

განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი
დანადგარის კვლევა და ძირითადი პარამეტრების
დადგენა

რამაზ ტყემალაძე

წარდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, 0175, საქართველო
ივლისი, 2013 წელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით ტყემალაძე რამაზის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „განიგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის კვლევა და ძირითადი პარამეტრების დადგენა“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

„___“ _____ 2013 წელი

ხელმძღვანელი:	ზ. ბალამწარაშვილი
სრული პროფესორი	_____
რეცენზენტი:	
ტ.მ.დ. სრული პროფესორი	
საინჟინრო აკადემიის	
აკადემიკოსი	თ. მჭედლიშვილი
რეცენზენტი:	_____
ტ.მ.დ. ასოც. პროფესორი	დ. ნატროშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2013 წელი

ავტორი: ტყემალაძე რამაზი

დასახელება: განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის კვლევა და ძირითადი პარამეტრების დადგენა

ფაკულტეტი: სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობა

ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: „___“ _____ 2013 წელი

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ შემომოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცული მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

საქართველოს მთაგორიან პირობებში ნებით-ამორჩევითი ჭრების პირველხარისხოვანი მნიშვნელობის ამოცანას წარმოადგენს აღმონაცენის, მოზარდის, ზეზემდგომი ხეების და რაც ყველაზე მთავარია ნიადაგის საფარის დაცვა.

ხე-ტყის დამზადების თანამედროვე ტექნოლოგია განუწყვეტლივ იხვეწება ახალი, მოწინავე ტექნოლოგიის დანერგვის და წარმოების ყველა საშუალების გაუმჯობესების გზით. ისეთი ტექნიკური გადაწყვეტილებების დამუშავება, როგორებიცაა განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები, მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატები და ხე-ტყის პირდაპირი გამოზიდვის სხვა სატრანსპორტო საშუალებები, ხელს შეუწყობს ხე-ტყის რესურსების ზრდას და სატვირთო-გადასატანი პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის განხორციელებას.

არსებული ბუნებრივი ფაქტორების და ხე-ტყის მთაგორიან ტყეკაფებზე პირველადი ტრანსპორტირების პირობებიდან გამომდინარე, ტყის გარემოზე მორთრევის ხერხების გავლენის გამოკვლევებმა ცხადყვეს, რომ მუხლუხა სავალი ნაწილის მქონე ტრაქტორებით მთლიანად დატვირთულ მდგომარეობაში ხე-ტყის მორთრევა უკვე წინ გადადგმული ნაბიჯია სატყეო ეკოლოგიაში, მაგრამ მაინც, აღნიშნულთან შედარებით, განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები გამოირჩევიან უფრო მაღალი ეკოლოგიური და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით, რადგანაც ამ შემთხვევაში უარყოფითი ზეგავლენა მოზარდზე, ნიადაგზე და დანახარჯები 1 მ³ ხე-ტყის დამზადებაზე რამოდენიმეჯერ მცირდება.

აღნიშნულთან დაკავშირებით, მთაგორიან ტყეკაფებზე, ფერდობის 20°-ზე მეტი დახრილობით, ნებით-ამორჩევითი ჭრების ჩასატარებლად, სტშ-ის მერქნული მასალების დამზადება-დამუშავების კათედრაზე დამუშავებულია კომპლექსური მექანიზაციის ახალი ტექნოლოგიური სქემები და განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები. აღნიშნულ საბაგირო მორსათრევი დანადგარებში ტექნიკური შედეგი მიიღწევა იმით, რომ ხე-ტყის მორთრევა ხორციელდება ორი შერწყმული ფაზით და ითვალისწინებს ერთი საწევი ბაგირით მორების თანმიმდევრულ, ერთდროულად ორმხრივ უწყვეტ განივ მორთევას და მათ გრძივ დაშვებას ზედა საწეობზე.

