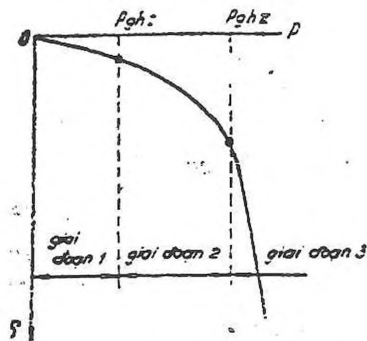


ẢNH HƯỞNG CỦA LỖI ĐẤT DƯỚI ĐÁY MÓNG ĐỐI VỚI SỰ PHÂN BỐ ỨNG SUẤT TRONG NỀN ĐẤT

LÊ QUÝ AN

NHƯ ta đã biết, kết quả nghiên cứu nền đất cho thấy, đường cong quan hệ giữa áp lực đáy móng p và độ lún S có thể chia thành ba phần, ứng với ba giai đoạn của quá trình tăng tải (hình 1).



Hình 1

Hiện nay, khi tính toán ứng suất trong nền đất, người ta dùng các công thức của lý thuyết đàn hồi áp dụng đối với nửa không gian biến dạng tuyến tính. Kết quả tính toán đó tương đối phù hợp với kết quả thí nghiệm, khi áp lực đáy móng không lớn, tức là tương ứng với giai đoạn 1 của quá trình tăng tải. Giai đoạn này còn gọi là giai đoạn nén chặt và được đặc trưng bởi quan hệ tuyến tính giữa p và S [1].

Theo quy phạm thiết kế nền móng, áp lực thực tế dưới đáy móng không được vượt quá áp lực tiêu chuẩn, là áp lực tương ứng với sự phát triển không đáng kể của khu vực biến dạng dẻo.

Thực chất của việc quy định này là hạn chế sự làm việc của nền đất trong phạm vi của giai đoạn 1, và có như vậy thì khi tính toán độ lún của nền đất, mới được dùng các công thức của lý thuyết đàn hồi áp dụng cho môi trường biến dạng tuyến tính [2]. Với ý nghĩa đó cũng có thể coi áp lực tiêu chuẩn tải trọng giới hạn P_{gh} của giai đoạn 1 hoặc gọi là giới hạn tuyến tính.

Kinh nghiệm cho thấy rằng, đối với các loại đất tốt, cách tính toán nói trên ô phần quá thiên về an toàn và chưa tận dụng được khả năng chịu tải của đất nền. Thực ra, lúc đó nếu áp lực đáy móng có vượt quá trị số tiêu chuẩn (cũng tức là P_{gh}) một chút, độ lún cũng chưa tăng nhiều và nền cũng chưa thể tiến tới trạng thái phá hoại được.

Nhưng nếu muốn tính toán nền đất khi p vượt quá P_{gh} , tức là khi nền đất làm việc ở phần đầu của giai đoạn 2, thì phải giải quyết một số vấn đề như: cách xác định đặc trưng biến dạng của nền và trạng thái ứng suất—biến dạng của nền giai đoạn 2

Trong bài này, chúng tôi xin đề nghị một phương pháp tính toán ứng suất khi $P_{gh} < p < P_{ghII}$.

Đặc điểm của giai đoạn 2 là sự hình thành các khu vực biến dạng khác nhau và có hiện tượng tập trung ứng suất ở khu vực gần đáy móng. Ở đây, ứng suất thẳng đứng lớn hơn cả trị số trung bình của áp lực đáy móng từ 20% đến 90% [3]. Đặc biệt cần nêu lên sự hình thành của lõi đất hình nêm. Nhiều công trình nghiên cứu đã cho thấy rằng lõi đất hình thành và phát triển dần dần, có hình tam giác cân, với chiều cao bằng $(0,5 \div 1,0) b$; b là chiều rộng đáy móng.

Có thể cho rằng, lúc mới bắt đầu tăng tải, áp lực được truyền trực tiếp từ đáy móng xuống nền đất và khi đã hình thành lõi đất thì lõi đất tác động như một bộ phận của móng, di chuyển cùng với móng, vì vậy áp lực lúc này được truyền từ cạnh lõi đất xuống nền. Do đó sự tồn tại của lõi đất đã gây nên tình hình ứng suất tập trung và những biến dạng lớn ở khu vực tiếp giáp.

