

CU PRIVIRE LA ALEGEREA INDICATORILOR DE REZISTENȚĂ A PĂMÎNTURILOR PENTRU EVALUAREA CAPACITĂȚII PORTANTE A TERENULUI DE FUNDAȚIE

Alexandru Cîrlan, doctorand
Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

Problema protecției împotriva alunecărilor de teren a taluzurilor săpăturilor adânci la executarea gropilor de fundație, lucrărilor de terasament pentru drumuri și căi ferate precum și asigurarea capacității portante a terenului de fundație, este una foarte importantă. Cu toate acestea o importanță deosebită o au și factorii ce influențează asupra rezistenței pământurilor la forfecare, ce determină stabilitatea construcțiilor, amplasate pe terenuri supuse alunecării și cu pericol de alunecare.

În cadrul acestei lucrări au fost studiate argilele sarmațiene neogene, larg răspândite pe versanții Moldovei. În cadrul acestor argile, conform caracteristicilor litologic-texturale, au fost distinse argile deluviale pestrițe cu textură granulară supuse alunecărilor (stratul superior), și altele destul de masive, orizontal-stratificate (stratul inferior). În calitate materiale pentru studiu au servit rezultatele încercărilor efectuate sub conducerea lui V.N. Polcanov în incinta UTM.

1. DISPOZIȚII GENERALE

Proprietățile fizice, reologice și cele de rezistență, precum și rezistența la acțiuni statice și dinamice sunt indicatori integrali ai caracteristicilor geologo-genetice ale pământurilor și sunt determinați de starea lor, proprietățile și tipul legăturilor structurale. O influență deosebită, îndeosebi asupra caracteristicilor de rezistență a rocilor argiloase, o au regimurile și condițiile de deformare. Cu toate acestea, pentru unele și aceleași metode și regimuri de încercare a pământurilor neomogene cu structură neperturbată, conform rezultatelor cercetărilor, se observă o dispersie semnificativă a valorilor individuale (fig. 1). Chiar și în limitele unui element geologic ingineresc omogen, distins în baza caracteristicilor stratigrafice și litologice, structura și starea pământului, respectiv, și proprietățile sale se schimbă „de la punct la punct”.

Prin urmare, la stabilirea indicilor de calcul cu scopul realizării unei evaluări veridice a gradului de stabilitate a versanților și taluzurilor, supuse alunecării de teren, este necesar de o mulțime de date experimentale, destul de mare după numărul de caracteristici individuale. În mare măsură, aceasta se referă la prelucrarea rezultatelor încercărilor la forfecare. Aceasta se explică în primul rând, prin faptul că divizarea rezistenței totale a pământurilor la forfecare în forțe de frecare interioare și coeziune, în mare parte are o formă convențională, din aceste considerente este greu de stabilit valorile reale ale caracteristicilor de rezistență.

