

ფუნდამენტური კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტი № FR/139/9-151/14 პროექტის დასახელება: "ფერდობის სტატიკური მდგრადობის კრიტერიალური პირობები. ზვავისებრი ნაკადების დინამიკური პროცესების მათემატიკური მოდელირება, პროგნოზირება და დაცვითი ღონისძიებები".

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: პროფესორი ტარიელ კვიციანი

1. დამატებითი ინფორმაცია

1.1. მე-5 საანგარიშო პერიოდში (05.05.2017-05.11.2017) შესრულებული სამუშაოს და მიღებული შედეგის მოკლე რეზიუმე (არაუმეტეს 800 სიტყვისა)

1. მეწყერ-ჩამონაქცევების დინამიკური პროცესების მათემატიკური მოდელირების შესწავლის მიზნით მეოთხე პერიოდის სამეცნიერო ანგარიშში მიღებული იყო მეწყერის მოძრაობის აღსაწერად კერძო წარმოდგენილი დიფერენციალური განტოლებათა (17.17)-(17.19) სისტემა. ეს სისტემა არ არის ჩაკეტილი, ისე როგორც ჰიდროდინამიკის განტოლებებში ერთგვაროვანი სითხის ტურბულენტური მოძრაობისათვის არსებობს სისტემის ჩაუკეტაობის პრობლემა, აქაც ვხვდებით არა ნაკლებ სირთულეებს, ვიდრე ტურბულენტური მოძრაობების შემთხვევაში.

მეხუთე პერიოდის სამეცნიერო ანგარიშში ჰიდროდინამიკური განტოლებათა (17.17)-(17.19) სისტემა ბუსინესკის მეთოდის გამოყენებით, დაყვანილია ერთგვაროვანი განტოლებათა სისტემაზე (იხ. (19.2)-(19.2 პარაგრაფები)), რომელიც აგრეთვე ჩაუკეტავია, ამიტომ ამ ერთგვაროვანი განტოლებათა სისტემაში, თუ მივიღებთ, რომ $\bar{s} = 0$, $\tau = 0$, $K = 0$ და გადავადგებთ სიდიდეს, რომელიც ასახავს ე.წ. შეზის ტურბულენტური ხახუნის კანონს, რა თქმა უნდა მივიღებთ უფრო მარტივ სისტემას ვიდრე ამოსავალი (17.17)-(17.19) სისტემაა. თუ $\rho, \bar{s}, \varphi, K, \tau_0$ სიდიდეებს მივიღებთ მუდმივებად, ეს სისტემა აღმოჩნდება ჩაკეტილი, რადგან ორი h და w უცნობისათვის გვექნება დინამიკის და უწყვეტობის ორი განტოლება.

მიუხედავად ამისა, ამ განტოლებათა ამოხსნა, რომელიც წარმოადგენს ჰიპერბოლურს, არ არის მარტივი და მიყვებართ ძნელად აღსაქმელ შედეგამდე, საიდანაც ძნელად მიიღება ისეთი საინჟინრო ამოცანების გადაწყვეტა, რომელთაც მეწყერების და ჩამონაშლების დინამიკასთან არის დაკავშირებული.

