

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

Cu drept de manuscris

C.Z.U: 624.137(478)(043)

CEBAN OLEG

**ROLUL PROCESELOR REOLOGICE LA CALCULUL
CONSTRUCȚIILOR DE SPRIJIN, EDIFICATE PE VERSANȚII
ALUNECĂTORI DIN REPUBLICA MOLDOVA**

Specialitatea – 211.02

Materiale de construcții, elemente și edificii

Autoreferat

al tezei pentru obținerea gradului

de doctor în științe tehnice

CHIȘINĂU, 2018

Teza a fost realizată la Departamentul «Inginerie civilă și geodezie»

Conducător științific

POLCANOV Vladimir, doctor în științe tehnice, conferențiar universitar

Specialitatea 211.02 – Materiale de construcții, elemente și edificii

Oponenți oficiali:

BURTIEV Rașid, dr. în șt. fiz.mat., cerc. șt., Academia de Științe a Moldovei.

SÎRODOIEV Ghenadie, dr. în tehn., conf. univ., Academia de Științe a Moldovei.

Membrii Consiliului Științific Specializat:

FLOREA Nicolae, președinte CȘS, dr. ing., prof. univ., Universitatea Tehnică Gh. Asachi, Iași, România;

GRAMA Vasile, secretar științific CȘS, dr. în tehn., conf. univ., Universitatea Tehnică a Moldovei;

RUSU Ion, dr. hab. în tehn., prof. univ., Universitatea Tehnică a Moldovei;

ARAD Victor, dr. ing., prof. univ., Universitatea din Petroșani, Romania;

BOGDEVICI Oleg, dr. șt. geol., conf. univ., Academia de Științe a Moldovei;

Susținerea tezei va avea loc la ora **15:00, 19 octombrie 2018**, la ședința Consiliului Științific Specializat în incinta Universității Tehnice a Moldovei, bl. 10, aula 113, pe adresa mun. Chișinău, Bulevardul Dacia, 41.

Cu materialele tezei și autoreferatul se poate lua cunoștință la biblioteca Universității Tehnice a Moldovei și pe pagina web a Agenției Naționale pentru Asigurarea Calității în Educație și Cercetare ANACEC (www.anacip.md)

Autoreferatul a fost expediat 17.09.2018.

Secretar științific

al Consiliului Științific Specializat:

doctor în științe tehnice,

conferențiar universitar

Grama Vasile

Conducător științific:

doctor în științe tehnice,

conferențiar universitar

Polcanov Vladimir

Autor

Ceban Oleg

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Actualitatea temei și importanța problemei cercetate.

Valorificarea eficientă a teritoriilor cu risc potențial de alunecare din Republica Moldova pentru construcții ține de necesitatea soluționării problemelor, ce țin de stabilitatea de lungă durată a versanților și nemijlocit de stabilitatea clădirilor și altor structuri amplasate pe acești versanți.

În Moldova, problema alunecărilor de teren rămâne una dintre cele mai importante, deși în ultima perioadă s-a reușit stabilizarea temporară a alunecărilor. În republică anual sunt distruse zeci de case, ies din funcțiune un număr mare de hectare de pământ arabil, se înregistrează cazuri de pierdere a stabilității temeliei drumurilor auto, a construcțiilor de sprijin.

Aceasta înseamnă că la construcția oricăror tipuri de clădiri pe versanți cum ar fi complexele locative, clădirile industriale și edificiile inginerești, sistemele de gazificare, de alimentare cu apă și altele trebuie să se țină cont de posibilitatea dezvoltării unui proces de alunecare.

Construcțiile pe teritoriile potențial-alunecătoare presupun garantarea exploatării sigure și stabilitatea de lungă durată a edificiilor în cele mai dificile condiții de lucru. În majoritatea cazurilor, aceasta este legat de necesitatea de a evalua corect stabilitatea versanților și elaborarea unui complex de măsuri de combatere a alunecărilor.

Analiza surselor de literatură și a materialelor de fond efectuată de autorul tezei de față a demonstrat că cazurile de manifestare a deformațiilor de alunecare observate în mare parte poartă un caracter reologic. Aceste circumstanțe conduc, s-ar părea, la o dezvoltare bruscă a alunecărilor versanților care un timp îndelungat și-au păstrat stabilitatea. Însă cel mai adesea procesul ca atare este „întins” în timp, iar despre deformațiile lente ale versanților mărturisesc deformațiile construcțiilor amplasate pe ei, fisurile apărute în clădiri.

Dezvăluirea naturii proceselor de alunecare este condiția primordială și obligatorie pentru adoptarea măsurilor eficiente de combatere a alunecărilor (deformațiilor) de teren.

Cel mai des în complexul de măsuri luate pentru combaterea alunecărilor sunt incluse structurile de sprijin: pereți de sprijin, construcțiile din piloți într-un rând sau două etc. Geometria construcțiilor de sprijin va depinde mult de mărimea presiunii de alunecare și, prin urmare, costul și siguranța lor. Din cele expuse conchidem, pe bună dreptate, că problema privind cercetarea influenței proceselor reologice asupra calculării structurilor de sprijin, amplasate pe versanții potențial-alunecători din Republica Moldova, este actuală.

Gradul științific de abordare a problemei cercetate

Abordarea științifică a problemei evaluării proceselor reologice în calculul structurilor de sprijin în condițiile specifice regionale din Republica Moldova, ținând cont de versanții cu risc real

de alunecare, impune studierea și utilizarea bazelor teoretice puse la temelia lucrărilor cercetătorilor autohtoni și străini.

La elucidarea tematicii tezei privind determinarea presiunii de alunecare autorul a efectuat cercetări teoretice corespunzătoare în trei direcții principale:

1. Cercetarea proceselor de alunecare și a metodelor de calcul a stabilității versanților.
2. Cercetarea naturii rezistenței pământurilor, care determină stabilitatea de lungă durată a versanților.
3. Cercetarea teoriilor fundamentale de calcul al presiunii de alunecare a pământului asupra structurilor de sprijin, care determină geometria construcțiilor.

În Republica Moldova, această problemă se află în centrul atenției mai mult de o sută de ani. În primele etape cercetările au constat de cele mai deseori în descrierea caracterului alunecărilor. Acestui fenomen i-au fost închinată lucrările lui O.C.Langhe, F.S.Porucic, B.V.Veselovschi, S.Ia.Barâș și alții. În anii '60 ai sec. XX au început cercetări serioase ale proprietăților fizico-mecanice ale pământurilor, s-au inițiat observări regulate asupra alunecărilor. Alunecările au fost concepute ca procese naturale ireversibile, care influențează activ asupra formării reliefului actual. În această perioadă apar lucrările lui S.T.Vznuzdaev, T.S.Gheideman, G.V.Obedientov, S.S.Orlov, N.L.Râmbu, T.I.Ustinov, C.Șadunț și alții.

În legătură cu activizarea proceselor de alunecare, începând cu anii '70 ai sec.XX, se inițiază investigarea localităților populate ale republicii și elaborarea recomandărilor privind protejarea lor de alunecări. La aceste lucrări aderă specialiștii Direcției Geologie împreună cu Secția Geografie a Academiei de Științe a Moldovei, Catedra Geologie Inginerească a Institutului Politehnic din Chișinău „S.Lazo”, Institutul Pedagogic din Tiraspol ș.a. Dezvoltarea științei despre alunecări a făcut posibilă soluționarea mai multor întrebări privind evaluarea numerică a influenței diferitor factori asupra stabilității versanților în baza cercetării lor complexe prin metodele geologiei inginerești și mecanicii pământurilor, precum și prin metodele modelării. Rezultatele obținute și-au găsit reflectare în operele fundamentale ale lui A.T.Levadniuc, V.N.Tcaci, T.A.Timofeeva și alții.

În anii 80 ai sec.XX, cercetările științifice privind alunecările în Moldova au atins cel mai înalt nivel. S-a mărit numărul de organizații care se preocupau de această problemă și de elaborarea măsurilor de luptă cu alunecările. La soluționarea celor mai importante probleme erau solicitați specialiștii de la Moscova, Dnepropetrovsk, Odesa, specialiștii principali de la institutele de proiectare (Moldkomunproect, Moldghiproavtodor și alții). Anume în acești ani se formează premisele cercetării detaliate a naturii proceselor de alunecare în republică și se elaborează strategia de luptă împotriva lor. Specialiștii AȘM desfășoară activități privind zonarea geologică-

inginerească a teritoriilor supuse alunecărilor. Acestei teme îi sunt dedicate lucrările lui L.A.Anosova, G.M.Belinchis, A.M.Capceli, A.T.Levadniuc, A.M.Moniușco, S.S.Orlov, T.I.Robustova, G.N.Sârodov, T.A.Timofeeva și alții.

Teoriile fundamentale de calcul au fost examinate de către autorul tezei de față în baza lucrărilor cercetătorilor cum ar fi: V.G.Berezanțev, A.I.Bileuș, A.Ia.Budin, B.V.Veselovschi, S.S.Vealov, A.C.Ghinzburg, M.N.Golidștein, Ȃ.M.Dobrov, A.G.Dorfman, E.P.Emelianov, Iu.C.Zarețchi, T.S.Zolotarev, V.D.Cazarnovschi, V.V.Chiuntțeli, N.N.Maslov, S.R.Mescean, Z.G.Ter-Martirosean, A.Ia.Turovscaia, I.V.Fiodorov, V.A Florin.

Analiza izvoarelor literare arată că numărul publicațiilor închinată cercetării rolului fenomenelor reologice în dezvoltarea proceselor de alunecare este destul de mare, dar numărul de lucrări privind cercetarea presiunii de alunecare asupra construcțiilor de sprijin, ținând cont de manifestarea însușirilor reologice ale pământurilor, este limitat.

