

# CU PRIVIRE LA DETERMINAREA STĂRII DE TENSIUNE SUB TALPA FUNDAȚIEI CU AJUTORUL METODEI ELEMENTELOR FINITE

Autor: Oleg CEBAN  
Conducătorul științific : dr. șt. tehn. Vladimir POLCANOV

Universitatea Tehnică a Moldovei

*Abstract: S-a efectuat analiza comparativă a evaluării stării de tensiune în masivul de pământ sub talpa fundației cu ajutorul metodelor analitice și metodei elementelor finite.*

*Cuvinte-cheie: metoda elementelor finite, fundație, tensiune, deformație.*

## 1. Introducere

Condițiile geologico-ingineresti complexe a teritoriului Republicii Moldova în combinație cu procesele neotectonice, care se desfășoară activ, au dus la formarea în cadrul masivului de pământ a multiplelor zone de geneză naturală cu rezistența scăzută a pământului, care sunt depistate și în limitele terenurilor cu înclinație mică. Formarea acestor zone a fost confirmată de rezultatele modelării în mașina centrifugală la Institutul de Inginerie și Transport din Dnepropetrovsk, precum și în timpul investigațiilor de teren efectuate cu scopul înregistrării dezvoltării deformațiilor de lunecare a argilelor «pseudorigide» neogene din Odesa, de asemenea, în urma cercetărilor de laborator a pământurilor argiloase, care alcătuiesc majoritatea versanților din Republica Moldova. Scăderea bruscă a rezistenței pământurilor în cadrul masivului, îndeosebi, în perioada umezirii suplimentare, ușurează formarea zonelor de plasticitate și fluaș sub talpa fundației și poate să conducă la pierderea stabilității temeliei. Un moment foarte important este evaluarea corectă a rezistenței pământurilor și stării de tensiune-deformare în cadrul masivului de pământ.

## 2. Starea actuală și abordarea obiectivelor de cercetare

Pentru Republica Moldova cercetările minuțioase în această direcție practic lipsesc. Rezultatele lucrărilor executate asupra acestui subiect sunt prezentate în [4].

Scopul principal a acestei lucrări este comparația metodei analitice de evaluare a stării de tensiune sub talpa fundațiilor edificiilor cu metoda elementelor finite, realizată prin intermediul diferitor complexe de calcul.

## 3. Rezultatele cercetărilor efectuate

Pentru efectuarea analizei comparative a fost aleasă soluția problemei plane a distribuirii tensiunilor de la acțiunea sarcinii uniform repartizate pe o fâșie cu lățimea  $2b$  (fig.1). Metoda analitică utilizată reprezintă soluția obținută de savantul Flamant [2,3]. Componentele vectorului tensiune au fost determinate utilizând relațiile:

$$\sigma_z = p[\alpha - \sin \alpha \cos(\alpha_1 + \alpha_2)] / \pi, \quad (1)$$

$$\sigma_x = p[\alpha + \sin \alpha \cos(\alpha_1 + \alpha_2)] / \pi, \quad (2)$$

$$\tau = \tau_{zx} = \tau_{xz} = p[\sin \alpha \sin(\alpha_1 + \alpha_2)] / \pi, \quad (3)$$

unde:

$p$  – valoarea sarcinii repartizate uniform,

$\alpha$  – unghi de vizibilitate.

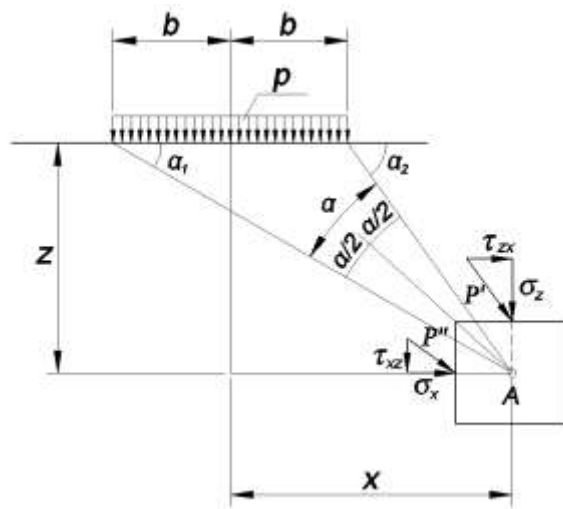


Fig. 1. Schema pentru soluția problemei plane a teoriei elasticității pentru sarcina distribuită uniform, aplicată transversal unei benzi infinite.

