

PARTICULARITĂȚILE MANIFESTĂRII PROPRIETĂȚILOR REOLOGICE ALE ARGILELOR ALUNECĂTOARE NEOGENE

V. Polcanov, dr. ing. conf.univ., N. Funieru, lect. sup., A. Râșcovoi, lect. sup.,
A. Cîrlan, lect. univ., O. Ceban lect. univ.
Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

Din cauza disponibilității limitate a zonelor libere favorabile pentru construcție, în ultimii ani se înaintează problema explorării terenurilor aflate în condiții geologice și inginerești dificile. Tot mai des apare necesitatea explorării versanților potențial alunecători și teritoriilor acoperite cu un strat de pământuri tasabile de tipul II. Astfel, pentru a spori fiabilitatea evaluării capacității portante a terenurilor de fundare a clădirilor și structurilor este necesar de a deține valori de calcul bine justificate pentru caracteristicile de rezistență.

De regulă, în deplasarea de alunecare este implicat versantul cu panta de 5-10°. Motivul unor astfel de deplasări pot fi, inclusiv, deformațiile de fluaj și dezvoltarea lor progresivă în timp. Reducerea capacității portante a terenului de fundare poate fi cauzată de manifestarea fenomenelor de tasare suplimentară ca rezultat a umezirii loessurilor. Este important ca procesul de umezire să se realizeze conform schemei "de jos în sus" și să fie condiționat de creșterea nivelului apelor subterane situate deasupra stratului de argile sarmațiene.

Astfel, studierea proprietăților argilelor sarmațiene trebuie considerată ca fiind un obiectiv de bază. Cercetările în acest domeniu au fost efectuate timp de mai mulți ani în cadrul Universității Tehnice a Moldovei (UTM). Mai jos sunt prezentate unele rezultate generalizate ale studierii argilelor neogene, obținute cu participarea autorilor.

1. DISPOZIȚII GENERALE ALE MODELULUI TEORETIC DE BAZĂ

În ciuda faptului că au trecut aproximativ 100 ani de când, în 1925 K. Terzaghi a justificat necesitatea obținerii unor teorii veridice privind comportarea masivului de pământ pentru soluționarea problemelor inginerești complexe, problema evaluării rezistenței de lungă durată a pământurilor argiloase nu are încă o soluție unică.

Una dintre direcțiile de cercetare ce oferă soluții pentru un șir de probleme practice este studierea naturii fenomenelor reologice ale pământurilor argiloase.

Aceasta este direct legată de noțiunile de "rezistență", "rezistență de lungă durată", "rezistență reziduală" [1, 3, 5, 7].

Practica în domeniul construcțiilor a fost cea care "a forțat" efectuarea unor cercetări mai detaliate a proprietăților reologice ale pământurilor, din acest motiv în mai multe țări au fost efectuate cercetări în această direcție [1 - 3, 5, 6].

Din punctul de vedere al autorilor, un interes deosebit prezintă teoria rezistenței pământurilor a lui Maslov N. N., conform căreia rezistența pământurilor depinde de unghiul de frecare internă φ_w , determinat de starea de compactitate-umiditate, și de coeziunea totală, care este divizată în coeziunea structurală C_c , ce nu depinde de starea de compactitate-umiditate a pământului, precum și coeziunea vâscoasă (coeziunea de natură hidrocoloidală) Σ_w , caracteristică pentru fiecare stare de compactitate-umiditate.

Analiza modelelor reologice a demonstrat, că în ultimele decenii cel mai popular este modelul reologic al lui Maslov N. N. [3].

Acest model reologic (figura. 1) este elaborat în baza modelelor Newton, Maxwell și Bingham-Shvedov, aplicabil pentru pământurile argiloase.

Pistonul B se deplasează în cilindru A . Cilindrul este atașat de podea cu ajutorul unui arc U_1 din fier moale. Pe tija pistonului D este fixat un alt arc U_2 , din sticlă. În peretele cilindrului sunt prevăzute două orificii mici F . Camera superioară G a cilindrului este umplută cu un material vâscos, de exemplu cu ulei mineral greu. Întregului sistem, prin intermediul tijei D , i se aplică o forță exterioară P . Este evident, că imediat după aplicarea forței P apare o anumită deformație în sistem, cauzată în primul rând de mișcarea sa și anume prin întinderea arcului din fier moale. În funcție de mărimea forței P , această deformare poate fi elastică (reversibilă) și neelastică (reziduală, ireversibilă).