Sơ đồ tính toán ứng suất trong trường hợp bài toán phẳng được dựa trên những giả định sau đây :

1. Lõi đất có hình tam giác cân, với góc ở đỉnh là góc vuông. Sự hình thành của nó tiến hành trong giai đoạn 2 của quá trình tăng tải giới hạn bởi các tải trọng P_{gBI} và P_{gBII} . Điều đó cũng có nghĩa là góc α ở đáy lõi đất tăng từ 0° đến $\frac{\pi}{4}$ khi tải trọng p tăng từ P_{gBI} đến P_{gBII} .

2. Trị số của P_{gBI} được xác định theo công thức tính toán áp lực tiêu chuẩn, còn P_{gBII} thì theo công thức của lý thuyết cân bằng giới hạn thí dụ công thức của Bêrê-zantsev.

3. Lõi đất tác dụng như một móng hình nêm. Áp lực ở mặt đáy lõi phân bố theo quy luật đường thẳng^(*). Áp dụng công thức của lý thuyết cân bằng giới hạn, có thể giả

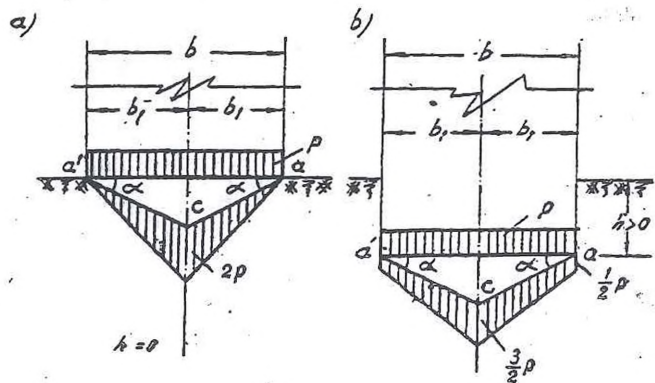
định rằng giản đồ thành phần thẳng đứng của áp lực đáy lõi có dạng tam giác (khi độ sâu chôn móng $h = 0$) hoặc hình thang (khi $h > 0$) (hình 2).

Ta hãy xét trường hợp $h = 0$.

Dùng công thức Melan để tính toán ứng suất khi có một lực thẳng đứng, tác dụng tại một điểm ở độ sâu l trong nền đất (hình 3, a)

$$\sigma_z = \frac{P}{\pi} \left\{ \frac{m+1}{2m} \left[\frac{(z-l)^3}{R_1^4} + \frac{(z+l)[(z+l)^2 + 2lz]}{R_2^4} - \frac{8lz(l+z)x^2}{R_2^6} \right] + \frac{m-1}{4m} \left[\frac{z-l}{R_1^2} + \frac{3z+l}{R_2^2} - \frac{4zx^2}{R_2^4} \right] \right\} \quad (1)$$

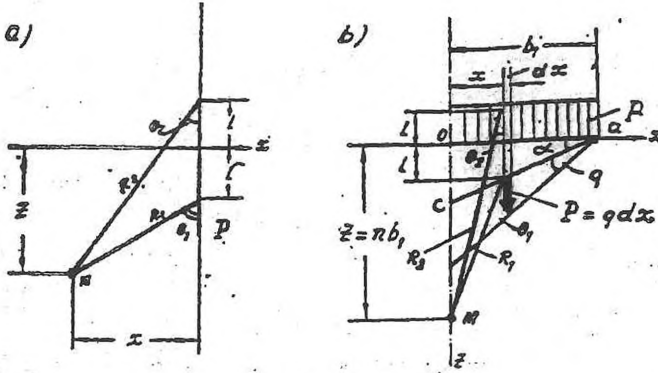
^(*) Điều này cũng đã được chứng minh trong công trình nghiên cứu thực nghiệm của Karas A. U [7].



Hình 2

trong đó $m = \frac{1-\mu}{\mu}$;

μ - hệ số Poatxông của đất.



Hình 3

Theo sơ đồ tính toán của chúng ta (hình 3, b) thì

$$l = (b_1 - x) \operatorname{tg} \alpha; R_1^2 = Cx^2 + Dx +$$

$$+ E; R_2^2 = Cx^2 + Fx + G$$

trong đó $C = 1 + \operatorname{tg}^2 \alpha$; $D = 2 \operatorname{tg} \alpha$

$$(z - b_1 \operatorname{tg} \alpha); E = (z - b_1 \operatorname{tg} \alpha)^2;$$

$$F = -2 \operatorname{tg} \alpha (z + b_1 \operatorname{tg} \alpha) x;$$

$$G = (z + b_1 \operatorname{tg} \alpha)^2; P = \frac{2p(b_1 - x)dx}{b_1}$$

$$Z = nb_1$$

trong đó b_1 - nửa chiều rộng đáy móng;

n - hệ số, bằng 1, 2, 3...