Determinarea tensiunilor cu ajutorul metodei elementelor finite s-a efectuat cu ajutorul complexelor speciale de calcul («LIRA»[1], PLAXIS) în regim de demonstrație, utilizând următoarele caracteristici:

**Complexul LIRA (fig.2):**

- tipul schemei - plană (3 grade de libertate în nod: 2 deplasări de translație și una de rotație);
- tipul elementului finit – elementul problemei plane (№22,30);
- rigiditatea elementului – modulul de deformație  $E = 10 \text{ MPa}$ , coeficientul lui Poisson  $\nu = 0,35$ .

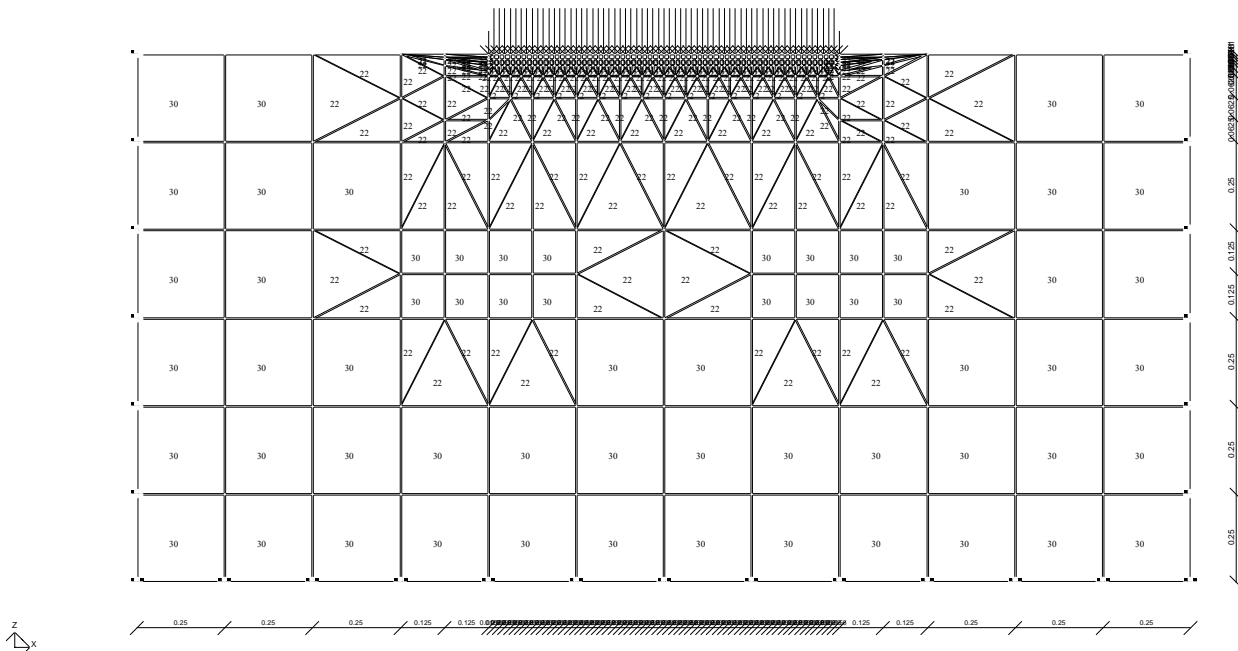


Fig. 2. Schema de calcul alcătuită în programul LIRA.

Reieșind din specificul aplicării sarcinii distribuite către elementele de tip placă sau învelitoare în programul LIRA, sarcina repartizată uniform a fost modelată prin aplicarea a unui număr mare de forțe concentrate în punctele ce aparțin intervalului  $x \in [-0.5, 0.5]$ . Pentru obținerea unui rezultat mai precis în zona aplicării sarcinii exterioare a fost efectuată discretizarea suplimentară a elementelor.