Autorul tezei prezente a cercetat și a analizat lucrările savanților care reprezintă diferite școli, prin urmare, și diferite tratări ale problemei privind rezistența și stabilitatea de lungă durată a versanților, în același rând, și în aplicarea metodelor contemporane de calcul. Printre cele mai importante putem enumera lucrările lui B.S.Babahanov, L.C.Ghinzburg, M.N.Goldștein, A.G.Dorfman, N.N.Maslov, Z.G.Ter-Martirosean ș.a.

Odată cu dezvoltarea intensă a tehnologiilor computerizate este posibilă soluționarea unui șir de probleme care anterior nu puteau fi rezolvate. În special, în practica de calcul au fost introduse procedee bazate pe analiza numerică; calculele se efectuează cu ajutorul metodelor de modelare tridimensională.

Studierea lor de către autorul tezei are la bază lucrările lui N.Albatainch, E.Bromhead, J.Duncan, A.Britto, D.Mureșan, A.N.Bogomolova, I.C.Fomenco ș.a.

Dezvoltarea proceselor de alunecare este condiționată de mai multe cauze. Autorul prezentei cercetări leagă apariția alunecărilor care se dezvoltă pe versanții Republicii Moldova de proprietățile reologice ale pământurilor. Studiul lor a fost efectuat în baza analizei lucrărilor lui A.Schempton, Tg.Van Asch, A.I.Bileuș, A.Ia.Budin, S.S.Vealov, M.N.Golidștein, E.M.Dobrov, A.G.Dorfman, Z.M.Caraulova, N.N.Maslov, V.N.Polcanov, Z.G.Ter-Martirosean, T.A.Timofeeva, A.Ia.Turovscaia ș.a.

Studierea și analiza izvoarelor literare și materialelor de arhivă, care a format baza științifică a cercetării, permit a constata importanța incontestabilă a experimentelor efectuate anterior. În același timp, menționăm cu regret că, pe parcursul ultimilor 30 de ani, problemei privind cercetarea alunecărilor de teren nu i s-a atras atenția cuvenită.

Actualmente, importanță deosebită capătă întrebările privind evaluarea stabilității de lungă durată și determinarea presiunii asupra construcțiilor de sprijin. Ultima se referă la tendința de valorificare a versanților potențial-alunecători și necesității de asigurare a exploataării durabile fără risc a edificiilor și construcțiilor amplasate pe ele.

Cele expuse mai sus au determinat obiectul, scopul principal și problemele cercetării de față. **Scopul cercetării:** elaborarea metodologiei de evaluare a stabilității de lungă durată a versanților alunecători și determinare a presiunii de alunecare, ținând cont de procesele reologice care se dezvoltă în masivul de pământ.

Problemele propuse pentru cercetare:

1. Studiarea mecanismului de dezvoltare a deformațiilor versanților care ar putea fi valorificați pentru construcții.
2. Efectuarea analizei privind posibilitatea de dezvoltare în masivul versanților a deformațiilor de curgere lentă.
3. Studiarea posibilității de reducere în timp a rezistenței argilelor neogene din care sunt formați versanții potențial-alunecători din Republica Moldova.
4. Efectuarea analizei metodelor de calcul al stabilității versanților, care sunt aplicate în Moldova, precum și procedeele de determinare a presiunii de alunecare bazate pe aceste metode.
5. Cercetarea principiilor de evaluare a proprietăților reologice ale pământului la determinarea presiunii asupra structurilor de sprijin.
6. Cercetarea posibilităților de aplicare a principiilor de prognozare a deformațiilor de alunecare a structurilor de sprijin în baza teoriei fizico-tehnice a fluajului în condițiile amplasării lor pe versanții potențial-alunecători de pe teritoriul Moldovei.
7. Evaluarea stării de tensiune-deformație a versanților, aplicând metodele numerice de calcul, elaborarea modelelor mecanico-matematice, a criteriilor de calcul privind construcțiile de sprijin.
8. Elaborarea recomandărilor privind aplicarea metodologiei propuse.

Metodele și baza informativă a cercetării. În procesul investigării tematicii tezei au fost aplicate metode științifice generale cum ar fi: analiza, abstracția, abordarea sistematică. Cercetarea a fost efectuată în baza abordării complexe, utilizând metode mecanico-matematice și complexul de programe PLAXIS, adaptat pentru ingineri. Pentru soluționarea unor probleme speciale au fost folosite metoda comparației și analizei statistice, metoda analogiei geologice-inginerească. Au mai fost utilizate metode mecanico-matematice de modelare a situațiilor naturale. În procesul de cercetare au fost aplicate, de asemenea, metode empirice: observațiile asupra obiectului, măsurarea deformațiilor, evaluări ale experților.

Pentru atingerea obiectivului propus în teză au fost folosite principiile fundamentale de cercetare cu scopul de a cunoaște cât mai multe despre alunecări, condițiile și cauzele dezvoltării lor, metodele de calcul și căile de stabilizare a lor.

La baza informativă a cercetării stau documentele instructiv-normative ale Republicii Moldova, datele Institutului Național de Cercetări Științifice în Domeniul Construcțiilor (INCERCON); materiale de arhivă ale institutelor IPDA și UTM, teze la tema dată.

Baza teoretică și metodologică a tezei o constituie lucrările cercetătorilor autohtoni și străini în domeniul cercetării alunecărilor de teren și, în special, a rolului proceselor reologice în apariția lor, precum și a metodologiei de calcul a elementelor de protecție, monografiile, materialele ale conferințelor științifice internaționale și republicane, resurse-internet, elaborări personale ale autorului cercetării.

Importanța problemei științifice soluționată în domeniul investigat constă în elaborarea metodologiei privind evaluarea stabilității de lungă durată a versanților cu risc de alunecare și determinarea presiunii de alunecare asupra construcțiilor de sprijin, luând în considerație procesele reologice ce se dezvoltă în masivul de pământ format din argilele neogene din Moldova.

Noutatea științifică și originalitatea investigației constau în perfectarea și argumentarea științifică a metodologiei de calcul a proceselor reologice pentru determinarea calculului construcțiilor de sprijin amplasate pe versanții alunecători din Moldova. Aceasta se exprimă prin următoarele:

1. Determinarea valorilor „limitei de fluaj” a argilelor neogene din care sunt formați versanții alunecători.
2. Studiarea mecanismului de dezvoltare a deformațiilor versanților care ar putea fi valorificați pentru construcții.
3. Demonstrarea posibilității de apariție a deformațiilor de alunecare în urma curgerii lente în straturile de pământ ale versanților cercetați.
4. Identificarea factorilor naturali care pot avea un rol decisiv în dezvoltarea proceselor de alunecare, precum și în determinarea presiunii de alunecare asupra construcțiilor de sprijin și care nu sunt luați în considerație la aplicarea metodelor ingineresti.
5. Propuneri de modificare a metodelor ingineresti de calcul al stabilității versanților alunecători, luând în vedere proprietățile reologice ale pământurilor.
6. Demonstrarea necesității determinării presiunii de alunecare asupra structurilor de sprijin, ținând cont de posibilitatea dezvoltării deformațiilor de fluaj în masivul de pământ. Valorile presiunii vor fi determinate de intensitatea deformațiilor identificate, de existența

zonelor cu rezistență redusă în masivul de pământ, gradul de deteriorare a structurii primare.

7. Efectuarea analizei comparative a evaluării stabilității de lungă durată a versanților cu utilizarea metodelor ingineresti de calcul și a metodei elementelor finite.
8. Determinarea principiilor de proiectare a structurilor de sprijin, luând în considerație natura procesului de alunecare identificat.

Importanța teoretică a rezultatelor obținute: Experimentele efectuate pentru determinarea limitei de fluaj și a coeziunii corespunzătoare acesteia (C_{lim}), a unghiului de frecare interioară (ϕ_{lim}) concretizează concepțiile teoretice privind rezistența de lungă durată a pământurilor argiloase.

Implementarea în practica calculelor stabilității versanților alunecători a metodelor numerice contemporane în combinație cu analiza reologică a situației naturale va permite îmbunătățirea cu mult a prognozei veridice a riscului de alunecare și determinarea sigură a valorilor de calcul a presiunii de alunecare a pământului asupra construcțiilor de sprijin.

Importanța practică a rezultatelor cercetărilor științifice. Teza dată constituie o parte a investigațiilor științifice efectuate la Universitatea Tehnică a Moldovei. Rezultatele obținute în procesul de cercetare a temei au fost implementate la realizarea a trei proiecte de construcție pe versanții cu risc de alunecare.

Importanța practică a lucrării constă în perfectarea metodologiei de calcul al stabilității versanților potențial-alunecători de pe teritoriul Moldovei și determinarea presiunii de alunecare a pământului la proiectarea construcțiilor de sprijin.

Aprobarea rezultatelor denotă posibilitatea utilizării lor pentru următoarele:

1. Stabilirea prealabilă a caracteristicilor de calcul al rezistenței argilelor neogene din pământurile Moldovei și a obiectivelor care se află în condiții analogice de dezvoltare.
2. Evaluarea stabilității versanților alunecători care pot fi valorificați pentru construcții.
3. Calcularea presiunii de alunecare ce corespunde naturii de dezvoltare a procesului de alunecare în condițiile manifestării proceselor reologice în versanți.

Rezultatele investigației efectuate pot fi implementate în proiecte reale, de asemenea, pot fi utilizate de către licențiații și masteranzii de la catedrele de construcții civile și construcții rutiere din cadrul instituțiilor respective.