განივგადასატანი საბაგირო-მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის საანგარიშოდ დისერტაციაში განხილულია სხვადასხვა სიმაღლეზე განლაგებულ საყრდენებზე დაკიდული ერთმალიანი დრეკადი ბაგირი. დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე შერჩეულია დრეკადი ბაგირის ანგარიშის ფიზიკური ვარიანტი და მიღებულია ბაგირის სიგრძის განმსაზღვრელი განტოლება – ჯამის სახით წარმოდგენილი ინტეგრალით, რომელშიც მაქსიმალური ჩაკიდულობა, მაქსიმალური დაჭიმულობა და ბაგირის უდიდესი სიგრძე მიღებულია მალის შუაში ტვირთის განლაგებით, საიდანაც ინტეგრალის მნიშვნელობის განსაზღვრის შემდეგ გამოყვანილია ბაგირის მთლიანი სიგრძის საანგარიშო ფორმულა.

დამუშავებული მეთოდიკის საფუძველზე გაანგარიშებულია ერთმალნიანი საბაგრო დანადგარის მზიდი ბაგირის მაქსიმალური T_g დაჭიმულობა მუშა მდგომარეობაში და სამონტაჟო დაჭიმულობა T_0 – კუბური განტოლების გამოყენებით; მაღისხედა ანძასთან განსაზღვრულია მაქსიმალური დაჭიმულობა T_g^A და მრღვევი ძალის მიხედვით შერჩეულია მზიდი ბაგირის საჭირო დიამეტრი – 27,5 მმ.

დამუშავებულია განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის ბაგირ-ბლოკური სქემები და საწვეი ბაგირის წვეის ძალის განსაზღვრის მეთოდიკა; საწვეი ბაგირის მოძრაობის სქემიდან გამომდინარე დადგენილია წინააღმდეგობის ძალების მოდების წერტილები და მიღებულია აღნიშნული წინააღმდეგობის ძალების საანგარიშო ფორმულები; წინააღმდეგობის ძალების თანმიმდევრობითი შეჯამებით განსაზღვრულია საწვე ბაგირზე მაქსიმალური წვეის ძალა, რომელიც ითვალისწინებს ყველა სახის წინააღმდეგობის ძალებს მოძრაობის საწვეის წერტილიდან დოლზე ბაგირის მიწვდომის წერტილამდე.

საბაგრო მორსათრევი დანადგარის ბაგირ-ბლოკური სქემისათვის ჩატარებულია საწვეი ბაგირის ანგარიში, სადაც მორების გადაადგილება წარმოებს ტყის გრუნტზე სპეციალური ორთვალა ურიკის დახმარებით – ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში, ხოლო ბაგირები გადაადგილდებიან მიწის ზედაპირზე ურიკის ბლოკში გავლის შემდეგ; ჯამური წინააღმდეგობის ძალების მაქსიმალური მნიშვნელობის მიხედვით განსაზღვრულია ჯალამბრის ელ. ძრავას სიმძლავრე და საწვეი ბაგირის დიამეტრი – 12,5 მმ.

სამუშაო ციკლის ექვივალენტური სიმძლავრიდან გამომდინარე, ციკლის ოპერაციების შესაბამის პერიოდებში ნაანგარიშებია ბაგირის მოძრაობის წინააღმდეგობის ძალები და სამუშაო ციკლის ექვივალენტური სიმძლავრის მიხედვით განსაზღვრულია ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრე.

ექსპერიმენტულ ნაწილში ჩატარებულია გამოკვლევები და დადგენილია სპეციალური ორთვალა ურიკის გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტის მნიშვნელობები მორების ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში, სხვადასხვა სახეობის გრუნტებზე მორთრევის დროს – 0,11-0,35.

კვლევის პროცესში დამუშავებულია განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარების მექანიზმების სრულიად ახალი, ორიგინალური სქემური და კონსტრუქციული გადაწყვეტილებები, რომლებიც დაცულია საავტორო მოწმობებით და პატენტებით.