### Complexul PLAXIS (fig.3):

- tipul schemei - plană (3 grade de libertate în nod: 2 deplasări de translație și una de rotație);
- tipul elementului finit –elementul plan al masivului de pământ cu 6 noduri de legătură;
- caracteristicile stratului de pământ – modulul de deformare  $E = 10 \text{ MPa}$ , coeficientul lui Poisson  $\nu = 0,35$ , nedrenat;
- apele subterane – lipsesc.

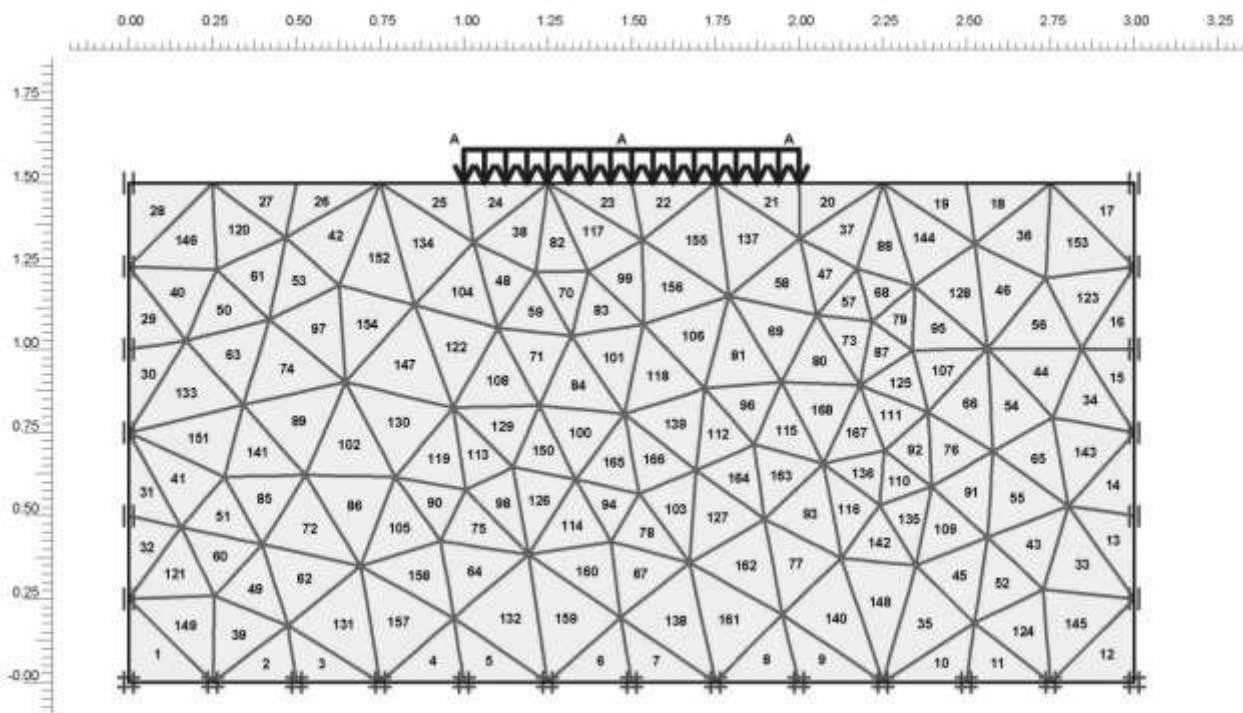


Fig. 3. Schema de calcul alcătuită în programul PLAXIS.

Una din particularitățile a complexului «PLAXIS» este generarea automatizată a rețelei de elemente finite, care reprezintă una din cele mai optimale forme de discretizare a masivului studiat. De unde rezultă, cun este necesară efectuarea discretizării suplimentare.

Calculul în mediul programului «PLAXIS» s-a efectuat pentru modelul stratului de pământ nedrenat, în stare naturală, fără evidența presiunii neutre  $u$ .

De asemenea, este necesar de menționat posibilitatea în cadrul ambelor complexe de calcul de a crea starea de tensiune primară de la greutatea proprie a pământului și acțiunea apelor subterane. În cazul programului «LIRA» va fi necesară utilizarea elementelor finite speciale, pentru care este necesară indicarea parametrilor de bază a rezistenței a pământurilor ( $\varphi$  – unghiul de frecare interioară a granulelor,  $C$  - coeziunea).