Cu toate acestea, pistonul în cilindru poate să se deplaseze numai dacă forța P va depăși forța de frecare T care apare la suprafața de contact dintre peretele pistonului și cilindru, precum și rezistența arcului din sticlă U_2 . Dacă ambele aceste rezistențe vor fi depășite, apare o nouă rezistență drept urmare

a deplasării pistonului în raport cu necesitatea de stoarcere a uleiului din camera G . Evident, viteza acestei mișcări, în cazul celorlalte condiții de egalitate, va fi determinată de vâscozitatea η_t a uleiului și de dimensiunile orificiilor F . La deplasarea semnificativă a pistonului, arcul de sticlă fragil poate fi zdrobit, drept rezultat, rezistența inițială și ulterioară la deplasarea pistonului poate fi redusă drastic, ceea ce va duce la o creștere a presiunii asupra uleiului și va stimula stoarcerea mai intensă a acestuia din cameră. În această condiție, viteza de deplasare a pistonului crește.

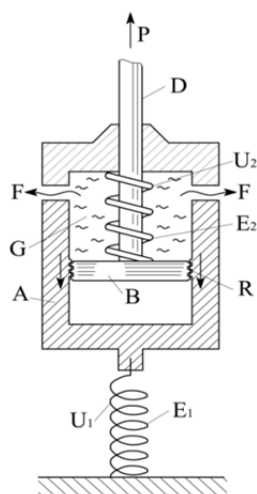


Figura 1. Modelul reologic Maslov aplicabil pentru pământurile argiloase.

Sursa: elaborat de Maslov N.N. [3, Fig. 6.6, pag. 100]

Studiile arată că frecarea internă $p \cdot tg \phi_w$ și coeziunea ireversibilă C_c au valori constante în timp. În același timp, coeziunea de natură hidrocoloidală Σ_w , care determină plasticitatea și vâscozitatea pământurilor argiloase, trebuie considerată ca un factor temporar, care se manifestă pe deplin la aplicarea bruscă a sarcinii și care se reduce la zero în timpul menținerii pe termen lung a sarcinii ce acționează asupra pământului

Pe baza modelului din figura 1 putem face următoarele analogii:

- Deformația inițială a sistemului, ca urmare a întinderii arcului U_1 , poate fi asemănată cu deformația inițială a pământului, parțial elastică și parțial ireversibilă, în funcție de mărimea și natura sarcinii aplicate asupra pământului.

- Forța de frecare de-a lungul suprafeței laterale a pistonului poate fi asemănată după natura sa cu frecarea internă într-un pământ argilos ($p \cdot tg \phi_w$), capabil să se schimbe în timp, în primul rând datorită variației umidității pământului.

- Rezistența vâscoasă a materialului din cameră cu coeficientul de vâscozitate η_t poate corespunde aceleiași rezistențe a pământului argilos, determinate

de coeziunea de natură hidrocoloidală a pământului Σ_w . Evident, vâscozitatea pământului, precum și coeziunea de natură hidrocoloidală a acestuia pot varia odată cu schimbarea umidității pământului w și pentru perioade lungi de timp – datorită formațiunilor structurale noi din pământ.

- Rezistența arcului din sticlă U_2 poate fi asemănat, prin natura sa, cu coeziunea structurală rigidă și ireversibilă C_c în pământ. Coeziunea în sol, caracterizată prin prezența legăturilor structurale rigide și ireversibile, poate fi distrusă ca urmare a deformării pământului. Totodată, coeziunea structurală C_c poate să crească în timp datorită fenomenelor tixotropice și noilor formațiuni structurale asociate cu procesul de sinereză.

Analiza modelelor reologice, realizată de autorii acestui studiu, indică complexitatea problemei analizate, un număr mare de abordări în implementarea acesteia, ambiguitatea în viziunile diferitor cercetători.

Modelul reologic propus de Maslov este simplu și cel mai apropiat de esența fenomenului.

Având în vedere, că majoritatea pământurilor argiloase care formează versanții și taluzurile debleurilor de pe teritoriul Moldovei corespund tipurilor delimitate de Maslov, autorii au convenit, ca deciziile ulterioare să fie bazate pe modelul reologic al lui Maslov și pe teoria fizico-tehnică a fluajului.