Rezultatele principale ale cercetării, concepute pentru susținere:

1. Elaborarea de către autorul tezei a metodei de determinare a presiunii de alunecare a pământului asupra construcțiilor de sprijin amplasate pe versanții alunecători, luând în considerație procesele reologice care au loc în pământurile argiloase neogene din Moldova.

2. Esența metodei constă în identificarea mijloacelor de efectuare a analizei reologice a posibilității de dezvoltare a deformațiilor de curgere lentă în masivul de pământ al versanților alunecători, care determină mărimea presiunii de alunecare.
3. Rezultatele din teren, de laborator și analitice ale investigației care formează expresiile de descriere a dezvoltării deformațiilor de alunecare.
4. Modelul mecanico-matematic al terenurilor alunecătoare cercetate și a schemelor de calcul ale metodei elementelor finite.
5. Principiile de proiectare a construcțiilor de sprijin cu evidența naturii procesului de alunecare.

Implementarea rezultatelor științifice s-a realizat prin utilizarea metodologiei elaborate privind calculul proceselor reologice pentru a fi proiectate măsurile de combatere a deformațiilor de alunecare pentru 3 obiective de construcție pe versanții alunecători.

Aprobarea rezultatelor tezei. Principalele rezultate ale tezei au fost expuse și aprobate la conferințele științifice internaționale ale Academiei de Științe a Moldovei (2015, 2016); ale Universității de Stat de Construcții din Moscova (2013, 2014); Universității de Stat din Comrat (2013); Conferinței științifico-practice a profesorilor, doctoranzilor și studenților din cadrul Universității Tehnice a Moldovei.

Aportul personal al autorului tezei rezumă în următoarele:

- efectuarea cercetărilor experimentale și teoretice privind studierea particularităților reologice și rezistenței de lungă durată a pământurilor argiloase din care sunt formați versanții alunecători din Moldova;
- analiza metodelor existente de calcul al stabilității versanților și a presiunii de alunecare;
- elaborarea modelului mecanico-matematic pentru 5 versanți alunecători cercetați;
- efectuarea analizei reologice a situației naturale cu scopul de a studia posibilitățile de dezvoltare a deformației de fluaj în cadrul terenurilor cercetate;
- efectuarea unui șir de calcule comparative, analiza lor, construirea graficului valorilor acestora, interpretarea rezultatelor obținute;

Publicații la tema cercetată. La tema tezei au fost publicate 10 lucrări, printre care: 4 - în reviste recomandate de CNAA; 3 - în culegeri internaționale; 1 - indicație metodică.

Structura tezei. Lucrarea include: adnotare (în limbile română, rusă și engleză); introducere; 4 capitole; concluzii generale și recomandări, bibliografie (170 titluri).

Conținutul lucrării este expus pe 138 pagini text de bază, exclusiv anexele, 62 figuri, 12 tabele, 4 anexe.

Cuvinte-cheie: versanți alunecători, pământuri argiloase, rezistență, reologie, calculul stabilității, presiune de alunecare, analiză reologică, metoda elementelor finite.

Mulțumiri. Autorul lucrării de față mulțumește cu sinceritate conducătorului științific, doctor în științe tehnice V.N.Polcanov pentru îndrumările științifice pe parcursul studiilor la aspiratură, care au stat la baza formării concepției științifice a autorului, precum și pentru atenția față de lucrarea în cauză, pentru sfaturile prețioase și observațiile de rigoare expuse în timpul discuțiilor asupra tezei în toate etapele de elaborare.

CONȚINUTUL TEZEI

În **Introducere** este argumentată actualitatea temei de cercetare, examinată importanța și gradul de elaborare științifică a problemei, sunt determinate scopul, problemele, metodele și baza informativă a studiului, argumentată noutatea științifică și importanța practică a rezultatelor. Este dată informația privind implementarea și aprobarea rezultatelor cercetărilor expuse în teză.

Primul capitol, „Evaluarea rolului proceselor reologice la calculul alunecărilor de teren”, conține date despre abordarea contemporană a metodologiei privind conceptul de fenomen reologic în pământurile argiloase neogene, esența și natura proceselor de alunecare, care se desfășoară în regim reologic.

Abordarea sistematică a cercetării fenomenelor de alunecare în pământurile argiloase a impus determinarea preliminară a conceptelor de bază ale proceselor de alunecare, particularitățile apariției lor pe teritoriul Republicii Moldova. Legând dezvoltarea alunecărilor de teren și procesele de fluaj, autorul prezentei cercetări susține opiniile lui B.C.Hou, care consideră că „... deplasarea bruscă în jos, pe pantă, a maselor de pământ semnificative după volum, cunoscută de regulă sub denumirea de alunecare (landslide), reprezintă mai degrabă un fenomen adânc decât unul de suprafață” [25, p.212-213].

Astfel de fenomene se manifestă des și în cadrul versanților din Moldova. Aceasta conduce la dezvoltarea “bruscă” a deplasării versanților, care timp îndelungat s-au aflat în stare de stabilitate.

În cadrul capitolului sunt expuse cauzele presupuse, ce pot aduce la pierderea stabilității versanților, dezvoltând rolul fenomenelor reologice din cadrul proceselor de alunecare a terenului.

Au fost studiate diferite abordări a problemei cercetate. Teoria fizico-tehnică a fluajului propusă de N.N.Maslov a fost aleasă ca bază pentru cercetare.

Determinant a fost faptul, că la evaluarea gradului de risc de dezvoltare a proceselor de alunecare este necesară prognoza stabilității de lungă durată, care poate fi efectuată în baza analizei reologice a reliefului natural.

În același rând, analiza reologică nu poate fi efectuată fără cercetarea minuțioasă a rezistenței de lungă durată a pământurilor, ce formează versantul potențial alunecător.

O analiză a abordărilor moderne de evaluare a gradului de stabilitate a versantului a arătat că tehnologiile moderne permit nu numai determinarea valorii coeficientului de stabilitate a versantului, dar și studiul detaliat al mecanismului de dezvoltare a procesului de alunecare.

După cum demonstrează analiza cercetării efectuate de autor, metodele de calcul al stabilității versanților sunt perfecționate în permanență. Apar noi abordări ale soluționării problemei privind evaluarea riscului de alunecare a versanților. În prezent sunt cunoscute mai mult de 200 astfel de abordări.

Metodele determinării gradului de stabilitate a versanților se deosebesc prin câțiva factori. Printre cei mai principali putem enumera: natura și mecanismul de dezvoltare a procesului de alunecare, caracterul pământurilor alunecătoare care se deplasează, posibilitatea utilizării aparatului matematic pentru soluționarea problemelor.

Cele mai mari dificultăți apar la determinarea principiului suprafețelor de alunecare critice ce corespunde coeficientului minim de stabilitate.

În acest sens, demonstrativ este cazul pierderea stabilității versantului, care a atras după sine distrugerea taluzului terasamentului pe sectorul de drum „Centura Orhei” din mun. Chișinău. În urma cercetărilor efectuate au fost fixate două suprafețe de alunecare posibile: cea de „sus” – în intervalul de adâncime până la 10 m, cea de „jos” – la adâncimea de 19-21 m. Însă, deși au fost luate un complex de măsuri de combatere a alunecărilor, care au fost elaborate în presupunerea unei posibile deplasări de alunecare pe suprafața de „sus”, peste 7 ani au apărut semne de deformare a versantului ce corespundeau alunecării pe suprafața de „jos”, celei mai adânci. Încă peste 2 ani, în urma deplasărilor de alunecare care s-au activizat, a fost distrus viaductul de pe sectorul versantului implicat în procesul de alunecare.

Exemplul de mai sus demonstrează pe deplin, că forma suprafeței de alunecare trebuie considerată principalul factor pentru alegerea procedurii de calcul al coeficientului de stabilitate. De alegerea dată va depinde caracterul diagramei presiunii de alunecare, prin urmare, și calculul ulterior al construcțiilor de sprijin.

Analiza lucrărilor la tematica dată și efectuarea de către autor a calculelor au arătat că evaluarea gradului de stabilitate a versanților poate fi realizată atât prin metode inginerești (simplificate), cât și prin metode exacte ale mecanicii pământurilor.

Dezvoltarea tehnicii de calcul a condiționat trecerea de la metodele echilibrului-limită la metodele numerice, care într-o mare măsură au lărgit posibilitățile modelării matematice. Dar, este necesar de menționat, că aceste metode sunt mult mai complicate și dificile.

Pentru calculele ulterioare, autorul tezei a folosit complexul de programe PLAXIS. Ca bază a fost luată metoda „Phi-reduction”.

Coeficientul de stabilitate (K_{st}) poate fi determinat prin corelația [7, 8]:

$$K_{st} = \frac{S_{\max}}{S_{\lim}}, \quad (1)$$

unde: S_{\max} – rezistența la forfecare maximală;

S_{\lim} – rezistența la forfecare necesară pentru echilibru.

Folosind expresia rezistenței lui Mohr- Coulomb, expresia (1) poate fi scrisă astfel:

$$K_{st} = \frac{\sigma_n \operatorname{tg} \varphi + C}{\sigma_n \operatorname{tg} \varphi_r + C_r}, \quad (2)$$

unde: φ și C – corespunzător, unghiul de frecare interioară și coeziunea la presiunea normală reală;

φ_r și C_r – parametrii rezistenței considerate care determină echilibrul versantului.