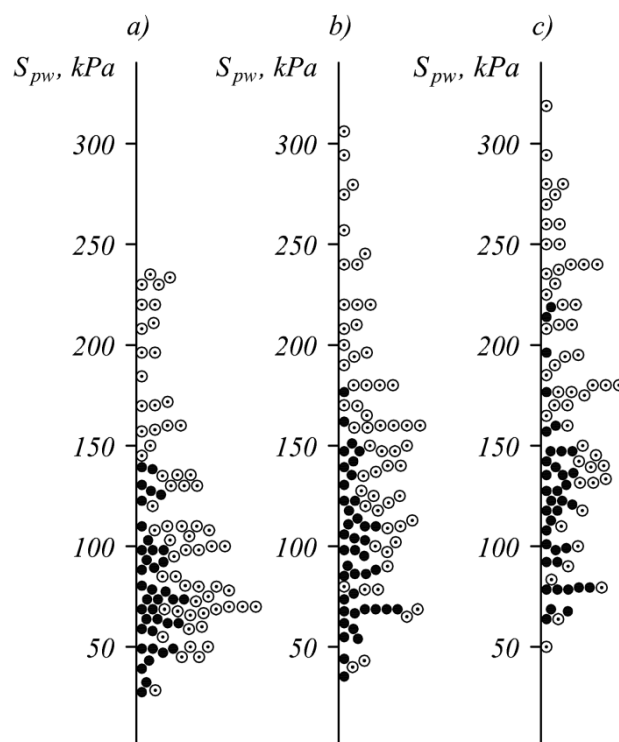


Figura 1. Graficul dispersiei valorilor rezistenței la forfecare S_{pw} pentru diferite valori ale presiunii σ_1 , σ_2 și σ_3 ; a) $\sigma_1=100$ kPa, numărul de încercări $n=106$; b) $\sigma_2=200$ kPa, $n=107$; c) $\sigma_3=300$ kPa, $n=100$; ● – pentru argilele statului superior; ○ – pentru argilele stratului inferior.

La prelucrarea mulțimii de date experimentale în geologia ingineriasca, precum și în alte ramuri ale

științei și tehnicii, se utilizează metodele matematico-statistice. Determinarea valorilor rezistenței de calcul a pământurilor la forfecare se realizează în conformitate cu documentele normative în vigoare [4]. În metoda recomandată, la nivel de ipoteză se consideră că, dependența dintre eforturile tangențiale și cele normale e de natură liniară, iar parametrii rezistenței pământurilor la forfecare – variabile aliatii independente. Cea din urmă ipoteză nu poate fi considerată satisfăcătoare, deoarece contrazice rezultatele numeroaselor studii experimentale.

Prelucrarea datelor experimentale conform normelor în vigoare nu exclude apariția unor erori la stabilirea valorilor de calcul ale caracteristicilor de rezistență în zona de alunecare, din cauza necesității înlăturării valorilor minimale a rezistenței la forfecare, în timp ce anume aceste valori determină rezistența pământurilor în zonele slabe.

La stabilirea valorilor de calcul a indicilor pământurilor pot fi folosite și alte metode ale

statisticii matematice: “mediei după mediană”; “mediei valorii minimale”; “frecvenței relativă cumulată garantată” sau “intervalelor de încredere”; “mediei de amortizare” ș.a.

Caracteristicile de calcul a pământurilor, stabilite chiar și în limitele unui element geologic ingineresc delimitat folosind toate metodele enumerate, se determină în baza datelor experimentale ale rezistenței la forfecare pentru diferite valori ale densității și umidității. De acest neajuns este lipsită metoda “*densității-umidității*” propusă și elaborată de Maslov N.N. [2]. Autorul reiese din necesitatea că la determinarea indicilor de rezistență la forfecare să se ia în considerație nu numai factorul de solicitare dar și factorul densității și umidității la forfecare. Din acest considerent, studierea rezistenței la forfecare după principiului Terzaghi-Coulomb este permis doar pentru pământurile argiloase în stare solidă, caracterizate prin lipsa coeziunii și cu plasticitate redusă.