2. REZULTATELE CERCETĂRILOR EFECTUATE. DISCUȚIE

Cercetările efectuate pe parcursul mai multor ani, cu participarea T. Timofeeva în cadrul Institutului de Ingineri ai Transportului din Dnipropetrovsk (DIIT) și autorilor în cadrul Institutului Auto și Drumuri din Moscova (MADI) și UTM, au arătat că stabilitatea de lungă durată a argilelor neogene pseudoplastice stratificate, aflate mai sus de nivelul de bază al eroziunii moderne din raioanele centrale și de nord ale Moldovei, depinde în mare măsură de existența zonelor naturale cu rezistență redusă și îndeosebi a suprafețelor de alunecare. Formarea acestor zone în pământurile aflate în pantă, ca rezultat al acțiunii factorilor tectonici și gravitaționali poate cauza apariția și dezvoltarea alunecărilor de teren.

Microdeplasările de alunecare ce precedează alunecările de teren se dezvoltă cu o viteză atât de mică încât nu pot fi depistate în urma investigațiilor geodezice. Totuși formarea zonelor cu rezistență redusă până la momentul declanșării alunecărilor de teren poate fi depistată, aceasta o confirmă și rezultatele modelării unei alunecări de teren cu ajutorul mașinii centrifuge realizată în

cadrul DIIT, iar în multe cazuri acest fenomen a fost fixat în urma investigațiilor de teren efectuate deja după producerea alunecărilor accidentale, cum ar fi cele din regiunea Odessa precum și de-a lungul autostrăzilor și căilor ferate din Moldova, unde s-a constatat prezența argilelor neogene pseudoplastice.

În cazul studierii parametrilor la forfecare în condiții de laborator, zonele cu rezistență redusă pot fi depistate doar în unele probe. O probabilitate mai mare de depistare a acestora poate fi atinsă la încercarea probelor de pământ la compresiune monoaxială sau în aparatul de compresiune triaxială. Astfel, influența zonelor cu rezistență redusă se fixează prin dispersia mare a datelor experimentale, mai cu seamă pentru probele de pământ cu structură naturală. Studiul argilelor neogene în regiunea Odessa, ce au o rezistență inițială mai mare, a demonstrat, că valoarea rezistenței variază de la o probă la alta mai mult de 20 ori, iar pentru argilele similare din Moldova – de 10 ori [10]. La determinarea rezistenței la forfecare această dispersie este mai pronunțată pentru sarcinile verticale mici.

Analiza rezultatelor experimentale efectuate pe parcursul mai multor ani, precum și a datelor preluate din literatura de specialitate cu referință la problema dată, a permis de a stabili, că la adâncimea de 25 m se pot distinge două tipuri de argile [4], cu indicii medii statistici ai proprietăților fizice foarte apropiați. Dependența proprietăților fizice de adâncime practic nu se observă, cu excepția unei mărimi neînsemnate a densității medii și o micșorare ușoară a umidității naturale în cazul straturilor inferioare. Pământurile straturilor studiate, de regulă, au o consistență tare sau plastic vârtoasă. Este necesar totuși de remarcat faptul, că aceste argile au grad de plasticitate înalt chiar și pentru valori mari ale umidității naturale (până la $w=36\%$) păstrându-și practic consistența tare.

De asemenea nu a fost observată nici dependența rezistenței argilelor studiate de adâncime. Totuși valorile medii statistice ale indicilor de rezistență ale tipurilor de argile distinse diferă circa de 2 ori, ca rezultat al degradării structurii straturilor superioare. Pe lângă aceasta, pentru fiecare din straturile evidențiate se observă o dispersie considerabilă a datelor experimentale. În cazul argilelor pestrițe pentru tensiunile normale: $\sigma_1 = 100 \text{ kPa}$, valoarea rezistenței la forfecare variază în limitele $S_1 = 28 - 260 \text{ kPa}$, pentru $\sigma_2 = 200 \text{ kPa} - S_2 = 36 - 360 \text{ kPa}$, pentru $\sigma_3 = 300 \text{ kPa} - S_3 = 50 - 380 \text{ kPa}$. În cazul argilelor orizontal stratificate pentru aceleași valori ale tensiuni normale avem următoarele valori a rezistenței la forfecare: $S_1 = 80 - 400 \text{ kPa}$, $S_2 = 120 - 460 \text{ kPa}$,

$S_3 = 140 - 560 \text{ kPa}$. Analizând rezultatele experimentale prezentate mai sus putem constata că odată cu creșterea tensiunilor normale dispersia valorilor rezistenței la forfecare în ambele cazuri se micșorează. Pentru argilele din stratul superior dispersia valorilor rezistenței la forfecare este aproximativ de 2 ori mai mare decât pentru straturile inferioare. Încă o dată a fost confirmată dependența rezistenței la forfecare de existența microzonelor cu rezistență redusă.