ვიყენებთ რა [5] ნაშრომში მოყვანილი მეთოდს და მოცემული სისტემის მიყვანას ინტეგრალურ ფორმამდე, რისთვისაც (19.1)-(19.2) სისტემას ვაინტეგრებთ გრძივი, ნატურალური x ღერძის გასწვრივ. ჩატარებული მათემატიკური ოპერაციების საფუძველზე მიღებულია მეწყერ-ჩამონაქცევის დინამიკის ძირითადი (19.19) განტოლება, რომელიც მიღებულია უწყვეტი ტანების მექანიკის განტოლებების ბაზაზე. ეს განტოლება, მიუხედავად იმისა, რომ მიღებულია იმავე მეთოდით და იმავე თეორიული საფუძვლების გამოყენებით რაც ზვავების განტოლება, რომელიც მოცემულია სტრუქტურული სელებისათვის [5] ნაშრომში, საგრძნობლად განსხვავდება მისგან. მიღებული განტოლების მთავარი განმასხვავებელი თვისება სტრუქტურული სელების დინამიკის განტოლებისგან მდგომარეობს იმაში, რომ მეწყერულ-ჩამონაქცევის შემთხვევაში მეწყერული მასის კონფიგურაცია თვისობრივად სხვაა, ვიდრე სტრუქტურული სელების, რაც გვაიძულებს გამოვიყენოთ დაცურების ზედაპირის კონტურისათვის სხვა სახის აპსროქსიმაცია. მეორე განმასხვავებელი თვისებებურება მდგომარეობს იმაში, რომ სელის მოცულობა იზრდება სიჩქარის ზრდასთან ერთად კალაპოტური მასალის წარტაცების შედეგად, ხოლო სიჩქარის დაცემის დროს კი პირიქით. მეწყერ-ჩამონაქცევის ტანის მოცულობა (მასა) იცვლება ძალიან უმნიშვნელოდ და შეიძლება მივიღოთ მუდმივად. მეწყერ-ჩამონაქცევის მასათა ცენტრის \bar{x}_m კოორდინატის მიმართ მიღებულია არაწრფივი განტოლება და მოყვანილია მისი განსაზღვრის მეთოდი.

მიღებულია მეწყერ-ჩამონაქცევების სტატიკური მდგრადობა-არამდგრადობის (19.30) და (19.31) კრიტერიალური პირობები, აგრეთვე შესწავლილია მეწყერის წარმოქმნის შესაძლებლობის პროგნოზირების საკითხები. ფერდობის გამაგრების ამოცანები და მეთოდები განხილულია მეოთხე პერიოდის სამეცნიერო ანგარიშში.

2. ზვავისებრი ნაკადების (თვლის ზვავების) დინამიკური პროცესების მათემატიკური მოდელირების შესწავლის მიზნით მოყვანილია ცნობები ზვავსაშიშროების პირობებთან დაკავშირებით, კერძოდ, ზვავწარმოქმნის დამოკიდებულება დათოვლილი ფერდობის ზედაპირის ქანობებთან, აგრეთვე მოცემულია ზვავსაშიშროების ბუნებრივი ფაქტორები: თოვლის ნალექები, თოვლის სტრუქტურა, ამინდის პირობები, ზვავების მოწყვეტა და სიმძლავრე, გეომორფოლოგიური, კლიმატური და სხვა მახასიათებლები. რომლებიც ზოგად წარმოდგენას იძლევიან ზვავების წარმოშობის და გავრცელების პროცესებზე და საკმაოდ მნიშვნელობანნი არიან თეორიულ-რაოდენობრივი შესაფასების შექმნისათვის. აგრეთვე თოვლის საფარის მდგრადობა-არამდგრადობის კრიტერიუმის

დასადგენად, ამ ფაქტორებთან ერთად დამატებით გათვალისწინებულია თოვლის საფარზე ცივი ქარების არსებითი ზემოქმედების ფაქტორი. მიღებულია მთის თხემიდან დაფერდებაზე მოძრავი ქარის სიჩქარისა და მძვრელი ძალების სიდიდეები, რომელიც გადაეცემა ქარიდან თოვლის საფარს. ეს ძალა წარმოადგენს ფერდობის ზედაპირზე მოქმედი სიმძიმის ძალის დამატებით შემდგენს, რომელსაც შეუძლია გამოიწვიოს თოვლის ზვავის წარმოქმნა. პირველად მხედველობაში მიღებული ქარების როლი თოვლის შრის მდგრადობის დაკარგვის კრიტერიუმების დადგენაში. ხშირად თოვლის ზვავის წარმოშობის მაპროვოცირებელი ხდება წვიმის წყლის ფილტრაციით გამოწვეული ნაკადი თოვლის საფარსა და საკონტაქტო ზედაპირზე. მოყვანილია თოვლის შრის საფარზე მოქმედი ფილტრაციით გამოწვეული ძალების სიდიდეების განმსაზღვრელი დამოკიდებულებები. აგრეთვე, მოყვანილია გრავიტაციული ძალებისა და წყლის ფილტრაციის გათვალისწინებით თოვლის ფსკერულ შრეში მგრადობა-არამდგრადობის უმარტივესი კრიტერიალური პირობა.