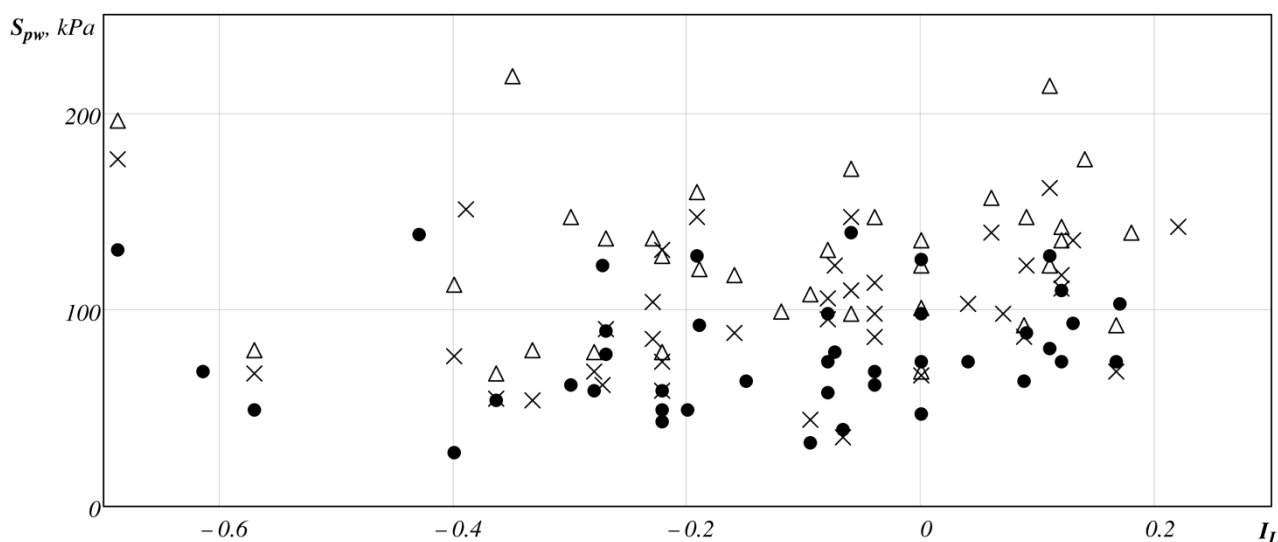


Figura 2. Graficul de distribuție a valorilor rezistenței la forfecare în funcție de consistență pentru argilele sarmațiene din stratul superior; ● – rezistența la forfecare a pământurilor cu structură neperturbată pentru $\sigma = 100$ kPa; × – la fel, pentru $\sigma = 200$ kPa; Δ – la fel, pentru $\sigma = 300$ kPa..

Cu toate acestea, folosirea metodei “*densității-umidității*” la prelucrarea indicilor de rezistență la forfecare a pământurilor în stare neperturbată, ce formează versanții Moldovei supuși alunecării, este limitată. Se datorează acest fapt în primul rând prezenței în masivul de pământ a zonelor slabe sub formă de oglinzi de alunecare, eterogenitatea considerabilă a acestuia, prezența straturilor și granulelor de nisip pe suprafețele de stratificare. Cu toate acestea, în majoritatea cazurilor, pământurile studiate în cadrul masivului sunt în stare solidă sau semi-solidă, ce împiedică construirea dependenței de forma $S_{pw} = f(w, I_L)$, fără umezirea preliminară

a pământurilor. În stare neperturbată în diapazonul solid chiar și semi-solid al consistenței nu se observă o dependență a rezistenței la forfecare de consistență (fig. 2).

Folosirea diferitor metode la prelucrarea rezultatelor multiplelor încercări a argilelor neogene, preluate din diferite zone ale Moldovei supuse alunecării, au demonstrat că, metoda „*densității - umidității*” este mai potrivită pentru studierea pământurilor cu structură perturbată, cum ar fi a celor din cadrul terasamentelor, și a pământurilor omogene, rezistența cărora se determină, în primul rând, în funcție de consistență.

Pentru pământurile argiloase cu suprafețe slabe create în mod natural, în cazul când influența densității-umidității este net inferioară perturbării structurii, metoda „densității-umidității” nu oferă posibilitatea obținerii rezultatelor așteptate. În acest caz, înainte de prelucrarea datelor experimentale, este necesar, în funcție de sarcinile stabilite, de efectuat pregătirea mulțimii de date, luând în considerație structura argilelor analizate, inclusiv prezența zonelor salbe naturale.

2. REZULTATELE CERCETĂRII

Pentru a identifica principalii factori care influențează asupra rezistenței la forfecare a pământurilor argiloase, a fost prelucrată mulțimea de rezultate obținut în urma încercării epruvetelor din argile neogene, preluate din cinci zone ale Moldovei supuse alunecării: Edineț, Telenești, Hîrbovăț, Ungheni și Cornești. Au fost analizate rezultatele încercărilor de forfecare directă a epruvetelor cu structură neperturbată, cu suprafață pregătită de alunecare precum și cu suprafață pregătită și umezită. Numărul total de încercări a fost de 625. Datele inițiale au fost divizate în două masive, ce corespund stratului superior, deluvial supus alunecării, și inferior, reprezentat prin roci neogene de bază.

În calitate de instrument de prelucrare matematico-statistic a datelor a fost folosit softul propus de prof. dr. Sârbu T.P. Complexul folosește metoda “analizei de regresie și corelație” [3,5]. O

caracteristică importantă a metodei este posibilitatea delimitării și operării cu cele mai informative componente și excluderea celorlalte din analiză, ceea ce simplifică interpretarea rezultatelor.