La analiza comparativă, coeziunea și unghiul de frecare interioară se micșorează în proporții similare:

$$\frac{C}{C_r} = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \varphi_r} = \sum M_{sf}, \quad (3)$$

Înmulțitorul total controlează reducerea caracteristicilor de rezistență și apropierea iterativă a valorii coeficientului de stabilitate până la valoarea ce va corespunde stării echilibrului-limită ($K_{st} \rightarrow 1,0$).

Studierea bazelor metodologice, ce determină rolul fenomenelor reologice la pierderea stabilității construcțiilor de sprijin a determinat una din problemele de bază, necesară de rezolvat în cadrul acestei lucrări, și anume, cercetarea rezistenței de lungă durată a pământurilor argiloase, ce alcătuiesc versanții alunecători din Republica Moldova.

Cercetând fenomenele de alunecare, nu se poate neglija opinia savanților [16, 20, 26] și, în particular, a lui G.C.Bondaric că „atingerea scopului principal al cercetării procesului de alunecare, și anume, cunoașterea mecanismului și dinamicii lui, prognozarea procesului și prevederea măsurilor eficiente de combatere a alunecărilor, implică studiarea complexă a situației naturale în care se formează alunecările, în același rând, și studiarea complexă a mediului geologic. Totodată, printre factorii care influențează asupra tipului procesului de alunecare și a caracterului lui, luați în considerare la evaluarea procesului, putem enumera numai deocâ: compoziția, structura, starea și însușirile rocilor” [12, p.142].

Importanța exclusivă a problemei privind rezistența de lungă durată a pământurilor argiloase din care sunt formați majoritatea versanților din Moldova impune să fie căutate căi noi de calcul al acestui factor în cadrul proiectărilor.

În lumina efectuării cercetărilor de față, autorul tezei a analizat rezultatele lucrărilor anterioare privind studierea rezistenței pământurilor argiloase din Moldova. Au fost, de asemenea, cercetate materialele de arhivă ale Catedrei Geodezie, Cadastru și Geotehnică a UTM.

Materialele izvoarelor din arhive au fost completate cu rezultatele experimentelor efectuate de autor personal în laboratorul geotehnic „INGEOTECH GRUP” SRL.

Valorile obținute ale parametrilor reologici au servit drept bază pentru efectuarea calculului privind stabilitatea versanților și determinarea presiunii de alunecare.

Analizând întrebarea privind evaluarea gradului real de stabilitate, autorul lucrării de față examinează câteva direcții. Pe de o parte, aprofundarea în natura fizică a fenomenului, iar pe de alta – precizarea mecanismului de calcul.

Capitolul doi, «Caracteristica succintă a terenurilor cercetate» este dedicat studiului condițiilor geologico-inginerești a terenurilor cu risc de alunecare, de asemenea, problemelor ce țin de cunoașterea naturii rezistenței pământurilor argiloase din Moldova.

Au fost examinați detaliat 5 versanți potențial-alunecători situați în partea centrală a Moldovei.

Detaliat s-au cercetat: particularitățile geomorfologice ale reliefului și ale structurii litologice; cauzele posibile de dezvoltare a deformațiilor; proprietățile fizico-mecanice și reologice ale pământurilor din care sunt formați versanții; au fost efectuate calculele necesare.

Sunt expuse rezultatele prospecțiunilor geologico-inginerești, rezultatele prelucrării materialelor obținute.

Primul pas al analizei reologice constă în determinarea mărimii unghiului de frecare interioară (φ_w), coerenței (Σ_w), legăturilor coeziunii structurale (C_c), legăturilor rigide ale coerenței (Σ_w, r) și a limitei de fluaj (τ_{lim}).

Pe parcursul efectuării cercetării de față, autorul a făcut încercări pentru determinarea limitei de fluaj pentru următoarele tipuri de argile:

- a) argilele neogene din masivul de pământ de bază cu structură nealterată;
- b) argilele neogene din masivul de suprafață cu structură naturală;
- c) argilele neogene, umezite suplimentar în lăzi cu nisip umed;
- d) argilele neogene cu structură alterată (pastă).

Suplimentar au fost efectuate experimente pe mostre cu structură alterată. Prelucrarea grafică a valorilor experimentale obținute pentru mostre, umezite suplimentar în „baia de nisip”, au permis

identificarea dependenței limitei de fluaj de consistență și presiunea normală, precum și a coeziunii și unghiului de frecare interioară de consistență (figurile 1, 2).

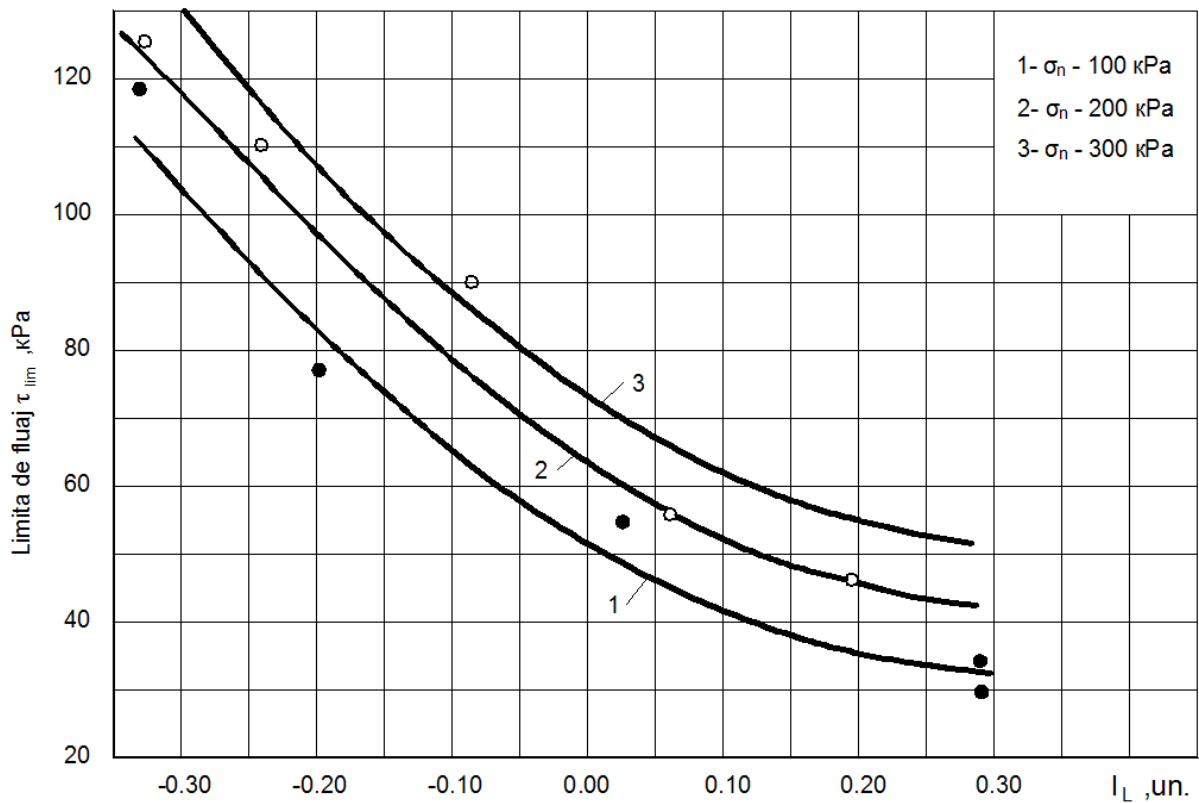


Fig.1. Dependența limitei de fluaj de consistență; experimentul prin “viteza constantă” $v = 4,2 \cdot 10^{-5}$ cm/s, pe mostrele cu structură alterată, $I_p = 18,0$

Sursa: elaborat de autor.

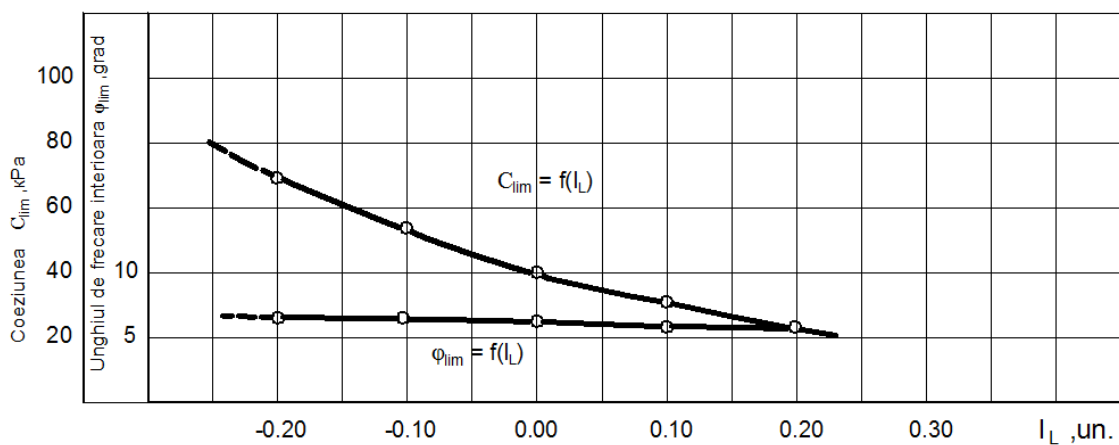


Fig.2. Dependența coeziunii și unghiului de frecare interioară ce corespund limitei de fluaj față de consistență

Sursa: elaborat de autor.