შეჭიდულობის ძალების გათვალისწინებით მიღებულია, თოვლის საფარის სტატიკური მდგრადობა-არამდგრადობისა და თოვლის ზვავების წარმოქმნის განზოგადებული პირობები (კრიტერიუმები), წყლის ფილტრაციული ძალების, სეისმოტექნიკური ბიძგებისა და ცივი ქარების ზემოქმედების გათვალისწინებით .

თოვლის ზვავების ძირითად ფიზიკურ-მექანიკურ მოდელად გამოყენებულია უწყვეტი დეფორმადი ტანის მოდელი, სადაც ერთდროულად, სრულად ვლინდება პლასტიკურობის და სიფხვიერის ხასიათი. თოვლის ზვავების დინამიკური პროცესების აღსაწერად გამოვიყენეთ კომპოზიციური გარემოს, მეწყერულ-ჩამონაქცევების (17.17)-(17.19) განტოლებათა სისტემა, წარმოდგენილი ჰიდროდინამიკის განტოლებათა ფორმით და მისი ერთგანზომილებიანი ვარიანტი. ეს სისტემები ითვალისწინებენ ფხვიერ და პლასტიკურ თვისებებს და ამის გარდა, პლასტიკურობას, რომელიც მახასიათებელია ბინგამისებრი სითხეებისათვის, დინამიკურ განტოლებებში დამკვრის ზღურბლური τ_0 დამაბულობის გათვალისწინების ხარჯზე. მარცვლოვანი ფხვიერი გარემოს პარამეტრების განულების დროს ეს სისტემა ავტომატურად გადადის გენკი-ილიუშინის განტოლებაში, რომელიც აღწერს ე.წ. პლასტიკურ-ბლანტ სითხეებს (ბოჩერ-ბინგამის სითხე), რაც მახასიათებელია „რბილი“ თოვლის ზვავებისათვის, რომლებსაც გააჩნიათ მნიშვნელოვანი სინოტივე.

ამოსავალი ფიზიკურ-მექანიკური მოდელის განტოლებები შედგებიან: ფხვიერი გარემოს ზღვრულ მდგომარეობის განტოლებისაგან შინაგანი Φ ხახუნის კუთხით და შეჭიდულობის K კოეფიციენტით (კულონ-ტრესკი-სენ-ვენანის პირობა), რომლითაც განისაზღვრება ურთიერთკავშირი მხები და ნორმალური ძაბვების კომპონენტებს შორის, აგრეთვე კავშირი ძაბვების ტენზორის კომპონენტებს შორის, შიგა ხახუნის კუთხით და სიჩქარული დეფორმაციის ტენზორის კომპონენტებს შორის, რომლებიც გვიჩვენებენ დამკვრის დეფორმაციის უდიდესი სიჩქარის მიმართულების თანხვედრას დაცურების წირების ოჯახის ერთერთ მიმართულებასთან (იშლინსკი-გენიევის პირობა), პლიუს პლასტიკურობის გათვალისწინება, რომელიც განპირობებულია თოვლის სინოტივით.