Thay các trị số này vào công thức (1) ta được

$$\begin{aligned} d\sigma_z = & 2 \frac{2p(b_1 - x)}{\pi m b_1} dx \left\{ (m+1) \frac{\operatorname{tg}^3 \alpha}{\Delta_1^2} x^3 + (m+1) \frac{3 \operatorname{tg}^2 \alpha (z - b_1 \operatorname{tg} \alpha)}{\Delta_1^2} x^2 + \right. \\ & + (m+1) \frac{3 \operatorname{tg} \alpha (z - b_1 \operatorname{tg} \alpha)^2}{\Delta_1^2} x + (m+1) \frac{(z - b_1 \operatorname{tg} \alpha)^3}{\Delta_1^2} - \\ & - (m+1) \frac{\operatorname{tg}^3 \alpha}{\Delta_2^2} x^3 + (m+1) \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha (5z + 3b_1 \operatorname{tg} \alpha)}{\Delta_2^2} x^2 - \\ & - (m+1) \frac{\operatorname{tg} \alpha (5z^2 + 10b_1 z \operatorname{tg} \alpha + 3b_1^2 \operatorname{tg}^2 \alpha)}{\Delta_2^2} x + \\ & + (m+1) \frac{8z \operatorname{tg} \alpha (z + 2b_1 \operatorname{tg} \alpha)}{\Delta_2^3} x^3 - (m+1) \frac{8z b_1 \operatorname{tg} \alpha (z + b_1 \operatorname{tg} \alpha)}{\Delta_2^3} x^2 + \\ & + (m-1) \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2\Delta_1} x + (m-1) \frac{(z - b_1 \operatorname{tg} \alpha)}{2\Delta_1} - (m-1) \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2\Delta_2} x + \\ & \left. + (m-1) \frac{3z + b_1 \operatorname{tg} \alpha}{2\Delta_2} - (m-1) \frac{2z}{\Delta_2^2} x^2 \right\} \quad (2) \end{aligned}$$

trong đó

$$\Delta_1 = R_1^2 = Cx^2 + Dx + E; \Delta_2 = R_2^2 = Cx^2 + Fx + G$$

Tích phân biểu thức (2) theo x từ 0 đến b_1 : $\frac{\sigma_z}{p} = \int_0^{b_1} \frac{d\sigma_z}{p}$ tính toán các

tích phân theo phương pháp Simpson và giải trên máy tính điện tử, ta sẽ có công thức để xác định trị số ứng suất thẳng đứng

$$\sigma_z = kp \quad (3)$$

trong đó p — trị số trung bình của áp lực đáy móng;

$k = f(\mu, \alpha, n)$ hệ số, phụ thuộc trị số μ của đất góc α của lõi đất và hệ số

$$n = \frac{z}{b_1};$$

z — độ sâu của điểm được xét.

Trị số của k được kê ở bảng 1 (trường hợp $h = 0$).

Đối với trường hợp $h > 0$, ta cũng tiến hành theo cách trên, chỉ khác là lúc đó biểu thức (2) có dạng