შემოთავაზებული ტექნოლოგიური პროცესი და სქემები, აგრეთვე მათ განსახორციელებლად შექმნილი განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარები ახალი ეტაპია ნებით-ამორჩევითი ჭრების წარმოების დროს, მერქნის მორთრევის ტექნოლოგიისა და ტექნიკის განვითარების საქმეში და უზრუნველყოფს ტყის გარემოს მაქსიმალურ დაცვას და გამორიცხავს ხე-ტყის ტყეკაფიდან გამოზიდვის პროცესში ოპერაციების მრავალსაფეხურიანობას, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია მთავორიან ტყეკაფებზე ექსტრემალურ პირობებში მუშაობის დროს.

Abstract

In Georgia mountainous conditions as the primary goal of shelter wood cutting is presented the protection of seedlings, regrowth, single trees, and that is most important, protection the soil cover.

The modern logging technology is constantly being improved by implementation of new, advanced technologies and way to improve the all means of production. The development of technical solutions, such as transversal flying machines, self-loaded skidding aggregates and other vehicles for direct removal of logs, will promote the growth of forest resources and carrying out the complex mechanization of handling - transporting processes.

Proceeding from existing natural factors and initial transportation conditions in forestry mountainous woodcutting, the research of skidding methods impact on forestry environment makes clear that the skidding with caterpillar roadway tractor in fully loaded condition represents a step forward in forest ecology, but still, the comparison with transversal cable logging machine are outlined by higher ecological and technical - economic indicators, as in this case, the negative impact on regrowth, soil, and expenses of 1 m³ of logging will be decreased in several times.

-In this regard, in mountainous woodcuttings, with slope inclination more than 20°, at execution of selective shelterwood cutting, on the timber materials logging - processing department are developed complex technological schemes and transversal cable logging machines. In the mentioned skidding equipment the technical result is achieved by the fact that the timber logging is carried out by the two combined phase and provides by single main cable the logs consecutive, simultaneous bilateral continuous transversal skidding and their longitudinal lowering on upper stock.

For the calculation of transversal cable logging machine main cable in the thesis is considered located on different height hanging on supports single-span elastic cable. Grounded on the proposed method is selected the physical variant of elastic cable calculation and is obtained the equation for cable length determination – presented as sum the integral, which the maximum deflection, maximum tension and a cable maximal length is obtained by load location at middle of span, where after integral value determination is developed the cablee whole length design formula.

Grounded on the proposed methodology is calculated the single-span cable logging machine main cable maximal tension T_g in working condition and mounting tension T_0 - using the cubic equation; at span upper tower is defined the maximum tension T_0^A and accordingly of breaking load is selected the cable required diameter - 27.5 mm.

Are developed the transversal cable logging machine's cable-pulley schemes and main cable traction force determination methodology; proceeding from the main cable movement scheme are defined points of resistance forces application and are obtained calculating formulas for mentioned resistance forces, due the consecutive summation of resistance forces is defined maximal traction force of main cable, which includes all types of resistance forces from initial point of motion to cable breakaway on drum.

For cable-pulley schemes of cable logging machine is conducted the main cable calculation, where the logs skidding on the forest ground is carried out by special two-wheeled carriage in semi-loaded condition, while the ropes are moving on the land surface after passing the cart pulley; accordingly of the maximum value of

total resistance forces is defined the motor power of hoist and main cable diameter - 12.5 mm.

Proceeding from the equivalent power of operations cycle in the corresponding cycle operations periods is calculated cable motion resistance forces and accordingly of the working cycle equivalent power is defined the hoist motor power.

In the experimental part are conducted studies and are defined values of special two-wheeled carriage's rolling resistance coefficient in logs half-loaded state, with skidding on different types of grounds - 0,11-0,35.

In the research process was developed fully new, original schematic and structural solutions of transversal cable logging machine's mechanisms, which are protected by Authors Certificates and patents.

The proposed technological process and schemes, as well as developed to it implementation of transversal cable logging machine represents a new stage at selective shelterwood cutting, timber logging technology and development of machinery and ensures the forest environment maximum protection and avoid at woodcutting multi stage logging operations that is very important at operation in extreme conditions of mountainous woodcutting.

