

DETERMINAREA CARACTERISTICILOR REOLOGICE ALE PĂMÂNTURILOR ARGILOASE DIN MOLDOVA PENTRU EVALUAREA STĂRII DE TENSIUNE-DEFORMAȚIE A TERENURILOR DE FUNDAȚIE

V. Polcanov, dr. ing. conf.univ., A. Cîrlan, drd
Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

Studierea proprietăților reologice ale pământurilor argiloase rămâne în continuare o sarcină dificilă, deoarece în multe cazuri oamenii de știință prezintă rezultate absolut diferite ale parametrilor reologici determinați pentru aceleași categorii de pământuri.

Mai jos sunt prezentate rezultatele cercetărilor efectuate în laboratorul UTM, precum și rezultatele prelucrate ale încercărilor argilelor neogene de pe teritoriul Republicii Moldova, efectuate în cadrul Institutul Auto și Drumuri din Moscova (MADI).

1. DISPOZIȚII GENERALE

Mulți specialiști din domeniul mecanicii pământurilor recunosc necesitatea de a lua în considerație valorile eforturilor de forfecare la efectuarea încercărilor, precum și efectuarea unui studiu mai detaliat al edificiilor din punct de vedere a mecanicii pământurilor [1]. În special, este necesar să se țină cont de:

- condițiile mecanice (modul de lucru);
- natura pământurilor, exprimată prin parametrii săi (modul de comportare, criteriile de rezistență);
- metodele de determinare a acestor parametri (la fața locului, în condiții de laborator);
- metodele de calcul (calculul după capacitatea portantă, după deformații).

Aplicabilitatea calculelor depinde de posibilitatea combinării acestor patru parametri. O greșeală ar fi – folosirea combinației ideale.

Analizând pământurile argiloase din punct de vedere al comportării acestora pe versanți și rambleuri, este important de a putea evalua proprietățile lor nu doar în stare lor naturală, la momentul studierii, dar și posibilitatea prognozării modificării acestora în procesul edificării, și mai ales, cel de exploatare a clădirilor și edificiilor.

Obținerea unor valori fiabile ale caracteristicilor reologice ale pământurilor este una din problemele majore în procesul evaluării stării de tensiune-deformație a terenului de fundație, deoarece anume

aceste valori definesc condițiile de comportare a pământurilor la solicitări.

Analiza literaturii și datelor de arhivă [2] a arătat că proprietățile reologice ale pământurilor argiloase de pe teritoriul Republicii Moldova nu sunt suficient studiate. În primul rând aceasta se referă la pământurile ce acoperă versanții cu pericol de alunecare. Având în vedere că pe teritoriul Republicii Moldova sunt înregistrate circa 16 mii de alunecări de teren, iar suprafața teritoriului afectat de alunecări constituie circa 40 % din suprafața totală a țării, problema privind determinarea caracteristicilor reologice ale pământurilor devine una actuală și necesită a fi soluționată.

2. APARATE ȘI ECHIPAMENTE. METODA DE ÎNCERCARE

Parametrii caracteristicilor reologice ale pământurilor, obținuți pe cale experimentală, în mare măsură depind de metoda de încercare aleasă precum și de tipul dispozitivelor, cu care au fost determinate.

În prezent, sunt o mulțime de lucrări științifice dedicate dezvoltării și aplicării metodelor de încercare, și totuși, încă nu există un consens privind care dintre aceste metode este mai performantă, argumentată științific și care ar putea fi standardizată pentru folosirea în practică.

Pentru realizarea acestui studiu a fost folosită metoda propusă pentru prima dată de Institutul Național al Transportului Feroviar din Dnepropetrovsk (DIIT) și de MADI. Pentru determinare rezistenței de lungă durată a pământurilor studiate, în conformitate cu metoda propusă de DIIT, au fost efectuate un șir de încercări la forfecare rapidă a probelor cu structură naturală, cu plan obligat după suprafață pregătită precum și cu plan obligat după suprafață pregătită și umezită.