1. დამატებითი ინფორმაცია

1.1. მე-4 საანგარიშო პერიოდში (05.11.2016-05.05.2017) შესრულებული სამუშაოს და მიღებული შედეგის მოკლე რეზიუმე (არაუმეტეს 800 სიტყვისა)

ფერდობზე ხშირად ხორციელდება მასშტაბური პროექტი, როგორცაა: სატრანსპორტო მაგისტრალის მშენებლობა; ჰიდროტექნიკური მშენებლობა და სხვა. ამ დროს მიწის სამუშაოების შესრულების პროცესში ირღვევა ქანებში დამყარებული ბუნებრივი რეჟიმი, იცვლება დამაბულობის ველი და წარმოიშვება დეფორმაციები. აღნიშნული აქტუალური პრობლემის გადაწყვეტა, მეცნიერულ-თეორიული ბაზის შექმნა, აგრეთვე, რეალურ გეოლოგიურ პირობებში ფერდობის სტატიკური მდგრადობაზე გაანგარიშების საკმაოდ ზუსტი და მარტივად გამოყენებადი საინჟინრო მეთოდების დამუშავება წარმოადგენს კვლევის ობიექტს.

ბურღვა-აფეთქებითი სამთო სამუშაოების წარმოებისას ფერდობის მდგრადობის შენარჩუნების მიზნით ჩატარებულია გამოკვლევები და მოყვანილია რეკომენდაციები. კერძოდ: ერთდროულად ასაფეთქებელი მუხტის

მასის შეზღუდვა; დახრილ ღრმულებში კონტურული აფეთქების გამოყენება; დიაგონალური სქემებით მოკლე შენელებული აფეთქებით იმ ბზარებში, რომლებიც ეცემიან ფერდოს დახრილობის მხარეს.

დადგენილია ფერდოს ქანების ტიპზე და დატვირთვების მოქმედების ჯერადობაზე დამოკიდებულებით აფეთქების შედეგად ქანების რხევით გამოწვეული გადაადგილების დასაშვები $V_{\text{გ}}$ სიჩქარეები, რომლებიც არ იწვევენ დეფორმაციებს. მიღებულია, ერთდროულად ასაფეთქებელი Q მუხტის მასის ზღვრული დასაშვები მნიშვნელობა (კგ-ში); განსაზღვრულია მოკლე შენელებული აფეთქებებს შორის T დროის ინტერვალი. მოყვანილია კონტურული აფეთქების სქემა, რომელიც მუხტის აფეთქების შედეგად გამოიწვევს ფერდოს მდგრადობის მინიმალურ ზარალს. შემუშავებული დამეწყრილ ფერდობზე სამთო სამუშაოების პროცესში ფერდოს ჩამოშვავების დამცავი კონტროლსების სქემები და სამთო სამუშაოთა უსაფრთხო წარმოების განხორციელების ტექნოლოგია.

განხილულია ერთგვაროვანი და არაერთგვაროვანი H სიმაღლის და $S:1$ ქანობის მქონე მიწის კაშხლების გაანგარიშება მდგრადობაზე. ფერდობის მდგრადობის ანალიზის ჩასატარებლად გამოყენებულია ორი მიდგომა: სრული და ეფექტური დამაბულობების. პირველი ეფუძნება ძვრაზე სიმტკიცის განხილვას დრენაჟის არარსებობის შემთხვევაში, ხოლო მეორის შემთხვევაში ძვრაზე სიმტკიცე განხილვა დრენაჟის არსებობასთან ერთად. დადგენილია სრული და ეფექტური დამაბულობების ანალიზის გამოყენების მიზანშეწონილება და ძირითადი განსხვავება ამ ორ მეთოდით გაანგარიშებებს შორის (მშენებლობისა და ექსპლუატაციის პერიოდებში).

