ъгъла  $\alpha_{PE}$ , което следва да се обясни с несъвършенствата на теорията на  $M-O$ .

## 4. Заключение

От проведеното параметрично изследване на теорията на  $M-O$  за псевдостатичен земен натиск при земетръс могат да се изведат следните обобщения:

- параметричните зависимости за АЗН по теорията на  $M-O$  имат логически обоснован вид, което утвърждава нейната адекватност и приложимост;

- параметричните зависимости за ПЗН по теорията на  $M-O$  показват наличие на аномалии и нелогически тенденции, което е признак за нейната безусловна приложимост;

- тълът на вътрешно триене на почвата е параметърът с най-голямо влияние върху коефициентите на активен и пасивен земен натиск при земетръс;
- кохезията на почвата намалява коефициента на активен земен натиск при земетръс и увеличава коефициента на пасивен земен натиск при земетръс;
- външният товар върху терена увеличава земния натиск, като размерът на увеличението се определя от интензивността на товара и не зависи от якостните параметри на почвата;
- вертикалната компонента на земетръсното натоварване е пренебрежимо малка и може да не се взема предвид. Изводът за несъществен принос на вертикалната компонента на сеизмичното въздействие се основава на факта, че функцията на вертикалните земетръсни ускорения има фазова разлика спрямо функцията на хоризонталните земетръсни ускорения, при което техните ефекти на въздействие не се наслаждат;
- увеличаването на интензитета на сеизмичното въздействие води до увеличаване на активния и намаляване на пасивния земен натиск, като влиянието върху активния земен натиск е по-голямо. При нарастване на земетръсно ускорение от 0,23g до 0,32g (стойности, характерни за територията на България), коефициентът на активен земен натиск нараства с ~50 %, а коефициентът на пасивен земен натиск намалява с ~10 %.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Agusti, G. C., Sitar, N.* Seismic Earth Pressure on Retaining Structures with Cohesive Backfill. Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Berkeley, 2013.
2. *Xu, S-Y, Kannangara, M.* Semi-Analytical Approach to Evaluate Seismic Passive Earth Pressures Considering the Effects of Soil Cohesion and a Curvilinear Failure Surface. // Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, American Society of Civil Engineers, 2017, 143(9): 06017011.
3. *Zarrabi-Kashani, K.* Sliding of Gravity Retaining Wall during Earthquakes Considering Vertical Acceleration and Changing Inclination of Failure Surface. Department of Civil Engineering, Georgia Institute of Technology, 1978.
4. *Kramer, S.* Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, 1996.
5. BDS EN 1998-5:2005/NA:2012/Izmenenie 1:2015. Evrokod 8: Proektirane na konstruktsiite za seizmichni vazdeystvia. Chast 5: Fundamenti, podporni konstruktsii i geotehnicheski aspekti. Natsionalno prilozhenie (NA). Izmenenie 1, 2015.
6. *Anderson, D., Martin, G., Lam, I., Wang, J. N.* Seismic Analysis and Design of Retaining Walls, Buried Structures, Slopes and Embankments. Transportation Research Board, Washington, D. C., 2008.

# THE INFLUENCE OF PARAMETER VALUES ON THE MONONOBE-OKABE THEORY

M. Topalska<sup>1</sup>

**Keywords:** earth pressure, seismic impact, Mononobe-Okabe

## ABSTRACT

The present paper conducts a parametric study based on the *Mononobe-Okabe* theory for cohesive soils. For this purpose, a planar failure model for active and passive earth pressure is applied. The change of the earth pressure coefficients under seismic impact  $K_{AE}$  and  $K_{PE}$  and of the slope of the sliding surfaces  $\alpha_{AE}$  and  $\alpha_{PE}$  are investigated. The components of the seismic impact are accounted in accordance with Eurocode 8. The horizontal seismic load is determined by two values of the pseudo-static earthquake acceleration typical for Bulgaria –  $\alpha = 0,23g$  and  $\alpha = 0,32g$ . As a result, an assessment is made of the influence of seismic impact parameters, soil strength parameters and service load  $q$  on the values of  $K_{AE}$ ,  $K_{PE}$ ,  $\alpha_{AE}$  and  $\alpha_{PE}$ .

---

<sup>1</sup> Maria Topalska, Eng., Dept. “Geotechnics”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: [m.topalska12@abv.bg](mailto:m.topalska12@abv.bg)