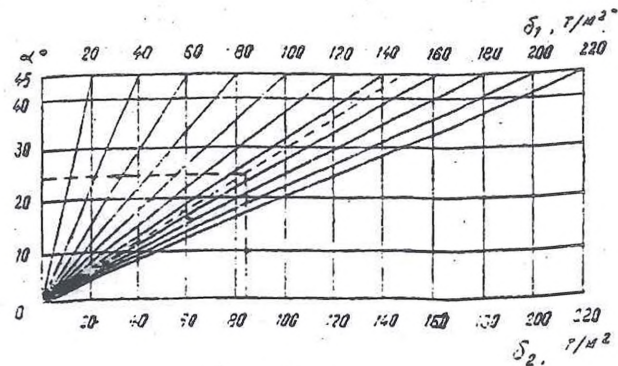
$$\begin{aligned} d\sigma_z = \frac{2}{\pi m} \left[\frac{p}{2} + \frac{p(b_1 - x)}{b_1} \right] dx & \left\{ (m+1) \operatorname{tg}^3 \alpha \frac{x^3}{\Delta_1^2} + 3(m+1)(z - b_1 \operatorname{tg} \alpha) \right. \\ \operatorname{tg}^2 \alpha \frac{x^2}{\Delta_1^2} + 3(m+1)(z - b_1 \operatorname{tg} \alpha)^2 \operatorname{tg} \alpha \frac{x}{\Delta_1^2} & + (m+1)(z - b_1 \operatorname{tg} \alpha)^3 \frac{1}{\Delta_1^2} - (m+1) \operatorname{tg}^3 \alpha \frac{x^3}{\Delta_2^2} + \\ + (m+1)(5z + 3b_1 \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{tg}^2 \alpha \frac{x^2}{\Delta_2^2} & - (m+1)(5z^2 + 10b_1 z \operatorname{tg} \alpha + 3b_1^2 \operatorname{tg}^2 \alpha) \frac{x}{\Delta_2^2} + \\ + 8(m+1)(z + 2b_1 \operatorname{tg} \alpha) z \operatorname{tg} \alpha \frac{x^3}{\Delta_2^2} & - 8(m+1)(z + b_1 \operatorname{tg} \alpha) z b_1 \operatorname{tg} \alpha \frac{x^2}{\Delta_2^2} + (m-1) \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2} \frac{x}{\Delta_1} + \\ + (m-1) \frac{z - b_1 \operatorname{tg} \alpha}{2} \frac{1}{\Delta_2} & - (m-1) \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2} \cdot \frac{1}{\Delta_2} + \\ + (m-1) \frac{3z + b_1 \operatorname{tg} \alpha}{2} \cdot \frac{1}{\Delta_2} & - 2(m-1)z \frac{x^2}{\Delta_2^2} \left. \right\} \quad (4) \end{aligned}$$

Trị số của k đối với trường hợp $h > 0$ được kê ở bảng 2.

Khi muốn tính toán ứng suất σ_z tại một điểm ở độ sâu z nào đó trong nền đất chịu tác dụng của tải trọng rải đều p , trước hết ta cần xác định các tải trọng giới hạn p_{gBI} và p_{gBII} ứng với trường hợp cụ thể đó. Rồi, xuất phát từ các hiệu số

$\delta_1 = p_{gBI} - p_{gBII}$ và $\delta_2 = p - p_{gBI}$, dùng đồ thị ở hình 4 xác định

góc mở α của lõi đất. Có z , μ và α thì tra bảng 1 hoặc 2 để tìm các trị số của k ứng với những độ sâu của điểm được xét.



Hình 4

Bảng 1

Trị số của k (khi $h = 0$)

$n = \frac{z}{b_1}$	Theo phương pháp hiện nay	Theo phương pháp có xét tới lõi đất, với:											
		$\mu = 0,25$			$\mu = 0,30$			$\mu = 0,35$			$\mu = 0,40$		
		Khi góc mở của lõi đất bằng:											
		20°	30°	40°	20°	30°	40°	20°	30°	40°	20°	30°	40°
1	0,818	1,067	1,146	1,406	1,078	1,160	1,424	1,092	1,180	1,451	1,109	1,203	1,482
2	0,550	0,611	0,625	0,649	0,615	0,631	0,657	0,621	0,639	0,668	0,628	0,649	0,680
3	0,397	0,420	0,426	0,434	0,422	0,429	0,438	0,425	0,433	0,444	0,428	0,438	0,451
4	0,304	0,319	0,321	0,325	0,319	0,323	0,328	0,321	0,326	0,332	0,323	0,329	0,336
5	0,248	0,255	0,257	0,260	0,256	0,259	0,262	0,257	0,260	0,264	0,259	0,263	0,267
6	0,208	0,213	0,215	0,216	0,214	0,215	0,218	0,214	0,217	0,219	0,215	0,218	0,221
7	0,179	0,183	0,184	0,185	0,183	0,185	0,186	0,184	0,186	0,187	0,184	0,187	0,189
8	0,188	0,160	0,161	0,162	0,160	0,161	0,163	0,161	0,162	0,164	0,161	0,163	0,165
9	0,140	0,142	0,143	0,144	0,142	0,143	0,144	0,143	0,144	0,145	0,143	0,145	0,146
10	0,126	0,128	0,129	0,129	0,129	0,129	0,131	0,128	0,129	0,130	0,129	0,130	0,131
11		0,116	0,117	0,117	0,116	0,117	0,118	0,116	0,117	0,118	0,117	0,117	0,118
12		0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,108	0,107	0,107	0,108

Bảng 2

Trị số của k (khi $h > 0$)