Efectuarea încercărilor pentru determinarea parametrilor la forfecare conform metodei propuse de MADI necesită o durată lungă de timp, și o viteză de deformație constantă în timp. Aceste

încercări au fost efectuate cu ajutorul aparatului de forfecare directă cu o distanță majorată dintre casete (până la 1,0 cm). Viteza de deformare a probelor a variat de la $v = a \cdot 10^{-6}$ cm/s până la $v = a \cdot 10^{-8}$ cm/s. Durata încercărilor a variat de la câteva ore până la 12 zile.

3. REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR

Stratul sedimentar de origine deluvială cu pericol de alunecare ce acoperă cea mai mare parte a versanților zonei de nord-vest și centrale ale țării, este studiat deja de mult timp în cadrul UTM [2]. Cu toate acestea, nici până acum nu a fost posibilă obținerea unor rezultate generalizate ale parametrilor reologici pentru toate categoriile de pământuri selectate.

Aceasta se datorează faptului că în urma proceselor litologice frecvente de alternare a straturilor, caracteristică formării pământurilor facieselor sub-continentale de coastă și de adâncime mică, stratul studiat, prioritar argilos, caracterizat printr-o structură neomogenă ce conține incluziuni puternice și lentile de nisip, pe alocuri are un conținut ridicat de carburi. Din acest motiv, apare necesitatea efectuării unui număr mai mare de încercări cu prelucrarea ulterioară a rezultatelor obținute.

Mai jos sunt prezentate rezultatele încercărilor terenului cu pericol de alunecare, din preajma "Kilometrul 4 al autostrăzii Ustia-Holercani". În termeni geomorfologici, zona este caracterizată ca fiind o câmpie ridicată supusă denudației. Relieful în zona analizată este unul deluros în trepte. Versanții sunt acoperiți cu un strat sedimentar de origine deluvială, din argile cu intercalații de nisip, marne, mai rar calcar oolitic.

Studierea proprietăților fizico-mecanice și reologice ale pământurilor a fost efectuată pe baza probelor monolite selectate din sondele amplasate în limita zonei de alunecare activă precum și în afara acesteia.

Pământurile deluviale cu pericol de alunecare au o compoziție neomogenă, compusă din argile pestrițe cu structură granulară, cu incluziuni din prundiș, pietriș, formațiuni calcaroase și cuiburi de nisip de dimensiune diferită.

Variația caracteristicilor fizico-mecanice în funcție de adâncime sunt prezentate în Fig. 1 și 2.

După cum se observă din Fig. 1 și 2 nu există nici o dependență între variația umidității, densității și adâncime. Ținând cont de valorile indicatorilor de rezistență și plasticitate obținuți, întregul strat poate fi atribuit unui singur element geotehnic (EG).

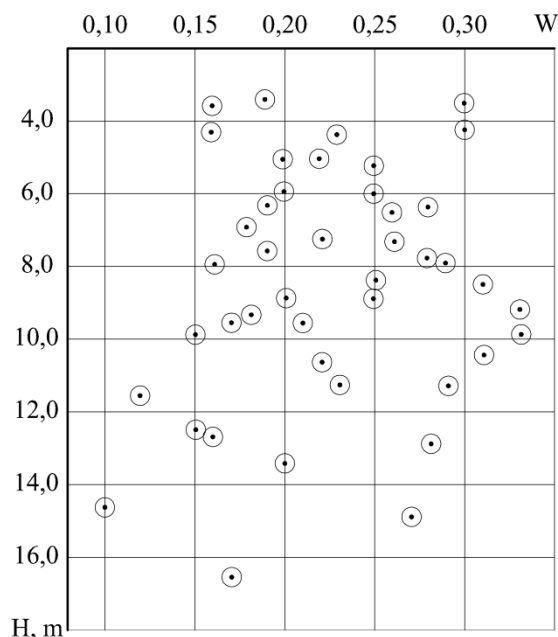


Figura 1. Variația valorii umidității în funcție de adâncime.