ერთგვაროვანი ფერდობის მდგრადობის ეფექტური დამაბულობების ანალიზის მეთოდით გაანგარიშებისას ე.გ.მ.-ის გამოყენებით აგებულია გრაფიკები და ამ გრაფიკების საფუძველზე განსაზღვრულია ძვრაზე მარაგის კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობა. მდგრადობის გრაფიკის გამოყენების საილუსტრაციოდ ამოხსნილია პრაქტიკული მაგალითები. მოყვანილია არაერთგვაროვანი მიწის კაშხლებში დაცურების კრიტიკული წრის მდებარეობის გასაზღვრის სამი ვარიანტი. სამივე ვარიანტისათვის აგებულია მდგრადობის გრაფიკები. ამ გრაფიკებიდან ვსაზღვრავთ სამ გეომეტრიულ პარამეტრს: N_s, N_e, N_f , აგრეთვე გრუნტის ოთხ მახასიათებელ პარამეტრს: $r_u, \bar{\varphi}, \gamma, \bar{K}$. ყოველივე ამის საფუძველზე განვსაზღვრავთ მარაგის $K_{\text{კ}}$ კოეფიციენტს. თუ საძირკველი შედგება რამდენიმე სხვადასხვა გრუნტისგან, მაშინ საჭიროა ვიპოვოთ თითოეული გრუნტის ფენის ფარგლებში დაცურების წრეწირის რკალების სიგრძეები და რკალის შიგნით მათ მიერ დაკავებული ფართობები. გრაფიკების საშუალებით ვპოვობთ შეჭიდულობის ფაქტორს პროცენტებში, რომელიც მნიშვნელოვანია მარაგის კოეფიციენტის დასადგენად. განხილულია ფერდობის მდგრადობის თეორიული ანალიზი სრულ დამაბულობებში. აგებულია მდგრადობის გრაფიკები სრულ დამაბულობების ანალიზისათვის, როცა $\mu=0$. ეს გრაფიკები განკუთვნილია H სიმაღლის და $S:1$ ქანობის მქონე ერთგვაროვანი ფერდობის ასაგებად, როცა მოსალოდნელია მეწყერ-ჩამონაქცევის მოძრაობა წრიულ-ცილინდრულ ზედაპირზე. განსაზღვრულია კრიტიკული წრეწირის ცენტრის მდებარეობა.

ჰორიზონტისადმი სხვადასხვა კუთხით დახრილი ორი და სამ ბრტყელ კლდოვან ფერდოზე მდებარე ნებისმიერი მოხაზულობის ზედაპირის მქონე გრუნტის ნაყარის ძვრის მარაგის $\bar{K}_{\text{კ}}$ კოეფიციენტის განსაზღვრის მიზნით შედგენილია განტოლებათა სისტემები, ნაყარის გეომეტრიულ პარამეტრებისა და გრუნტის ძირითადი მახასიათებლების სხვადასხვა კომბინაციისთვის, აგრეთვე ფერდოზე მოდებული დამჭერი და მძვრელი ძალებზე (სეისმური დატვირთვის გათვალისწინებით) დამოკიდებულებით. რომლებიც ამოხსნილია ეგმ-ის გამოყენებით, კომპიუტერული პროგრამებით „**Maematica**“-სიმბოლურ ენაზე. ფერდობის მეწყერ-ჩამონაქცევებისათვის, როგორც ბრტყელ ისე წრიულ-ცილინდრულ ზედაპირებზე დაცურების შემთხ-ვევებისათვის. ამოხსნილია ტესტური მაგალითი.

მეწყერის დინამიკის ამოსავალი განტოლება მიღებულია გენკი-ილიუმინის განტოლებათა სისტემიდან. დინამიკის განტოლებაში გათვალისწინებულია დაცურებულ გრუნტის მასივში გასაშუალებული სიჩქარეების განაწილების სივრცული ხასიათი. ეს განტოლებათა სისტემა ჩაწერილია ბრტყელი ორგანზომილებიანი მოძრაობისათვის. კომპოზიციური გარემოსათვის განტოლებათა სისტემა დაყვანილია ჰიდროდინამიკურ განტოლებათა სისტემაზე. ეს სისტემა კერძოწარმოებულიანია და არსებობს ჩაუკეტაობის პრობლემა. ამასთან, გვაქვს არასტაციონალური მოძრაობა ცვლადი მასით. ბუსინესკის მეთოდით ამ განტოლებების საფუძველზე მიღებული იქნა ერთგანზომილებიანი განტოლებათა სისტემა. სიტემის ჩაკეტვის მზნით ბუსინესკის კორექტივები