$h = \frac{z}{b_1}$	Theo phương pháp hiện nay	Theo phương pháp có xét tới lõi đất, với:											
		$\mu = 0,25$			$\mu = 0,30$			$\mu = 0,35$			$\mu = 0,40$		
		Khi góc mở α của lõi đất bằng:											
		20°	30°	40°	20°	30°	40°	20°	30°	40°	20°	30°	40°
1	0,818	0,962	1,023	1,218	0,975	1,034	1,232	0,982	1,045	1,253	0,995	1,067	1,277
2	0,550	0,588	0,599	0,615	0,602	0,605	0,626	0,586	0,611	0,635	0,602	0,617	0,646
3	0,397	0,412	0,417	0,424	0,418	0,420	0,427	0,416	0,423	0,432	0,419	0,428	0,438
4	0,304	0,315	0,317	0,321	0,315	0,317	0,323	0,317	0,321	0,326	0,319	0,324	0,330
5	0,248	0,253	0,255	0,258	0,254	0,255	0,259	0,255	0,258	0,261	0,257	0,260	0,254
6	0,208	0,212	0,214	0,215	0,213	0,214	0,215	0,213	0,215	0,217	0,214	0,216	0,219
7	0,179	0,182	0,183	0,184	0,182	0,183	0,185	0,183	0,185	0,186	0,183	0,186	0,188
8	0,158	0,160	0,161	0,161	0,160	0,161	0,162	0,160	0,161	0,163	0,161	0,162	0,164
9	0,140	0,142	0,143	0,143	0,142	0,143	0,144	0,143	0,144	0,145	0,143	0,144	0,145
10	0,126	0,128	0,129	0,129	0,128	0,129	0,130	0,128	0,129	0,130	0,129	0,130	0,131
11		0,116	0,117	0,117	0,116	0,117	0,118	0,116	0,117	0,118	0,117	0,117	0,118
12		0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107	0,108	0,107	0,107	0,108

Thí dụ: Xác định sự phân bố ứng suất thẳng đứng σ_z tại các điểm nằm trên trục đối xứng OZ của tải trọng hình chữ nhật $p=104 \text{ t/m}^2$, có chiều rộng $b=2b_1=2\text{m}$ đặt ở độ sâu $h=1\text{m}$ trong nền cát có độ chặt $\gamma=1,8 \text{ t/m}^3$, góc ma sát trong $\varphi=35^\circ$ và hệ số Poisson $\mu=0,30$.

Tải trọng giới hạn p_{ghI} được tính theo công thức

$$p_{ghI} = Ab\gamma + Bh\gamma.$$

trong đó A, B -- hệ số tra ở quy phạm thiết kế nền móng.

Với $\varphi=35^\circ$ ta có $A=1,68$; $B=7,73$.

$$\text{Vậy } p_{ghI} = 1,68 \times 2 \times 1,8 + 7,73 \times 1 \times 1,8 = 20 \text{ t/m}^2$$

Trị số của p_{ghII} được tính theo công thức Bêrêzantxev

$$p_{ghII} = A'\gamma b$$

Với $\varphi=35^\circ$ tra được $A'=47,2$. Do đó

$$p_{ghII} = 47,2 \times 1,8 \times 2 = 170 \text{ t/m}^2$$

Ta tính các hiệu số

$$\delta_1 = p_{ghII} - p_{ghI} = 170 - 20 = 150 \text{ t/m}^2; \delta_2 = p - p_{ghI} = 104 - 20 = 84 \text{ t/m}^2$$

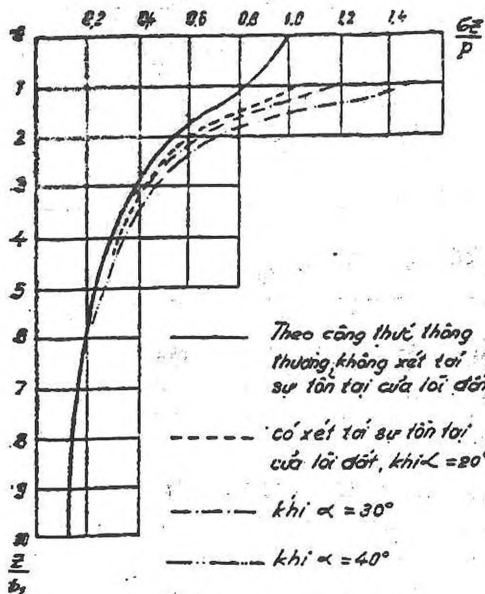
Dùng đồ thị ở hình 4, ta tìm được trị số góc mở α của lõi đất $\alpha=25^\circ$. Với $n=1,2, \dots, 10$, tra ở bảng 2 ta được các trị số của k dùng để tính σ_z theo công thức (3). So sánh với các trị số của k tính theo phương pháp hiện hành (không xét tới sự tồn tại của lõi đất), ta thấy lõi đất đã làm tăng trị số của σ_z một cách đáng kể, nhất là ở khu vực tiếp giáp (bảng 3).