Utilizând funcțiile obținute referitor la valoarea de calcul a consistenței argilelor neogene și, corespunzător, a stratului de suprafață și de bază, care servesc drept date inițiale pentru analiza ulterioară a posibilității dezvoltării deformației de curgere lentă, au fost adoptate următoarele valori de calcul ale limitei de fluaj: - pentru stratul de suprafață: $\tau_{limon}^{calc.s} = 0,16p + 40$ kPa; - pentru stratul de bază: $\tau_{limon}^{calc.b.} = 0,25p + 75$ kPa; - pentru zona cu rezistență scăzută: $\tau_{limon}^{calc.red} = 0,09p + 9$ kPa.

Suplimentar la cercetările efectuate, au fost realizate experimente după metoda propusă de IITD, precum și încercările la compresiune monoaxială. Aceasta a permis stabilirea valorilor de calcul a parametrilor de rezistență a pământurilor argiloase pentru evaluarea prealabilă a stabilității de lungă durată a versanților, și anume: $\varphi_l = 7^\circ$; $C_l = 14$ kPa.

Pentru efectuarea analizei reologice cu scopul evaluării stabilității de lungă durată, în cazul posibilității dezvoltării deformațiilor de fluaj, valorile parametrilor de rezistență au fost adoptate: pentru coerență $\Sigma_w = 23$ kPa, unghiul de frecare interioară $\varphi_w = 5^\circ$.

În **capitolul trei** "Evaluarea stabilității a versanților cercetați cu ajutorul analizei reologice" a fost efectuată prognoza posibilității apariției și dezvoltării deformațiilor de fluaj în cadrul terenurilor studiate și sunt expuse rezultatele modelării stării de tensiune-deformare cu ajutorul Metodei Elementelor Finite (MEF).

Autorul acestei teze, pe parcursul cercetării demonstrează că prognozarea deformațiilor de curgere lentă, care determină stabilitatea de lungă durată a versanților și taluzurilor, în Moldova, poate fi efectuată prin aplicarea teoriei fizico-tehnice a fluajului propusă de N.N.Maslov [18], folosind caracteristicile reologice ale argilelor neogene din care sunt formați majoritatea versanților din Republica Moldova.

Pentru evaluarea gradului de stabilitate a versanților prin metoda „suprafețelor cilindrice” a fost utilizată formula lui Terzaghi:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_i + C_i l_i)}{\sum_{i=1}^n P_i \sin \alpha_i} \quad (4)$$

În mod desfășurat, coeziunea totală C_w [în formula (4) C_i] se determină din ecuația:

$$C_w = \Sigma_w + C_c, \quad (5)$$

unde Σ_w – coeziunea hidrocoloidală cu caracter reversibil (coerența) în pământurile argiloase, C_c – coeziunea structurală de natură rigidă și ireversibilă.

Atunci, într-o formă comodă pentru analiză, expresia (4) va avea următorul aspect:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n [P_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_i + (\Sigma_w + C_c) l_i]}{\sum_{i=1}^n P_i \sin \alpha_i} \quad (6)$$

În expresiile (4) și (6), elementele cu indicele i se referă la un bloc, selectat din blocurile obținute la secționarea imaginară a masivului de pământ alunecător. Astfel, P_i reprezintă masa blocului; α_i – înclinarea față de orizont a tălpii blocului; φ_i și C_{wi} corespunzător, unghiul real de frecare interioară și coeziunea totală; l_i – lungimea blocului în planul secțiunii.

La efectuarea calculului, mai întâi se stabilește valoarea coeficientului K_{C_w} , aplicând formula (6), fiind inclus în calcul unghiul real de frecare interioară φ_w și coeziunea totală $C_w = \Sigma_w + C_c$.

Dacă $K_{C_w} > 1$, versantul poate fi considerat stabil în plan static cu o oarecare rezervă determinată de valoarea lui K_{C_w} . Însă întrebarea despre starea reologică rămâne deschisă. Totodată, dacă $K_{C_w} < 1$, versantul în toate cazurile este instabil și este necesar de aplicat măsuri de combatere a deformațiilor.

Calculule ulterioare se vor efectua, fiind exclusă coeziunea hidrocoloidală.

Pentru evaluarea stabilității versantului cu suprafață de alunecare fixată a fost aplicată metoda “forțelor orizontale a lui Maslov-Berer” [17].

Utilizând valoarea coeficientului de rezistență la forfecare ψ_P și coeziunea totală C_w a pământului argilos, putem scrie:

$$K_{C_w} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \left[\operatorname{tg} \alpha_i - \operatorname{tg} \left(\alpha_i - \operatorname{arctg} \left(\operatorname{tg} \varphi_{wi} + \frac{(\Sigma_{wi} + C_{ci})}{\rho_{n,i}} \right) \right) \right]}{\sum_{i=1}^n (\pm P_i \operatorname{tg} \alpha_i)} \quad (7)$$

Excluzând din ultima expresie, pe rând, coerența Σ_w sau coeziunea structurală C_c , putem obține valoarea coeficienților de stabilitate corespunzător unor sau altor condiții de lucru ale pământului, adică, $K_{\varphi_w \Sigma_w}$ și $K_{\varphi_w C_c}$. De exemplu, dacă este exclusă din lucrul pământului coerența ($\Sigma_w = 0$), vom obține:

$$K_{\varphi_w C_c} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \left[\operatorname{tg} \alpha_i - \operatorname{tg} \left(\alpha_i - \operatorname{arctg} \left(\operatorname{tg} \varphi_{wi} + \frac{C_{ci}}{\rho_{n,i}} \right) \right) \right]}{\sum_{i=1}^n (\pm P_i \operatorname{tg} \alpha_i)} \quad (8)$$

În calitate de exemplu sunt expuse rezultatele calculului, efectuate de către autor pentru terenul cu risc de alunecare nr. 1 „Ocolirea s. Porumbrei”

Tabelul 1. Determinarea presiunii de alunecare pe terenul „Ocolirea Porumbrei”

№ de ord.	Suprafața de alunecare	Parametrii de rezistență		Valorile coeficientului de stabilitate pentru metoda de calcul					
		φ_w , grad	C_{lim} , kPa	Maslov-Berer			Șahuneanț		
				$K\varphi_w C_w$	$K\varphi_{lim} C_{lim}$	$K\varphi_w \Sigma_w$	$K\varphi_w C_w$	$K\varphi_{lim} C_{lim}$	$K\varphi_w \Sigma_w$
1.	3-1	5	23			1,077			1,128
2.	3-1	5	9		0,746			0,768	
3.	3-1	7	14	1,069			1,114		

Cercetările și calculele efectuate au demonstrat că versantul în întregime se află în stare de echilibru-limită; este supus deformațiilor de curgere lentă; stabilitatea de lungă durată poate fi asigurată numai dacă vor fi păstrate condițiile existente.

Modelarea numerică a stării de tensiune-deformare a versanților utilizând MEF, s-a realizat în baza cercetărilor efectuate anterior cu scopul elucidării a naturii dezvoltării procesului de alunecare în cadrul terenurilor studiate.

Întrucât, deseori, dezvăluirea naturii procesului și posibilității de dezvoltare a deformațiilor de alunecare fără efectuarea analizei reologice este dificilă, iar în unele cazuri, practic imposibilă, de către autor a fost întreprinsă încercarea de a face legătură între posibilitatea scăderii rezistenței pământurilor agiloase în timp în condițiile asigurării stabilității generale a versanților și manifestării deformațiilor lente de fluaj.

Capitolul conține abordările de bază, expuse de către autor pentru majorarea siguranței evaluării gradului de stabilitate a versanților și argumentarea necesității determinării presiunii de alunecare asupra construcțiilor de sprijin cu evidența posibilității dezvoltării deformațiilor de fluaj și naturii procesului de alunecare, stabile.

De asemenea, sunt prezentate rezultate determinării gradului de stabilitate a terenurilor studiate, utilizând MEF. Este demonstrat rolul prioritar al abordării complexe la evaluarea riscului de alunecare al versanților, supuși construirii active. Sunt întemeiate abordările modificate la modelarea procesului de alunecare, care permit, relativ adecvat, evaluarea stabilității de lungă durată versanților cu risc de alunecare și determinarea valorilor presiunii de alunecare la proiectarea construcțiilor de sprijin.

Deși, unii experți, au obiecții în ceea ce privește posibilitatea utilizării programelor de tip PLAXIS pentru efectuarea calculelor, autorul acestei teze a obținut rezultate care corespund pe deplin cu starea reală a versanților cercetați.

Rezultatele modelării și calculelor efectuate de către autor sunt prezentate în tab.2 și fig.3.