მივიღეთ ერთი ტოლი და გადავადგეთ სიდიდე, რომელიც ასახავს ე.წ. შეზის ტურბულენტური ხახუნის კანონს. $\rho, \bar{s}, \varphi, K, \tau_0$ სიდიდეების მუდმივებად მიღებით სისტემა აღმოჩნდა ჩაკეტილი და იგი დაყვანილია ინტეგრირების სახეზე.

1. დამატებითი ინფორმაცია

1.1 მე-3 საანგარიშო პერიოდში (05.05.2016-5.11. 2016) შესრულებული სამუშაოს და მიღებული შედეგის მოკლე რეზიუმე (არაუმეტეს 800 სიტყვისა)

პრაქტიკაში გავრცელებულ ამოცანად გვევლინება ბუნებრივი და ხელოვნური ფერდობის სტატიკური მდგრადობა-არამდგრადობის შესწავლა. ფერდოს მდგრადობის ანალიზი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ჰიდროტექნიკურ და სატრანსპორტო მშენებლობაში. აქტუალურია ფერდობის მოწყვეტის (მეწყერ-ჩამონაქცევების) პროგნოზირება, ბორტების და გამონაშვერი ფრაგმენტების ჩამონგრევა-ჩამოშვავების წარმოშობის საშიშროების შეფასება დამატებითი დატვირთვების: ფილტრაციული, სეისმური, აფეთქებითი და სხვა დროებითი დატვირთვებით გამოწვეული ძალების გათვალისწინებით. ნაშრომში განიხილება ისეთი აქტუალური საკითხები, როგორებიცაა: ფერდოს მდგრადობის შეფასების მეთოდები, ფერდობის მდგრადობის კონტროლი, სტაბილიზაციისათვის აუცილებელ ღონისძიებების შემუშავება და ფერდობის მდგრადობის პარამეტრების უფრო სრულყოფილი საანგარიშო მეთოდოლოგიის შექმნა. კვლევის მიზანს წარმოადგენს დამუშავებული იქნეს ფერდობის მდგრადობის გაანგარიშების ახალი სრულყოფილი, პროექტირებაში მარტივად გამოყენებადი მეთოდები, რომლებიც დაფუძნებულია ფერდოს დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის განსაზღვრაზე, გრუნტის ამა თუ იმ მათემატიკური მოდელის გამოყენებაზე, ბუნებრივი პირობებისა და ყველა მოქმედი ძალის მკაცრი გათვალისწინებით. ასევე გრუნტის თვისებების მაჩვენებელთა ცვალებადობის გათვალისწინება, დაცურების სავარაუდო ზედაპირების ფორმისა და მდებარეობის განსაზღვრა.