Este evident, că anume aceste valori minimale ale rezistenței la forfecare, obținute pentru unele probe, caracterizează rezistența pământului din zona suprafeței de alunecare. Totalitatea datelor experimentale permite de a concluziona, că pentru argilele din zona suprafețelor de alunecare o influență primordială asupra rezistenței lor o are existența zonelor cu rezistență redusă, pe când componența mineralogică, litologia, densitatea și umiditatea au o influență secundară [8].

Pentru a preciza influența umidității, densității pământului în stare uscată, gradului de umiditate și consistenței asupra rezistenței maxime și a rezistenței stabilizate al pământurilor cu structură naturală, T. Timofeeva și A. Medvedev au efectuat analiza factorială folosind metoda componentelor de bază. Algoritmii grupării multidimensionale a fost elaborat de A. Medvedev în laboratorul "Utilizarea metodelor matematice și M.E.F. în geologie" a facultății de geologie din cadrul MGU.

În matricea covarițională au fost introduse datele experimentale, obținând un model tridimensional cu următorii factori de bază: *factorul discret*, ce reflectă gradul de distrugere a legăturilor inițiale a pământurilor din cauza apariției zonelor cu rezistență redusă și influenței lor asupra valorii maxime a rezistenței și al „pragului de fluaj”; *factorul rezistenței reziduale*, ce reflectă tulburarea structurii naturale a pământului argilos a cărui legături de cimentare dintre particule au fost distruse și care a atins starea limită; *factorul consistenței*, ce reflectă ponderea coeziunii structurale în coeziunea totală a pământului și influența ei asupra coeficientului de vâscozitate.

Pentru a accentua dependența rezistenței argilelor studiate de consistența lor, o parte din probe au fost umezite în cutii cu nisip pe parcursul a 3–40 zile. Aceasta a permis efectuarea studiului rezistenței la forfecare într-un diapazon mai larg al consistenței: de la cea tare până la plastic moale.

Astfel, s-a constatat, că în limitele consistenței naturale (tare, plastic vârtoasă) practic nu se observă dependența $S=f(w)$. O micșorare considerabilă a rezistenței a fost stabilită la trecerea consistenței argilelor din plastic vârtoasă în plastic

consistentă. Probele cu consistența plastic moale, din straturile superioare și inferioare, au practic aceleași valori medii ale rezistenței la forfecare, ce tinde spre valoarea minimă [9].

Pentru a determina posibila apariție a suprafețelor de alunecare în straturile distinse de pământ, ce pot apărea în timp, ca rezultat al micșorării rezistenței pământului acționat de tensiuni tangențiale permanente, au fost efectuate încercări de laborator pentru stabilirea valorii „pragului de fluaj”.

Încercările au fost efectuate în laborator după metoda ”cu viteză constantă” și perfectată de V. Polcanov. În total au fost încercate circa 50 probe, durata unei încercări a variat de la o zi până la 40 zile și viteza $v = 10^{-8} \dots 10^{-9}$ m/s. Umiditatea probelor a variat în limite mari, de la naturală până la foarte umedă și chiar saturată.

S-a constatat, că în cazul lipsei zonelor cu rezistență redusă, valoarea „pragului de fluaj” depinde doar de consistența pământului și tensiunea normală. Cu majorarea indicelui de lichiditate valoarea „pragului de fluaj” se micșorează brusc și pentru starea plastic curgătoare tinde spre zero. Iar dependența lui de tensiunea normală are o formă liniară.

Ca rezultat al analizei datelor experimentale au fost stabilite următoarele relații, ce caracterizează „pragul de fluaj” pentru straturile superioare și inferioare:

$$\tau_{lim} = 0,16\sigma_n + 0,04 \text{ (MPa)};$$

$$\tau_{lim} = 0,25\sigma_n + 0,075 \text{ (MPa)}.$$

Pentru argilele din zona suprafeței de alunecare s-a obținut relația:

$$\tau_{lim} = 0,09\sigma_n + 0,009 \text{ (MPa)},$$

ce practic corespunde cu ecuația obținută pentru încercările cu plan de forfecare pregătit și umezit [5]:

$$S = 0,12\sigma_n + 0,012 \text{ (MPa)}.$$

În baza rezultatelor obținute a fost efectuată analiza reologică și de prognozare, privind posibilitatea dezvoltării proceselor de alunecare inclusiv pentru zona cu structură tulburată, aflată la contactul dintre cele două straturi delimitate.