Trị số của k trong thí dụ

Bảng 3

Với $n = \frac{z}{b_1}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Khi không xét tới lõi đất,	0,818	0,550	0,397	0,304	0,248	0,208	0,179	0,158	0,140	0,126
Khi có xét tới lõi đất z	1,005	0,604	0,419	0,316	0,255	0,214	0,183	0,161	0,143	0,129
đã tăng (% so với)	22	10	7	4	1	-	-	-	-	-

Do phương pháp tính toán này ta có thể thấy được rằng, sự phân bố ứng suất trong nền đất phụ thuộc nhiều yếu tố, như yếu tố của tải trọng: độ lớn, chiều rộng, độ sâu đặt tải; những yếu tố của đất: độ chặt, góc ma sát trong, hệ số Poisson. Tất nhiên, có những yếu tố ảnh hưởng một cách không đáng kể, có những yếu tố ảnh hưởng rõ rệt (ảnh hưởng này thể hiện qua trị số cụ thể của góc mở α của lõi đất).



(Với $\mu = 0,30$; $h = 0$)

Hình 5

Hình 5 biểu thị sự phân bố ứng suất σ_z , với $\mu = 0,30$, $h = 0$, khi α thay đổi từ 0° đến 40° .

Ta cũng nhận xét thấy rằng, khi $\alpha = 0$ hoặc khi $\alpha > 0$, nhưng ở các độ sâu $z > 6b$, thì trị số của σ_z tính theo phương pháp này cũng trùng với trị số của σ_z khi tính theo phương pháp hiện hành, nghĩa là lõi đất, về thực tế, không có ảnh hưởng gì đối với sự phân bố ứng suất tại các điểm ở sâu phía dưới.

Phương pháp tính toán ứng suất có xét tới sự tồn tại và phát triển của lõi đất có thể dùng trong việc thiết kế và tính toán nền đất khi trị số trung bình của áp lực đáy móng vượt quá giới hạn tuyến tính

Địa chỉ:

Đại học Giao thông

Ngày nhận:

10/5/1979

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Quý An, Nguyễn Công Mãn, Nguyễn Văn Quý. Cơ học đất. Nhà xuất bản Đại học trung học chuyên nghiệp, Hà nội, 1970.
2. Lê Quý An, Nguyễn Công Mãn, Hoàng Văn Tân. Tính toán nền móng theo trạng thái giới hạn. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà nội, 1976.
3. БОРЛИКОВ Г.М. Напряженное состояние песчаного основания под моделями круглых элементов. «Исследования по механике грунтов, основаниям», Элиста, 1974.
4. БЕРЕЗАНЦЕВ В.Г. Исследование прочности песчаных оснований, Москва, 1958.
5. De Beer, Ladani—B. Etude expérimentale de la capacité portante du sable sous des fondations circulaires établies en surface. Proc. of the 5th Intern. Conf. on Soils Mech. and Found. Eng. Vol. 5, 1963.
6. ЛЕКВИ АН. О деформации и устойчивости глинистого основания под жестким штампом. Механика грунтов, основания и фундаменты», тр. МИИТ, Вып. 240, москва, 1966.
7. КАЛАЕВ А. И. Экспериментальные исследования устойчивости сооружений на глинисто-песчаных грунтах «Основания, Фундаменты и механика грунтов», 1965, №4.

РЕЗЮМЕ

ВЛИЯНИЕ ГРУНТОВОГО ЯДРА ПОД ФУНДАМЕНТОМ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ОСНОВАНИИ

Исследования показывали, что-грунтовое ядро под фундаментом вызывало изменение в распределении напряжений в основании, в том числе и концентрацию напряжений в зоне, примыкающей к ядру.

Автором предложен метод расчета вертикальных напряжений в основании под полосовой нагрузкой с учетом постепенного формирования ядра.

Данный метод может быть применен в расчете оснований со средним давлением под полной нагрузкой, превышающей предел пропорциональности.