ნაშრომში ფერდოს მდგრადობის ხარისხი შეფასებულია მდგრადობის მარაგის კოეფიციენტით (დაცურების წირის სიმრუდის ცენტრის მიმართ დამჭერი ძალების მომენტების ალგებრულ ჯამის ფარდობით იმავე წერტილის მიმართ მძვრელი ძალების მომენტების ალგებრულ ჯამთან). დაცურების წირის ყოველი წერტილის მცირე მიდამოსთვის მიღებულია მდგრადობის მარაგის კოეფიციენტის საანგარიშო ფორმულა. აგრეთვე, საშიში დაცურების წირის განსახილველ წერტილში სიმრუდის რადიუსისა და სიმრუდის ცენტრის კოორდინატების გამოსათვლელი ფორმულები. ფერდოს ჩამონაქცევი მასის შესაძლო დაცურების წირის მისაღებად გათვალისწინებულია ფერდოზე მოქმედი რთული ბუნებრივი ფაქტორები, დროებითი და უეცარი დატვირთვები (მიწისძვრები და აფეთქებები), რომელთა ზემოქმედებით ირღვევა ქანებში დამყარებული ბუნებრივი რეჟიმი, იცვლება დამაბულობის ველი და წარმოიშვება დეფორმაციები. მიღებული შედეგების ანალიზით დადგენილია და დაცურების ის წირი, რომელიც მდგრადობის დაკარგვის თვალსაზრისით ყველაზე უფრო მეტ საშიშროებას წარმოადგენს, და, რომელიც მდგრადობის უზრუნველსაყოფად მოითხოვს დაცურების კონტურის გასწვრივ შეჭიდულობის ძალების მოდულის მაქსიმალურ ჯამურ სიდიდეს. ძვრაზე მარაგის კოეფიციენტისათვის მიღებულია $\tau(S)$ ფუნქციის ის მინიმალური მნიშვნელობა, რომელიც განსახილველ უბანზე ფერდოს სტატიკური მდგრადობის ნამდვილ საზომს წარმოადგენს. კვლევის შედეგებით შესაძლებელია დადგენილი იქნეს ფერდოს მასივის ჩამონგრევის ზონები.

მეწყერ-ჩამონაქცევების წარმოშობით მიყენებული ზარალი ძირითადად გამოწვეულია არაზუსტი პროგნოზირებით, ნაგებობების არასაკმარისი საიმედოობით, დაცვის უუნარობით, მათი განლაგების არა ოპტიმალური შერჩევით, საიმედო თეორიული ბაზის უქონლობით, ე.ი. პრობლემატიკის სამეცნიერო-კვლევითი დამუშავების გარკვეული ჩამორჩენით. ამიტომ ამოცანის უფრო სრულყოფილად გადაწყვეტის მიზნით განვიხილეთ მეწყერ-ჩამონაქცევი ზედაპირის განსაზღვრავად სივრცითი ამოცანა. პირველადაა გამოყვანილი კერძოწარმოებულიანი დიფერენციალური განტოლება, რომელსაც აკმაყოფილებს მთის ქანების ფერდობის მეწყერ-ჩამონაქცევების საშიში დაცურების ზედაპირის ამსახველი ზღვრული წონასწორობის განტოლება. გათვალისწინებულია მთის ქანების დამახასიათებელი შეჭიდულობის კოეფიციენტი, ბუნებრივი ქანობის კუთხე და მოცულობითი წონა. შესრულებულია მიღებული დიფერენციალური განტოლების ზოგადი ანალიზური გამოკვლევა. მასში შემავალი პარამეტრების გარკვეული თანაფარდობისათვის დადგენილია ფერდობის სტატიკური მდგრადობის კრიტერიუმები.

მოყვანილია ფერდოს მეწყერ-ჩამონაქცევი მასის საშიში დაცურების ზღვრული ზედაპირის ამსახველი კერძოწარმოებულებიანი დიფერენციალური განტოლების ამოსახსნელად საჭირო საწყისი პირობები და დადგენილია დიფერენციალური განტოლებების ამოსხნადობის აუცილებელი პირობა. განხილულია კომის ამოცანა. შედგენილია რთული ფუნქცია, რომელიც წარმოადგენს კომის ამოცანის ამონახსნს, და, რომელიც განსაზღვრავს ფერდოს გრუნტის მასის დაცურების ზედაპირს. მოყვანილია კომის ამოცანის ამოსხნის კერძო შემთხვევები, როდესაც შესაძლებელია ამ ამოცანის ამოსხნის აგება კონსტრუქციული გზით. კერძოწარმოებულებიანი დიფერენციალური განტოლების კომის ამოცანა დაყვანილია ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებებში კომის ამოცანაზე და ჩატარებულია მთელი-რიგი კერძო შემთხვევების გამოკვლევა და ანალიზი.