În prezent starea de echilibru limită a versantului, acționat de deformații de fluaj, se stabilește prin determinarea unghiului critic al planului de alunecare (α_{lim}), cu alte cuvinte, unghiul la care pot avea loc deformațiile provenite din fluaj.

Reieșind din calculele efectuate s-a constatat, că în perioada repausului relativ, dezvoltarea

alunecărilor este exclusă în cazul, când coeziunea structurală în zona de contact rămâne intactă: $C_C \geq 10 \text{ kPa}$. Însă pe măsura dezvoltării și acumulării microdeformațiilor legăturile structurale dintre particule se distrug ireversibil micșorându-se astfel coeziunea structurală (C_C) și ca rezultat se micșorează coeziunea pământului (Σ_{wad}) din zona respectivă. Astfel, în zona de contact pentru pământuri plastic vârtoase, coeziunea structurală (C_C) se micșorează și devine egală cu: $C_C = 9 \text{ kPa}$.

Când rezistența pământului se micșorează ($C_C \rightarrow 0$), partea activă remanentă a tensiunilor tangențiale ($\Delta\tau$) de pe suprafața de alunecare crește ($\Delta\tau = \tau_a - \tau_{lim}$), concomitent se majorează progresiv intensitatea și viteza deformațiilor de alunecare în zona de contact al argilelor pestrițe și orizontal stratificate. Odată cu distrugerea scheletului pământului, în zona de contact se micșorează progresiv coeziunea pământului (Σ_w), atingând acea limită la care versantul își pierde stabilitatea urmată de o alunecare accidentală. S-a constatat, că alunecările de teren au loc în cazul când coeziunea particulelor de pământ din zona de contact al suprafeței de alunecare atinge valori $\Sigma_w \leq 10 \text{ kPa}$, ceea ce corespunde micșorării rezistenței pământului cu circa 50% față de cea a pământurilor cu structură intactă.

3. CONCLUZII

1. Inițiate încă la începutul anilor '30 ai secolului XX, studierea proprietăților reologice ale pământurilor nu și-a pierdut actualitatea, aceasta o demonstrează și numărul mare de simpozioane internaționale în domeniul reologiei și volumul mare de materiale ale cercetărilor științifice la tema dată.

2. În practica de zi cu zi pentru descrierea procesului de fluaj, prognoza deformațiilor la acțiunea de lungă durată a tensiunilor tangențiale sunt folosite câteva teorii. Susținătorii unor sau altor concepte pot fi divizați în funcție de modul de abordare a fenomenului de fluaj. O parte a cercetătorilor o constituie susținătorii teoriei fenomenologice, cealaltă a teoriei fizico-tehnice.

3. Autorii acestei lucrări au preferat aplicarea în cercetările lor a teoriei fizico-tehnice a fluajului propusă de Maslov N.N., care, în pofida simplității sale, permite rezolvarea problemelor practice complexe și asigură un grad înalt de fiabilitate.

4. Particularitatea teoriei constă în tendința de a cunoaște natura rezistenței pământurilor argiloase. Divizând coeziunea totală în – coeziunea structurală (C_C) și cea de natura hidrocoloidală (Σ_w), devine posibilă stabilirea rezistenței de lungă durată.

5. În condițiile manifestării deformațiilor de fluaj, coeziunea structurală poate fi casată. În cazul existenței unor astfel de condiții, această componentă a coeziunii totale, la evaluarea capacității portante a terenului de fundare, trebuie exclusă. Coeziunea de natură hidrocoloidală va fi determinată de mărimea și intensitatea deformațiilor de fluaj admisibile în raport cu construcția edificată: taluzul debleului adânc, clădire cu rigiditatea stabilită etc.

6. Problema privind posibilitatea manifestării deformațiilor de fluaj poate fi ușor soluționată prin compararea tensiunilor tangențiale (τ), ce apar în masiv, cu mărimea „pragul de fluaj” (τ_{lim}).

7. Rezistența pământurilor argiloase pe versanții alunecători depinde de gradul de umezire și de deformare a acestora, determinate în mare măsură de stadiul de formare a versantului. Pe versanții aflați în starea de echilibru limită, rezistența medie a depozitelor deluvial-alunecătoare a stratului superior este mult mai mică decât în cazul versanților care încă nu au atins starea de echilibru limită.