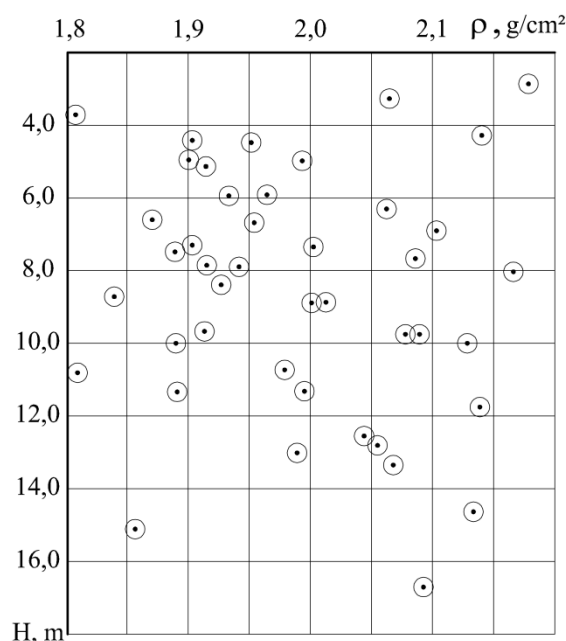


Figura 2. Variația valorii densității în funcție de adâncime.

Caracteristicile de rezistență ale pământurilor au fost determinate pe probe cu indicele umidității în stare naturală, prin metoda forfecării rapide. Cu ajutorul încercărilor la forfecare, în condiții de laborator, cu plan obligat după suprafață pregătită precum și cu plan obligat după suprafață pregătită și umezită, s-a modelat influența fisurării și umezirii suprafeței cu rezistență redusă asupra rezistenței la forfecare a pământurilor.

Rezultatul încercărilor parțial au fost prezentate în Fig. 3 și Tab. 1.

Pentru acest teren, nu se observă nici o dependență dintre rezistența pământurilor cu pericol de alunecare și indicele de plasticitate, în calitate de caracteristică a componenței pământurilor.

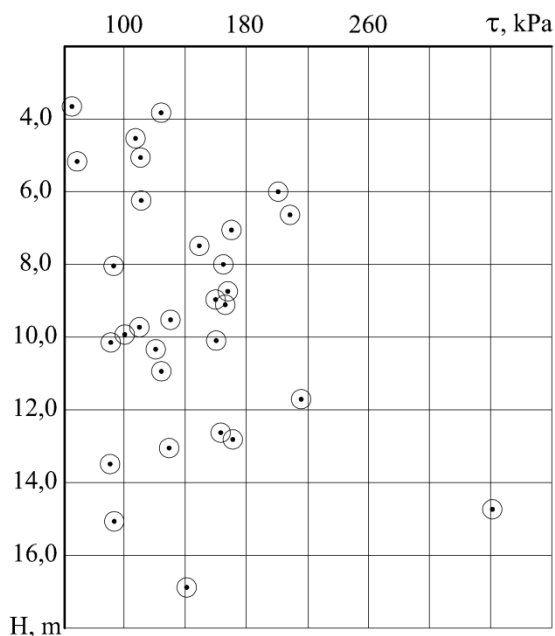


Figura 3. Variația valorii rezistenței în funcție de adâncime. \odot - rezistența la forfecare a pământurilor cu structură netulburată pentru $\sigma = 100$ kPa.

Nu se observă și nici dependența dintre variația caracteristicilor de rezistență a pământurilor deluviale cu pericol de alunecare și valoarea umidității, ce variază în limite mari pentru pământurile studiate (de la 10 până la 33 %).