Însă, pentru efectuarea analizei comparative a metodelor a fost luată decizia de a exclude aceste faze de calcul, ca rezultatele distribuției tensiunilor în masivul de pământ să fie determinate exclusiv de la acțiunea sarcinii aplicate din exterior.

Mai jos sunt prezentate rezultatele calculului (tab. 1) efectuate pentru un șir de puncte situate a) pe axa de simetrie a sectorului sarcinii repartizate uniform  $x = 0$ ; b) la limita sectorului sarcinii distribuite uniform  $x = -0.5 \text{ m}$ .

Tabela 1. Valorile componentelor  $\sigma_x$ ,  $\sigma_z$ ,  $\tau_{zx}$ , tensiunii în masivul de pământ.

x, m	z, m	Soluția Flamant pentru ( p =350 kPa)			LIRA pentru ( p =350 kPa)			PLAXIS pentru ( p =350 kPa)		
		$\sigma_z$	$\sigma_x$	$\tau_{zx}$	$\sigma_z$	$\sigma_x$	$\tau_{zx}$	$\sigma_z$	$\sigma_x$	$\tau_{zx}$
0	0	350,00	350,00	0	350,12	245,47	0	350,08	278,91	0
0	0,25	335,82	157,56	0	346,33	156,43	0	337,34	116,72	0
0	0,5	286,41	63,59	0	305,39	76,02	0	293,41	45,06	0
0	0,75	233,86	28,18	0	256,42	33,04	0	248,99	30,07	0
0	1	192,44	14,18	0	219,55	15,99	0	216,63	36,60	0
0	1,25	161,62	7,95	0	195,84	21,66	0	194,99	56,45	0
0	1,5	138,54	4,85	0	177,33	44,40	0	176,30	94,76	0
-0,5	0	350,00	350,00	111,10	284,10	69,60	106,250	107,57	30,64	38,6
-0,5	0,25	173,92	121,49	104,86	173,80	49,34	117,260	175,06	85,10	99,6
-0,5	0,5	167,91	78,78	89,13	174,64	61,63	102,370	164,50	62,80	76,5
-0,5	0,75	156,78	49,83	71,30	186,50	25,60	59,69	159,50	55,30	56,14
-0,5	1	143,20	31,79	55,70	185,66	23,37	40,89	155,60	54,10	40,04
-0,5	1,25	129,52	20,83	43,48	171,10	28,72	27,40	151,90	60,40	29,1
-0,5	1,5	116,93	14,09	34,28	159,10	43,87	22,26	144,27	77,60	33,32

### Concluzii

Cercetările efectuate au arătat că studiul caracterului distribuirii tensiunilor în masivul de pământ până în prezent rămîne a fi o problemă complicată. S-a observat ca în mediu se obțin rezultate similare, devierea maximă constituie nu mai mult de 20%, pentru componenta verticală  $\sigma_z$  a tensiunii normale, excluzînd zona de aplicare a sarcinii exterioare. În rest, o soluție unică nu a fost obținută. Acest lucru subliniază repetat că pământul este un material elasto-plastic și nu poate fi analizat numai prin postulatele teoriei elasticității.

Cauzele posibile a rezultatelor obținute pot fi:

- discretizarea insuficientă a elementelor, și, probabil, configurația nereușită a rețelei de elemente fnite utilizată în cadrul complexului de calcul «LIRA»;
- tipul elementului finit .

Având în vedere cele de mai sus studiul acestei probleme este necesar de a fi continuat.

### Literatura

1. Barabaș M.S., Ghenzerschii Iu.V., Marcenco D.V., Titok V.P. Лира 9.2. Примеры расчета и проектирования. Kiev: editura «Факт», 2005. – 140 p.
2. Dașco R.E., Kagan A.A. Механика грунтов в инженерно-геологической практике. – М., «Недра», 1977. – 237 p.
3. Maslov N.N. Механика грунтов в практике строительства – М.: Стройиздат, 1977. – 320 p.
4. Polcanov V.N. Роль реологических процессов в развитии оползней на территории Молдовы. – Chișinău: UTM, 2013. – 176 p.