8. Aceasta înseamnă că alegerea valorilor de calcul ale caracteristicilor de rezistență, în fiecare caz aparte, trebuie să se realizeze, luând în considerare nu doar straturile delimitate, ci și stadiul de formare a versantului, caracteristicile litologice și structurale ale acestor argile, gradul de păstrare a structurii intacte și posibilitatea de umezire.

9. În urma prelucrării rezultatelor încercărilor de lungă durată a argilelor sarmațiene efectuate prin metoda "cu viteză constantă" s-a stabilit, că forțele critice de forfecare și „pragul de fluaj” sunt caracterizate de valori ridicate. La trecerea argilelor într-o stare plastic consistentă, forța de forfecare critică se reduce mai mult de 2 ori.

10. În baza rezultatelor obținute, în urma prelucrării dependenței „pragului de fluaj” de consistență, au fost obținute valorile coeziunii și unghiului de forfecare internă pentru argilele sarmațiene studiate. Valorile obținute pot fi folosite la prognoza dezvoltării deformațiilor de fluaj a versanților naturali și a taluzurilor debleurilor.

11. Valorile parametrilor reologici obținute pe baza încercărilor de lungă durată, caracterizează doar unele probe ale anumitor tipuri de argile. Această circumstanță, ținând cont de complexitatea proceselor reologice în pământurile alunecătoare, impune necesitatea efectuării unor încercări suplimentare.

12. Rezultatele obținute pot fi utilizate pentru analiza posibilității de dezvoltare a deformațiilor de fluaj a versanților formați din pământurile argiloase studiate și pentru justificarea alegerii celor mai eficiente fundații pentru utilizarea terenurilor în pantă, luând în considerare cele mai nefavorabile condiții pentru buna conlucrare a acestora.

Bibliografie

1. **Cristescu S.L., Ștefănică M., Marin M.** *Reologia pământurilor – Timișoara: Politehnica, 2015 – 546 p, ISBN 978-606-554-893-0.*
2. **Gol'dshtejn M.N., Babickaja S.S.** *Issledovanie vlijaniya rezhima zagruzenija na prochnostnye svojstva glinistyh gruntov // Trudy I Vsesojuznogo simpoziuma po reologii gruntov. – Erevan, 1973. – S.178-181.*
3. **Maslov N.N.** *Fiziko-tehnicheskaja teorija polzuchesti glinistyh gruntov v praktike stroitel'stva. – M.: Strojizdat, 1984. – 176 s.*
4. **Orlov S.S., Timofeeva T.A., Polcanov V.N.** *Izmenenie prochnosti glinistyh gruntov v processe razvitiya opolznevyh deformacij // Sovershenstvovanie stroitel'nyh konstrukcij i stroitel'nogo proizvodstva, – Kishinev: Shtiinca, 1984. – S.127-134.*
5. **Polcanov V.N.** *Rol' reologicheskikh processov v razvitiu opolznej na territorii Moldovy. - Kishineu, TUM, 2013. - 176 s.*
6. **Polcanov V.N., Polcanova A.V.** *Opyt izuchenija inzhenerno-geologicheskikh uslovij ustojchivosti sklonov i otkosov iskusstvennyh sooruzhenij. – Kishineu: Editura "Tehnica – UTM", 2017. – 184s. ISBN 978-9975-45-477-3.*
7. **Skempton A.W.** *Long-term Stability of Clay Slopes, IV Rankine Lecture, Geotechnique, vol. 14, 1964, – pp. 75-102.*
8. **Timofeeva T.A., Polcanov V.N.** *Vybor raschetnyh harakteristik gruntov, neobhodimyh dlja kompleksnoj ocenki ustojchivosti sklonov i otkosov // Narodnohozjajstvennoe osvoenie territorii s razvitymi geologicheskimi processami v Moldavii. – Kishinev, 1986. – S.30-33.*
9. **Timofeeva T.A.** *Issledovanie izmenenija prochnosti glinistyh porod v zone opolznevogo smeshhenija pri formirovanii opolznevyh sklonov : Avtoref. Diss. kand.tehn.n. / Dnepropetrovskij in-t inzhenerov transporta. – Dnepropetrovsk, 1968. – 19 s*
10. **Turovskaja A.Ja.** *Zakonomernosti razvitiya opolznevyh processov v zavisimosti ot prochnostnyh i deformacionnyh osobennostej glinistyh gruntov: Avtoref. diss. ... dokt. geolog.-miner. n./MGU. – M., 1979. – S.39.*

Recomandat pentru publicare: 04.03.2018.