Tabelul 2. Evaluarea gradului de stabilitate a versantului. Terenul nr.1 „Ocolirea s.Porumbrei”

№ de ord	Suprafața de alunecare	Parametrii de rezistență		Valorile coeficientului de stabilitate		
		φ_w , grad	C_{lim} , kPa	MEF (PLAXIS)		
				$K\varphi_w C_w$	$K\varphi_{lim} C_{lim}$	$K\varphi_w \Sigma_w$
4.	3-1	5	23			0,9994
5.	3-1	5	9		0,7623	
6.	3-1	7	14	1,0702		

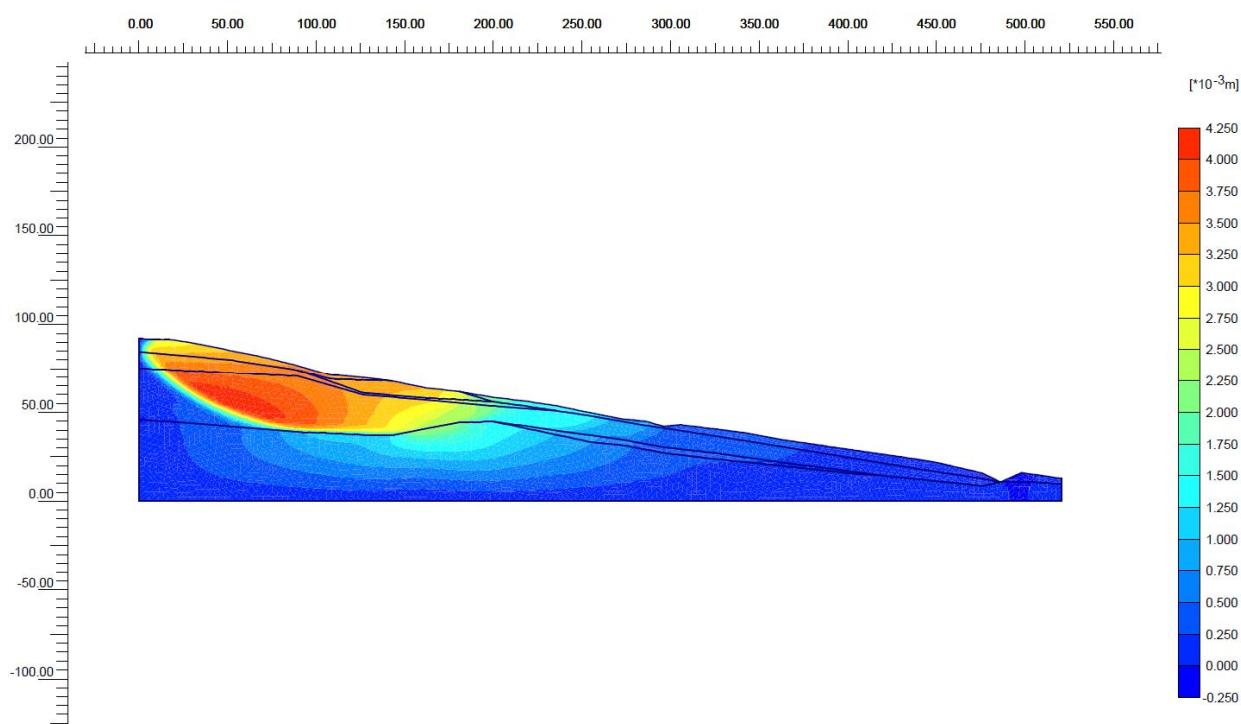


Fig.3. Modelarea în complexul de programe de tip PLAXIS a versantului pe terenul nr.1 „Ocolirea s. Porumbrei”. Nivelul deformațiilor generale este dat în culori.

Sursa: elaborat de autor.

Analiza modelării efectuate și calculelor au demonstrat următoarele:

1. Modelele mecanico-matematice elaborate și prognozarea în baza lor a stabilității sunt confirmate convingător prin observările din teren asupra stării reale a versantului.
2. Compararea rezultatelor evaluării stabilității de lungă durată a versanților cercetați, fiind utilizate metodele ingineresti și numerice de calcul, denotă coincidența înaltă a rezultatelor.
3. Pot apărea mici divergențe în cazul necorespunderii alegerii pentru calculele prin metodele ingineresti a celei mai riscante suprafețe de alunecare în comparație cu configurațiile obținute prin modelarea în cadrul MEF.

Utilizarea complexului de programe de tip PLAXIS pentru efectuarea analizei reologice a stării naturale a versanților potențial alunecători a fost justificată prin faptul că, în afară de alte avantaje, aceasta dă posibilitatea de determinare directă a celei mai periculoase suprafețe de alunecare, care într-o mare măsură facilitează problema proiectantului în cazul necesității de a găsi locul de amplasare a construcțiilor de sprijin pentru combaterea alunecărilor.

În **capitolul patru** “Determinarea presiunii asupra construcțiilor de sprijin cu evidența variației posibile în timp a rezistenței pământului” este analizată detaliat baza metodologică care determină rolul fenomenelor reologice în pierderea stabilității construcțiilor de sprijin. O deosebită atenție se atrage calculului proprietăților reologice ale pământurilor la determinarea presiunii asupra construcțiilor de sprijin. Au fost efectuate calcule comparative privind determinarea presiunii de alunecare cu ajutorul metodelor ingineresti.

În baza examinării detaliate a condițiilor geologico-ingineresti au fost efectuate calculele necesare și prognozată posibilitatea dezvoltării deformațiilor de fluaj pentru 5 versanți alunecători.

Sunt prezentate rezultatele de determinare a valorilor presiunii de alunecare, obținute în baza modelelor mecanico-matematice elaborate pentru terenurile de bază și calculele respective, fiind utilizată metoda echilibrului-limită.

La baza investigațiilor contemporane ale evaluării gradului de stabilitate a versanților alunecători și determinării valorilor presiunii de alunecare de către autor au fost puse lucrările lui A.S.Bobrovici, A.N.Bogomolov, A.N.Cașlev, I.C.Fomenco, V.C.Țvetcov ș.a. publicate în ultimii ani.

Analiza literaturii de fond, efectuată de autor, a arătat că pe parcursul ultimei sute de ani au apărut noi și noi lucrări legate de determinarea stabilității versanților și presiunii pământului asupra construcțiilor de sprijin, care subliniază încă o dată importanța problemei și faptul că aceasta rămâne nesoluționată [1, 2, 3, 4, 6, 10, 11].

În acest sens, este necesar de menționat rolul cercetătorilor ITCF care, sub conducerea lui M.N.Goldștein, a dus lupta împotriva alunecărilor de teren la construcția căilor ferate. Anume lor le revine rolul principal în stabilirea naturii proceselor de alunecare și a calculului măsurilor de combatere a alunecărilor și deformațiilor. Autorul este convins că fără metodele elementare care s-ar părea simple astăzi, propuse în anii 50-80 ai sec.XX [13, 15], ar fi de neconceput saltul actual.

Cercetând întrebarea despre determinarea presiunii asupra construcțiilor de sprijin, trebuie să menționăm că în majoritatea cazurilor proiectanții folosesc și până în prezent metodele bazate pe propunerile lui Coulomb. Într-un șir de cazuri metodele dau rezultate sigure. Însă ele nu permit a determina dependența presiunii de valorile deplasărilor pereților de sprijin și nu iau în considerare concepțiile contemporane privind natura rezistenței pământurilor.

Evidența proprietăților reologice a pământurilor la determinarea presiunii asupra construcțiilor de sprijin a fost efectuată de către autor în baza teoriei fizico-tehnice a fluajului.

Coeficientul de stabilitate K al peretelui de sprijin la forfecare a fost determinat prin variantele de includere în calcul a componentelor coeziunii (C_w, Σ_w, C_C).

- 1) K_{φ, C_w} – pentru evaluarea condițiilor stabilității generale a construcției fără a lua în calcul factorul de timp, adică, incluzând concomitent în calcul coeziunea totală $C_w = \Sigma_w + C_C$;
- 2) K_{φ, C_C} – același lucru, fără a include în calcul coeziunea hidrocoloidală Σ_w ;
- 3) K_{φ, Σ_w} – pentru evaluarea condițiilor de stabilitate a construcțiilor la coeziunea hidrocoloidală „mobilizată”, excluzând din calcule coeziunea structurală C_C ;
- 4) K_{φ} – pentru calculul corespunzător, luând în calcul numai forțele de frecare interioară.

Cu scopul de a alege cea mai eficientă metodă de determinare a presiunii de alunecare au fost efectuate o serie de calcule comparative. Calculele au fost efectuate pentru secțiunea ce corespundea locului presupus de instalare a construcțiilor de sprijin. Rezultatele calculelor efectuate sunt date în tabelul 3.

Tabelul 3. Determinarea presiunii de alunecare pe terenul “Ocolirea satului Porumbrei”

Presiunea de alunecare E, kN/m conform metodei			
Presiunii extremale (MPE)	Terzaghi	Maslov-Berer	Șahuneanț
2629	2718	2996	3001

Prin calcule s-a demonstrat, că pentru versantul alunecător real la utilizarea metodei presiunilor extremale valoarea presiunii de alunecare este cu 15% mai mică decât cea obținută cu metodele clasice.

Este necesar de menționat ca acest caz rămâne a fi singurul, de aceea de către autor a fost întreprinsă încercarea de a efectua o analiză comparativă a rezultatelor obținute la determinarea valorilor presiunii de alunecare cu ajutorul metodelor inginrești pentru alte terenuri în condiții de lucru similare.

În calitate de referință au fost alese metodele Maslov-Berer (metoda forțelor orizontale) și Șahuneanț (metoda forțelor tangențiale), cele mai populare în mediul de proiectare din Republica Moldova.

Variația valorilor presiunii de alunecare în funcție de varianta aleasă a parametrilor reologici este dată în figura 4.