În același timp, pentru aproximativ aceleași valori ale umidității și densității pământurilor, se observă o dispersie considerabilă a valorilor rezistenței la forfecare, pentru probele în stare naturală. Astfel, pentru presiunea verticală de $\sigma = 100$ kPa, valoarea rezistenței (S) variază în limitele de la 62 până la 217 kPa. Aceasta înseamnă că, rolul principală în reducerea rezistenței argilelor deluviale cu pericol de alunecare, îl are prezența și orientarea suprafețelor cu rezistență redusă.

Folosind rezultatele experimentale, a fost efectuată prelucrarea statistică a datelor, ce a permis obținerea valorilor normate și de calcul ale caracteristicilor reologice și rezistenței stratului deluvial cu pericol de alunecare, precum și ale rezistenței pământului în zona cu pericol de alunecare. Ecuatiile obținute au următoarea formă:

- pentru strat: $S = 0,34\sigma + 101$, kPa ;
- pentru zonă: $S = 0,25\sigma + 69$, kPa .

Valorile definitive ale indicatorilor de rezistență, inclusiv pentru probele solicitate la forfecare cu plan obligat după suprafață pregătită precum și cu plan obligat după suprafață pregătită și umezită sunt prezentate în Tab. 1.

Analiza rezultatele obținute confirmă faptul că, o importanță majoră asupra rezistenței acumulărilor deluviale cu pericol de alunecare, o reprezintă prezența și orientarea suprafețelor cu rezistență redusă, caracteristicile structurale, măsura în care stratul își păstrează structura inițială. După cum este bine cunoscut, determinarea experimentală a rezistenței de lungă durată a pământurilor argiloase este însoțită de un șir de dificultăți. Principalul dezavantaj – durata lungă a experimentului. În acest sens, un interes incontestabil îl reprezintă stabilirea legăturii dintre gradul de deplasare a pământurilor argiloase și valoarea acesteia în timp.

Autorii acestui studiu urmează punctului de vedere expus de Maslov N.N. [3], care consideră că în calitate de rezistență de lungă durată este oportun să se ia sarcina ce provoacă fluajul progresiv. Cu alte cuvinte rezistența de lungă durată corespunde valorii extrem de mici a tensiunilor tangențiale, pentru care diminuarea fluajului trece în stadiul de fluaj progresiv. Trecerea pământului în stadiul de fluaj este posibilă cu condiția:

$$\tau > \tau_{lim} \quad (1)$$

unde: τ – tensiunea tangențială, kPa;

τ_{lim} – pragul de fluaj, kPa.

Conform teoriei fizico-tehnice a fluajului [3], valoarea acestuia se determinată cu expresia:

$$\tau_{lim} = \sigma_n \operatorname{tg} \varphi_w + C_c \quad (2)$$

unde: σ_n – valoarea sarcinii normale aplicate, kPa;

C_c – coeziune structurală, kPa;

φ_w – unghiul efectiv de frecare interioară, ce corespunde stării de “densitate-umiditate”.

În ecuația de mai sus (2), cea mai mare dificultate o prezintă stabilirea valorilor coeziunii structurale. Pentru cazul studiat s-a folosit metoda “deformațiilor repetate”. Pe baza datelor prezentate în Tab. 1., pentru argilele deluviale, preluate din zona alunecării de teren, valoarea coeziunii structurale constituie 45 kPa. Acest înseamnă că, deformațiile de fluaj pe versanți sunt posibile doar dacă valorile tensiunilor tangențiale τ , vor depăși valoarea $\tau_{lim} = 84$ kPa. Ultima valoare a fost obținută în baza datelor din Tab. 1. pentru o valoare medie a presiunii de la greutatea proprie a stratului de pământului $\sigma_n = 200$ kPa.