În urma prelucrării datelor au fost obținute următoarele ecuații, ce caracterizează rezistența la forfecare a pământurilor argiloase pentru straturile selectate:

1) pentru stratul superior:

$$S_{\sigma w} = \frac{e^{2,0984} \cdot I_p^{0,2203} \cdot p^{0,3693} \cdot e^{0,7155 \cdot X_2}}{e^{0,7768 \cdot X_1} \cdot e^{0,2589 \cdot X_3}} \quad (1)$$

2) pentru stratul inferior:

$$S_{\sigma w} = \frac{\rho_w^{1,839} \cdot p^{0,5465} \cdot e^{0,6967 \cdot X_2}}{e^{0,1825} \cdot e^{0,5 \cdot X_1} \cdot e^{0,4377 \cdot X_3}} \quad (2)$$

unde:

ρ_w este densitatea pământului, g/cm^3 ;

I_p – indicele de plasticitate a pământului, *unit.*;

p – sarcina verticală, kPa ;

e – constanta lui Euler;

X_1 – parametru ce caracterizează perturbarea structurii inițiale;

X_2 – parametru ce caracterizează schimbarea consistenței;

X_3 – parametru ce răspunde de rezistența în condiții de umezire a suprafeței de alunecare.

Un exemplu de interpretare grafică a rezultatelor studiului este prezentat în Fig. 3. Parametrii de rezistență obținuți în baza acestora sunt prezentați în Tab. 1.

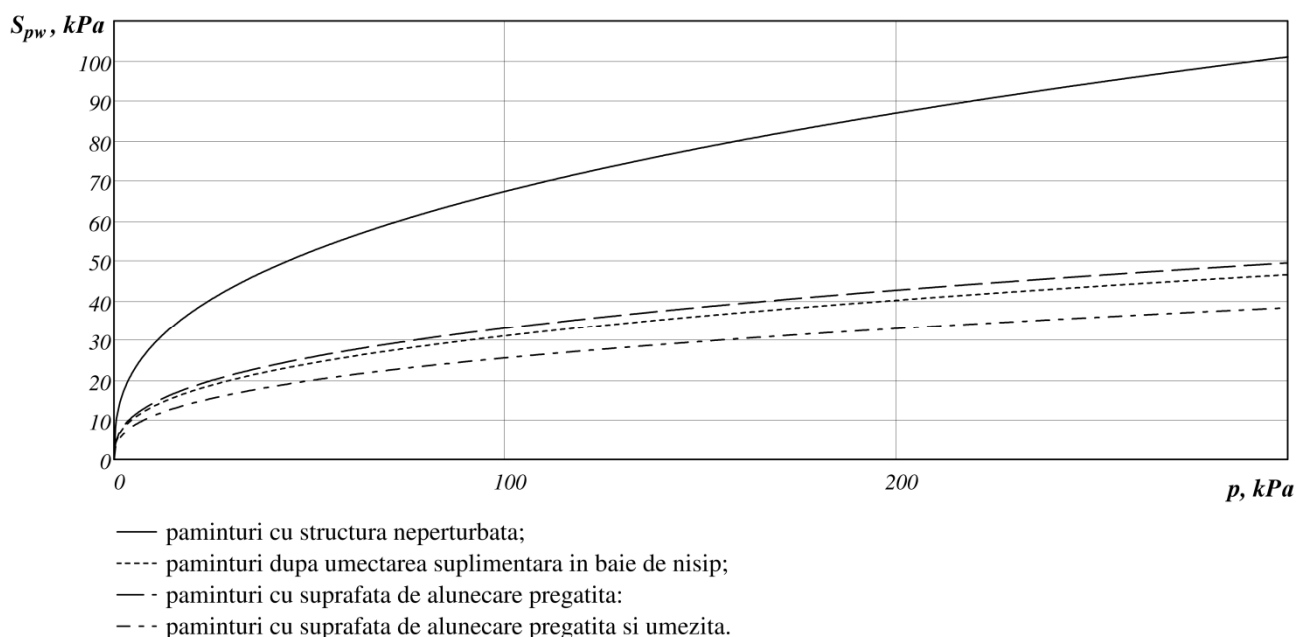


Figura 3. Interpretarea grafică a dependenței rezistenței la forfecare a pământurilor argiloase, al stratului superior, de presiunea normală.