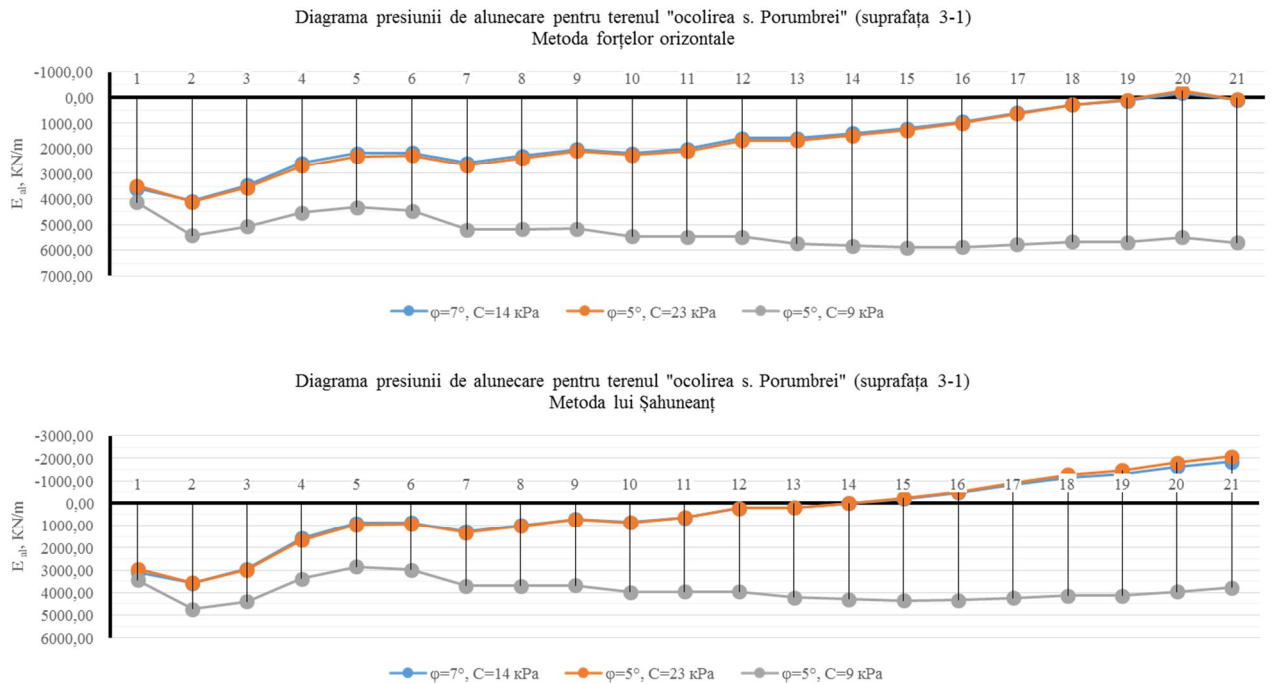


Fig.4. Diagrama presiunii de alunecare calculată prin metodele ingineresti pentru terenul nr.1 „Ocolirea s. Porumbrei” (suprafața 3-1)

Sursa: elaborat de autor.

În baza calculului efectuat au fost întemeiate principiile de proiectare a construcțiilor de sprijin cu evidența naturii stabilite a procesului de alunecare.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Importanța problemei științifice soluționată în cadrul acestei teze constă în elaborarea metodologiei de evaluare a stabilității de lungă durată a versanților și determinarea presiunii de alunecare asupra construcțiilor de sprijin, ținând cont de procesele reologice care se dezvoltă în argilele sarmațiene din Republica Moldova.

Rezultatele cercetării efectuate permit a formula următoarele **concluzii**:

1. A fost studiat mecanismul dezvoltării deformațiilor în versanții, supuși construcțiilor active. Procesele de alunecare observate pe cinci versanți naturali situați în Moldova Centrală sunt consecințele manifestării deformațiilor de fluaj.
2. Această circumstanță, deși înclinarea versanților constituie 5-8°, poate condiționa alunecarea datorită tranziției fluajului stabilizat în fluaj progresiv, la majorarea tensiunilor tangențiale în masivul versantului, impuse de construirea lui sau în urma reducerii rezistenței pământului sub influența diferitor factori, în același rând, de manifestarea deformației de fluaj în cadrul versantului.

3. În baza cercetărilor efectuate a fost demonstrată posibilitatea reducerii în timp a rezistenței argilelor sarmațiene. A fost evidențiat rolul coeziunii privind alegerea suprafeței de alunecare și influența ei asupra valorilor coeficientului de stabilitate și presiunii de alunecare. Reducerea coeziunii în urma deformațiilor de fluaj conduce la micșorarea forțelor de reținere și schimbării raportului dintre tensiunea tangențială activă și rezistența pământului în masiv. Prin urmare, se schimbă gradul de stabilitate în unele sectoare ale versantului, respectiv caracterul diagramei presiunii de alunecare.
4. Calculul presiunii de alunecare prin aplicarea metodei echilibrului-limită pentru suprafața de alunecare dată în pământurile neomogene poate fi examinat ca unul preliminar. Decizia finală privind alegerea celei mai periculoase suprafețe de alunecare veridice trebuie să fie luată în baza analizei reologice, care permite evaluarea stabilității de lungă durată a versantului și riscul dezvoltării procesului de alunecare.
5. Valorile de calcul a presiunii de alunecare la proiectarea construcțiilor de sprijin se vor determina în funcție de schema aleasă, care admite sau exclude posibilitatea de dezvoltare a deformației de fluaj, precum și în funcție de coeficientul de stabilitate normat indicat pentru obiectivele reale.
6. Evaluarea stabilității de lungă durată a versanților și prognozarea deplasărilor a construcțiilor de sprijin, situate pe ei, este rațional de efectuat utilizând analiza reologică a situației naturale. Efectuarea acestei analize cel mai simplu se realizează în baza postulatelor teoriei fizico-tehnice a fluajului.
7. Evaluarea stării de tensiune-deformare efectuată de autorul tezei în baza modelelor mecanico-matematice și criteriilor de calcul a construcțiilor de sprijin demonstrează posibilitatea utilizării metodei elementelor finite la calculele alunecărilor de teren.

Conform rezultatelor cercetării efectuate și a concluziilor obținute, pot fi formulate următoarele

recomandări:

1. Calculele pentru determinarea presiunii de alunecare asupra construcțiilor de sprijin este necesar de efectuat cu considerația influenței proceselor reologice: evidența posibilității dezvoltării deformațiilor de alunecare în condițiile apariției fluajului lent în masivul de pământ.
2. La examinarea mecanismului de dezvoltare a deformațiilor pe versanții potențial alunecători, care pot fi valorificați pentru construcție, este necesară evidența posibilității dezvoltării deformațiilor de curgere lentă în masivul versanților cercetați, formați din argile sarmațiene.
3. La calculul construcțiilor de sprijin, amplasate pentru asigurarea stabilității de lungă durată a versanților și protejarea obiectivelor de deformații, suplimentar la principiile existente trebuie determinată posibilitatea de apariție a deformațiilor fluaj și caracterul lor, și anume: posibilitatea stabilizării, sau invers, trecerea versantului cercetat în stare de fluaj progresiv. Principiile de calcul

ale proprietăților reologice la determinarea presiunii asupra construcțiilor de sprijin sunt expuse în subcapitolul 4.2.

4. Pentru efectuarea analizei reologice se recomandă de utilizat metoda elementelor finite, care permite „de a determina direct” cea mai periculoasă suprafață de alunecare, ce într-o mare măsură “ușurează” lucrul proiectantului de a stabili în caz de necesitate locul de instalare a construcțiilor de sprijin.
5. Ținând cont că metodologia propusă impune necesitatea efectuării analizei reologice, în cadrul lucrărilor ingineresti-geologice este necesar a include un șir de încercări speciale privind stabilirea valorii experimentale a limitei de fluaj a pământurilor argiloase și divizarea coeziunii generale în părțile ei componente, și anume: coeziunea structurală, ce caracterizează legăturile de cimentare ireversibile și coerența legăturilor hidrocoloidale.

Ținând cont de aceste recomandări, poate fi asigurată posibilitatea studierii în continuare a problemelor importante, prioritare pentru un șir întreg de științe, în special pentru mecanica pământurilor.

Cercetările la această temă, în opinia autorului lucrării de față, este oportun a fi continuate în următoarele direcții:

- Efectuarea cercetărilor teoretice și de teren cu scopul identificării influenței următorilor factori asupra gradului de stabilitate a versanților: modificarea regimului hidrogeologic în masivul de pământ a torentelor subterane pronunțate și orizonturilor de apă sub presiune; acțiunile seismice cu intensitate diferită, în funcție de orientarea versantului și geomorfologia lui.
- Acumularea cunoștințelor noi privind perfecționarea metodelor numerice de calcul. Aceasta face posibilă apropierea rezultatelor obținute de soluția optimală, care ar reflecta mult mai corect natura alunecărilor de teren cercetate.

BIBLIOGRAFIE

1. Albatainch N. Slope stability analysis using 2D and 3D methods. Ohio, United States of America: The University of Akron, 2006. -126p.
2. Atkinson J.H., Symons I.F., Fleming W.G.K., Powrie W. Construction and design of retaining walls : continuing education training course for civil engineers : 7th.& 8th june 1990. - London: City University, 1990. - [152]p. - Construcția și proiectarea zidurilor de susținere.
3. Boțu N., Mușat V. Geotehnică. – Iași: Casa de Editură Venus, 1998. –222p. – ISBN 973-98442-7-8.
4. Bromhead E.N. The stability of slopes / E. N. Bromhead. London and New York: Taylor & Francis, 2005. – 411 p.
5. Bucur M. Contribuții la metodele de proiectare a lucrărilor de combatere a alunecărilor de teren /. - București : - UTCB. Teză de doctorat. Cond. științific prof. dr. ing. Silvan Andrei. 2004. - 345p.
6. Duncan J.M. “State of the Art: Limit Equilibrium and Finite Element Analysis of Slopes”, Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 122, №1996, pp. 576-596.
7. Brinkgreve, R.B.I., Broere, W., Waterman, D. Plaxis 2D – version 9. Finite Element Code for Soil and Rock Analysis. User Manual. 2009 th ed. Rotterdam^ Balkema, 2008.
8. Britto, A.M. and Gunn, M.I. Critical State Soil Mechanics via Finite Elements. Chichester^ Ellis Horwood Limited. 1990. – 486 pp.
9. Landslides and Engineered Slopes // Proceedings of the tenth international symposium on landslides and engineered slopes. 30 June-4 July 2008, XI’AN, China/ V.1 – A BALKEMA BOOK, 2008, 2178 pp., Taylor& Francis Group, London. ISBN 978-0-415-41196-7.
10. Gitirana G (Jr.) Weather-related Geo-hazard Assessment Model for Railway Embankment Stability. Saskatoon, SK, Canada: Ph. D. Thesis. University of Saskatchewan, 2005. - 411pp.
11. Fredlund D.G., and Krahn J., “Comparison of slope stability methods of analysis”, Canadian Geotechnical Journal, Vol. 14 (3), 1977. – pp. 429-439.
12. Бондарик Г.К. Общая теория инженерной (физической) геологии. Москва: Недра, 1981. – 256 с.
13. Дорфман, А.Г., Дудинцева, И.Л. Применение вариационных методов к расчету оползневого давления на подпорные стены//Основания, фундаменты и механика грунтов. 1971.№2. с.36-38.