În multe cazuri, inclusiv și cel al alunecării de

Tabelul 1. Valorile normate și de calcul a parametrilor rezistenței la forfecare a pământurilor

Tip argilă	Schema efectuării încercării	Valorile normate			Valorile de calcul pentru probabilitatea de încredere					
		C ^N kPa	tg φ ^N	φ ^N grad	α _{II} = 0,85			α _I = 0,95		
					C _{II} kPa	tg φ _{II}	φ _{II} grad	C _I kPa	tg φ _I	φ _I grad
Deluviale cu pericol de alunecare	Probe selectate din zona de alunecare									
	Stare naturală	69	0,26	15	47	0,15	9	33	0,08	5
	Cu plan obligat după suprafață pregătită	24	0,20	11	6	0,11	6	13	0,15	9
	Cu plan obligat după suprafață pregătită și umezită	12	0,12	6	–	–	–	–	–	–
	Probe selectate din masivului de alunecare									
Stare naturală	101	0,34	19	93	0,31	17	88	0,28	16	

de teren analizat, gradul ridicat de neomogenitate a pământului nu permite folosirea directă, pentru pământuri cu structură naturală, a ecuației pentru determinarea “pragului de fluaj”. Această situație creează necesitatea determinării experimentale a acestei valori, pentru categoriile de pământuri analizate.

Încercările au fost efectuate folosind metoda “vitezei constante de deformare”. Reprezentarea grafică a uneia dintre încercări este prezentat în Fig. 4.

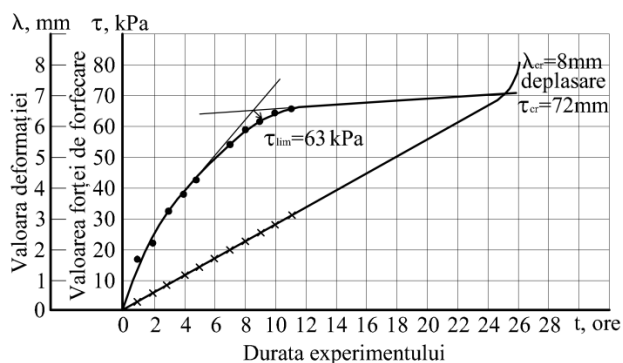


Figura 4. Determinarea limitei de curgere folosind metoda “vitezei constante de deformare”.

După cum se vede din Fig. 4., valoarea experimentală a pragului de fluaj $\tau_{lim} = 63$ kPa, diferă nesemnificativ de cea obținută prin metoda “deplasărilor repetate” ($\tau_{lim} = 84$ kPa). Acest fapt evidențiază încă o dată complexitatea problemei și necesitatea efectuării unor încercări suplimentare, cu scopul acumulării și prelucrării unui număr mai mare de date experimentale.

În concluzie, trebuie remarcat faptul că rezultatele obținute au fost utilizate pentru a evalua stabilitatea versantului și determinarea măsurilor de prevenire a deplasărilor de alunecare.

4. CONCLUZII

Valorile obținute ale caracteristicilor reologice și de rezistență menționează faptul unei posibile reduceri pe viitor a rezistenței pământurilor deluviale cu pericol de alunecare. În baza rezultatelor încercărilor probelor la forfecare cu plan obligat după suprafață pregătită și umezită, selectate din zona de alunecare, valoarea rezistenței de lungă durată poate constitui 36 kPa.

Aceasta prevede că, în cazul exploatării versanților, pentru asigurarea stabilității de lungă durată a clădirilor și edificiilor amplasate pe acesta, valoarea tensiunilor tangențiale ce apar în masiv nu trebuie să depășească cea a rezistenței de lungă durată a pământurilor studiate.

Bibliografie

1. **Ter-Martirosjan Z.G.** *Mehanika gruntov // Uchebnoe posobie.* - M.: Izd-vo Asociacii stroitel'nyh vuzov, 2005. - 488 s.
2. **Polkanov V.N.** *Rol' reologicheskikh procesov v razvitii opolznej na teritorii Moldovy.* - Kishineu, TUM, 2013. - 176 s.
3. **Maslov N.N.** *Fiziko-tehnicheskaja teoriya polzuchesti glinistyh gruntov v praktike stroitel'stva.* - M.: Strojizdat, 1984. - 176 s.