Tabelul 1. Valorile medii a caracteristicilor de rezistență a pământurilor argiloase în condiții de dedurizare.

	Condiții de încercare	Tipul argilei			
		pestriță		orizontal stratificată	
		Valorile caracteristicilor de rezistență			
		C, kPa	ϕ , grad	C, kPa	ϕ , grad
1	Forfecarea epruvetelor cu structură neperturbată	$\frac{69}{41}$	$\frac{14}{14}$	$\frac{155}{64}$	$\frac{18}{17}$
		$\frac{28}{22}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{40}{34}$	$\frac{6}{5}$
2	Forfecare după saturarea suplimentară cu apă a epruvetei	$\frac{31}{19}$	$\frac{13}{5}$	$\frac{49}{24}$	$\frac{15}{12}$
		$\frac{23}{19}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{15}{12}$	$\frac{12}{9}$
3	Forfecare pe suprafață pregătită de alunecare				
4	Forfecare pe suprafață de alunecare pregătită și umezită				

NOTA: *la numărător* – valorile statistice medii; *la numitor* – valorile statistice minime.

3. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

În urma cercetărilor și analizelor efectuate pot fi formulate următoarele concluzii:

1. Pentru selectarea valorilor fiabile ale indicilor de rezistență a pământurilor cu scopul evaluării capacității portante a terenului de fundație, e necesar de a avea o mulțime reprezentativă de rezultate ale încercărilor epruvetelor de pământ cu microzone naturale cu rezistență redusă.

2. Prelucrarea statistică trebuie să fie efectuată după o pregătire preventivă a mulțimii de date cu păstrarea obligatorie a rezultatelor minime ale indicilor de rezistență. Anume aceste valori minime în mare măsură răspund de starea pământului în zona de deplasare.

3. În cazul unui singur obiect, obținerea unui număr suficient de probe este foarte dificil, prin urmare, pentru o evaluare *preliminară* a stabilității de lungă durată a taluzurilor săpăturilor adânci și stabilitatea construcțiilor pe versanți cu potențial pericol de alunecări de teren, pot fi recomandate pentru utilizare ecuațiile obținute mai sus.

Bibliografie

1. Drejper N., Smit G. *Prikladnoj regressionnyj analiz. V 2-h kn. Kn. 2/ Per. s angl. - 2-e izd., pererab. i dop. - M.: Finansy i statistika, 1987. — 351 s.: il. - (Matematiko-statisticheskie metody za rubezhom).*

2. Maslov N.N. *Mehanika gruntov v praktike stroitel'stva (opolzni i bor'ba s nimi) - M.: Strojizdat, 1977. - 320 s.*

3. *Prognozirovanie nesushhej sposobnosti fundamentnyh svaj. KPI im. S. Lazo Otchet NIR 1988 g. (nauchnyj rukovoditel' Syrbu F.P. Ispolniteli: Kann E. A, Abramenko P.G., Bilichuk S.M., Galahov O.M.). 4.50 pechat. list.*

4. SNiP 2.02.01-83. *Osnovaniya i fundamente. Gosstroj SSSR. - M. Strojizdat, 1984 - 39 s.*

5. Syrbu F.P.¹, Shherbakov E.N *Effektivnaja metodika mnogofaktornogo analiza fiziko-mehaničeskikh svojstv betona s pomoshh'ju JeVM Kujbyshev. Gosudarstvennyj Universitet. Sb. "Issledovaniya nadezhnosti i kachestva zhelezobetonnyh. konstrukcij. Kujbyshev, 1978 g. 0.65 pechat. list.*

Recomandat spre publicare: 18.11.2015.

¹ Autorul dorește să aducă sincere mulțumiri dr., conf. univ. al catedrei "Construcții și Mecanica Structurilor" UTM, Sârbu T.P. pentru programa oferită și consultanțe în prelucrarea datelor.