14. Казарновский В.Д. Оценка сдвигоустойчивости связных грунтов в дорожном строительстве. – М.: Транспорт, 1985. –168 с.
15. Крапивницкая Л.М., Туровская А.Я., Моделирование процесса формирования оползневых смещений на склоне, закрепленном подпорной стеной, и измерение оползневого давления // Вопросы геотехники (при транспортном строительстве): Труды ДИИТа / ДИИТ. – Днепропетровск, 1976. – вып. 179/25. – С.63-68.
16. Ларионов А.К. Инженерно-геологическое изучение структуры рыхлых осадочных пород (структуры грунта). – М.: Недра, 1966. -328 с.
17. Маслов Н.Н. Механика грунтов в практике строительства (оползни и борьба с ними) – М.: Стройиздат, 1977. – 320 с.
18. Маслов Н.Н. Физико-техническая теория ползучести глинистых грунтов в практике строительства. – М.: Стройиздат, 1984. – 176 с.
19. Полканов В.Н. Роль реологических процессов в развитии оползней на территории Молдовы. – Кишинэу, ТУМ, 2013. -176 с.
20. Полканов В.Н., Чебан О.С., Поповский В.О. К вопросу строительства на оползнеопасной территории//Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании/М-во образования и науки Росс. Федерации, Моск.гос. ун-т. – Москва: МГСУ, 2012, с.544-549.
21. Приклонский В.А. Грунтоведение: Учебник/ В.А. Приклонский; Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр. – Москва, 1955. – 430с.
22. Сергеев Е.М. Грунтоведение: Учебник / Е.М. Сергеев; Московский государственный университет. – Москва: Изд-во МГУ, 1959. – 334с.
23. Скемптон А.В. Длительная устойчивость склонов // Проблемы инженерной геологии/ Пер. с англ., – М., –1967, вып.4. – С.142-176.
24. Фоменко И.К. Методология оценки и прогноза оползневой опасности.: дис. д-ра геол. минерал. наук. – Москва, 2014. – 318с.
25. Хоу Б.К. Основы инженерного грунтоведения / перевод с англ. и общая редакция д.т.н. проф. Н.Н. Маслова. – М.: Стройиздат, 1966. -460 с.
26. Цытович Н.А. Механика грунтов/ Учебное пособие. Изд-е 3-е. – М., Л.: Госуд. издательство литературы по строительству и архитектуры, 1951. – 528 с.

ADNOTARE

la teză pentru obținerea gradului de doctor în științe tehnice

«Rolul proceselor reologice la calculul construcțiilor de sprijin, edificate pe versanții alunecători din republica moldova»

Ceban Oleg, Chișinău, 2018

Specialitatea: 211.02 – Materiale de construcții, elemente și edificii

Structura tezei: adnotarea, introducerea, trei capitole, concluzii și recomandări, bibliografia (170 de titluri), 138 pagini text de bază, 12 tabele, 62 figuri și 4 anexe. Rezultatele cercetării sunt publicate în 10 lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: alunecări de teren, presiune de alunecare, construcții de sprijin, metode calcul, reologie, procese reologice, deformații de curgere lentă, stabilitatea versanților.

Domeniul de studiu: versanții alunecători și potențial-alunecători din Republica Moldova.

Scopul și obiectivele cercetării constau în elaborarea metodologiei de evaluare a stabilității de lungă durată a versanților potențial-alunecători și determinarea presiunii de alunecare; studiul influenței proceselor reologice și principiilor de aplicare a lor în cadrul calculelor construcțiilor de sprijin; determinarea stării de tensiune-deformare a versanților cu ajutorul metodelor numerice de calcul.

Noutatea și originalitatea științifică a rezultatelor obținute: modernizarea și argumentarea științifică a metodologiei de evaluare a influenței proceselor reologice la calculul construcțiilor de sprijin.

Problema științifică importantă soluționată în domeniul investigat constă în elaborarea indicațiilor metodice pentru evaluarea stabilității de lungă durată a versanților și determinarea presiunii de alunecare asupra construcțiilor de sprijin, luând în considerație procesele reologice, care se dezvoltă în argilele neogene, ce alcătuiesc versanții din Republica Moldova.

Semnificația teoretică și valoarea aplicativă a tezei constă în lărgirea bazei științifice și permit realizarea practică a asigurării stabilității de lungă durată a construcțiilor de sprijin și a obiectivelor proiectate în cadrul versanților alunecători (potențial-alunecători), de asemenea determină posibilitatea sporirii eficienței măsurilor îndreptate spre combaterea deformațiilor de alunecare.

Implementarea rezultatelor științifice s-a realizat prin utilizarea metodologiei elaborate la proiectarea măsurilor pentru combaterea deformațiilor de alunecare în cadrul a 3 obiective situate în cadrul versanților alunecători.

АННОТАЦИЯ

к диссертационной работе на соискание ученой степени доктора технических наук
«Роль реологических процессов при расчете подпорных сооружений, возведенных на
оползнеопасных склонах Молдовы»

Чебан Олег, Кишинэу, 2018

Специальность: 211.02 – Строительные материалы, конструкции и сооружения

Структура диссертации: введение, три главы, выводы и рекомендации, библиография (170 источников). Содержание изложено на 138 страницах основного текста; содержит 12 таблиц (без учета приложений), 62 рисунков, 4 приложения. Результаты исследования опубликованы в 10 научных работах.

Ключевые слова: оползни, оползневое давление, подпорные сооружения, методы расчетов, реология, реологические процессы, деформации ползучести, устойчивость склонов.

Область исследования: оползневые и оползнеопасные склоны Республики Молдова.

Цель исследования: разработка методики оценки длительной устойчивости оползнеопасных склонов и определения оползневого давления с учетом реологических процессов.

Задачи определены главной целью исследования и направлены на изучение принципов учета реологических свойств грунтов при определении давления на ограждающие конструкции; оценки НДС склонов с помощью численных методов расчета.

Научная новизна и оригинальность работы: состоит в совершенствовании и научном обосновании методики учета реологических процессов при расчете подпорных сооружений.

Важность научной проблемы, решенной в рамках исследования, состоит в разработке методики оценки длительной устойчивости оползнеопасных склонов и определения оползневого давления на ограждающие конструкции с учетом реологических процессов, развивающихся в толще сарматских глин Молдовы.

Теоретическая значимость и практическая ценность: полученные результаты расширяют научную основу и практическую реализацию обеспечения устойчивости подпорных сооружений и защищаемых объектов, расположенных на потенциально опасных (оползнеопасных) склонах, а также определяют направления повышения эффективности противодеформационных мероприятий.

Внедрение научных результатов осуществлено путем применения разработанной методики при проектировании противодеформационных мероприятий на 3-х объектах при застройке оползневых склонов.

ANNOTATION

To the thesis for the Doctor of Technical Science degree
«The role of rheological processes in the calculation of retaining structures constructed on
landslide-prone slopes of Moldova»

Ceban Oleg, Chisinau, 2018

Specialty: 211.02 – Building materials, design and construction

Thesis structure: introduction, four chapters, conclusions and recommendations, bibliography (170 sources). The contents are described in the 138 pages of the main text; It contains 12 tables (without application), 62 drawings, 4 applications. The study is published in 10 scientific papers.

Key words: landslides, landslide pressure, retaining structures, methods of calculation, rheology, rheological processes, creep, slope stability.

Area of the research: landslide and landslide-prone slopes of the Republic of Moldova.

Aim of the research: to develop methodology for assessing the long-term stability of landslide-prone slopes and landslide pressure determination taking into account the rheological processes.

Objectives identification of the main purpose of the study and focus on: the study of the mechanism of deformation development in the studied slopes, the possibility of manifestation of creep deformation and as a result, reducing strength of the Sarmatian clays; studying accounting principles of the rheological properties of soils in determining the pressure on the retaining structures; assessment of the stress state of slopes by numerical calculation methods.

Scientific novelty and originality: consist in improving the scientific argumentation and the treatment of the rheological processes in the calculation of retaining structures, constructed at landslide-prone slopes of the Republic of Moldova.

The importance of the scientific problem, is solving in the framework of the research and developing a methodology for assessing the long-term stability of landslide-prone slopes and determining landslide pressure on the retaining structures, taking into account the rheological processes developing in the interior the Sarmatian clays of Moldova.

Theoretical significance and applicative value of the thesis is to improve the methods of calculation of retaining structures, constructed at landslide-prone slopes. The results expand the scientific knowledge and practical implementation of the sustainability of retaining structures and protected objects located in potentially dangerous (landslide) slopes, also determine ways to improve the effectiveness of measures to combat landslides.

Implementation of the scientific results was accomplished by the use of the developed method for the design of anti landsliding measures on 3 construction sites during the building process on sliding slopes.