შესრულებულია გამოკვლევები (თეორიული და საველი) ისეთ აქტუალურ ამოცანებზე, როგორებიცაა მეწყერის სტაბილიზაციის უზრუნველყოფა და ოპტიმალური საინჟინრო ღონისძიებების წინასწარი დაგეგმვა. ამ ამოცანების გადასაჭრელად დავადგინეთ, რომ პირველ რიგში საჭიროა ჩატარდეს ადგილობრივი ბუნებრივი პირობების გათვალისწინებით საველე გამოკვლევები. საველე გამოკვლევების კომპლექსში იგულისხმება: ტოპოგრაფია (მიწის ზედაპირის გეომეტრია), გეოლოგია (სამთო ტექნიკური ფაქტორების შემოქმედება), ჰიდროგეოლოგია (წყლის რეჟიმი, კლიმატური პირობები), მცენარეულობის საფარი, ფერდოს დახრილობის ცვლილების ისტორია და მეწყერის ტიპები (ბრუნვითი და ტრანსლიაციური). მეწყერის წარმოქმნის შემდეგ საჭიროა, აგრეთვე განისაზღვროს დაცურების ზედაპირის ფორმები და ყოველივე ამის შემდეგ უნდა განხორციელდეს გამაგრებითი ღონისძიებების წინასწარი დაგეგმვა. მოყვანილია და დეტალურად არის აღწერილი, ადგილობრივი ბუნებრივი პირობების გათვალისწინებით მეწყერის სტაბილიზაციის უზრუნველსაყოფად გამაგრებითი ღონისძიებების წინასწარი დაგეგმვისათვის ზემოთ ჩამოთვლილი ყველა საჭირო პარამეტრის გამოკვლევის მეთოდი.

მოყვანილია მეწყერის სტაბილიზაციის უზრუნველყოფის, ოპტიმალური საინჟინრო ღონისძიებების შერჩევისა და განხორციელების მეთოდები. კვლევის საფუძველზე ეს მეთოდები მიმართულია ან დამძვრელი ძალების შემცირებისკენ, ან შემკავებელი ძალების გაზრდისკენ. რაც გამოიწვევს ფერდოს მდგრადობის მარაგის კოეფიციენტის გაზრდას. გასამაგრებელ მასივზე შემოქმედების პრინციპით მეწყერ საშიში ფერდოების, ჰიდროტექნიკურ და სპეციალურ მშენებლობაში გამაგრების საშუალებები დავყავით შემდეგ ძირითად ჯგუფებად: 1. ციკაბო ფერდების დამრეციანობის დაწევა და დატვირთვების მოხსნა; 2. ზედაპირული და გრუნტის წყლების დრენაჟი, თავისუფალი ბორტის დრენაჟი; 3. მექანიკური შეკავების პრინციპის გამოყენება (რკინაბეტონის ხიმინჯები და შპონები; ძელები და მოქნილი ბაგირული საჭიმები; რკინაბეტონის საყრდენი კედლები და კონტრფორსები); 4. მთის ქანების ფიზიკო-მექანიკური თვისებების მიმართვა უკეთესობისკენ (ქანების განმტკიცება სხვადასხვა მეთოდით); 5. ფერდოს ზედაპირის საიმედო იზოლაციით უზრუნველყოფა გარე ფაქტორების შემოქმედებისაგან; 6. ფერდოების ქანების კომბინირებული გამაგრება. გრუნტების მექანიკის კანონების მიდგომის თანახმად, ყოველ კონკრეტული შემთხვევისათვის მოყვანილია შესაბამისი კონსტრუქციები, მათი გამოყენების პირობები, გაანგარიშების მეთოდები და აღწერილია განხორციელების ტექნოლოგიური პროცესები.