შინაარსი

შესავალი	14
1. ლიტერატურის მიმოხილვა	20
1.1. საბაგირო სისტემები	23
1.1.1. საბაგირო სისტემების ელემენტები	23
1.1.2. საბაგირო სისტემების თეორიული სქემები	25
1.2. საბაგირო სისტემების ანგარიში მზიდი ბაგირის ანგარიში ჩაკიდულობის მცირე ისრებით	25
1.3. საბაგირო მორსათრევი დანადგარების მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობა	34
1.3.1. მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობა საკუთარი წონის მოქმედებით ...	36
1.3.2. ანალოგია ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდსა და ორ საყრდენზე მდებარე კოჭის მღუნავი მომენტების ეპიურას შორის	37
1.3.3. ჯაჭვური ხაზის მეთოდი	40
1.3.4. პარაბოლას მეთოდი	45
1.3.5. ბაგირის ჩაკიდულობა საკუთარი წონის და ჩაწერტებული (თავმოყრილი) წონების მოქმედებით	51
1.4. კომპლექსური მექანიზაციის ტექნოლოგიური სქემები და საბაგირო მორსათრევი დანადგარები	54
1.4.1. ტყეკაფითი სამუშაო პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის ტექნოლოგიური სქემები	54
1.4.2. საბაგირო მორსათრევი დანადგარები	56
1.4.3. საბაგირო კიდული დანადგარი გამარტივებული ურიკით და მსდექით	58
დასკვნა ლიტერატურის მიმოხილვაზე	62
2. შედეგები და მათი განსჯა	63
2.1. ტყეკაფითი სამუშაო პროცესების ახალი ტექნოლოგიური სქემები და განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები	63
2.2. საბაგირო კიდული დანადგარი გეგმაში ტრასის მოხვევით	65
2.3. მოკლედისტანციური თვითმავალი მობილური საბაგირო კიდული დანადგარი	69
2.4. განივგადასატანი ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები	70
2.5. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის ანგარიში	79
2.5.1. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის მთლიანი სიგრძის განსაზღვრა დატვირთულ მდგომარეობაში	80
2.5.2. საბაგირო მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის საანგარიშო კუბური განტოლება	85
2.5.3. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის მუშა და სამონტაჟო დაჭიმულობების განსაზღვრა მაქსიმალური ჩაკიდულობის საშუალო მნიშვნელობის მიხედვით	90

2.6. განივგასადატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ბაგირ-ბლოკური სქემის დამუშავება და კვლევა	96
2.6.1. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის საწევ ბაგირში საანგარიშო წევის ძალის განსაზღვრის მეთოდოლოგია	97
2.6.2. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის საწევ ბაგირში მაქსიმალური წევის ძალის ანგარიში	107
2.6.3. განივგასადატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრის განსაზღვრა სამუშაო ციკლის ექვივალენტური სიმძლავრის მიხედვით	111
დასკვნა განსჯაზე	116
2.7. ექსპერიმენტული ნაწილი მორსათრევი ურიკის თვლები თანაბარი გორვის წინააღმდეგობის ძალის და კოეფიციენტის ექსპერიმენტული კვლევა	117
2.7.1. მორსათრევი ურიკაზე მოქმედი გარე ძალები	117
2.7.2. შოლტების ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მიწაზე ურიკით გორვის წინააღმდეგობის ძალის და კოეფიციენტის განსაზღვრა	121
2.8. ტყეკაფითი სამუშაო პროცესების ეკონომიკური ანგარიში № 7 ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით	125
დასკვნა	133
გამოყენებული ლიტერატურა	138

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1. მოქნილი ძაფის ჩაკიდულობის ორდინატები	34
ცხრილი 2. სმდ-3-ის ტექნიკური მახასიათებლები	58
ცხრილი 3. მორსათრევი ურიკის ფოლადის გლუვი თვლების გრუნტზე გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი	124
ცხრილი 4. სატაქსაციო მონაცემები	125
ცხრილი 5. ტყეკაფის დახასიათება	126

ნახაზების ნუსხა

ნახ. 1.	საბაგირო სისტემების თეორიული სქემები: ა – კიდული ბაგირი; ბ – ქანქარისებრი საბაგირო გზა; გ – წრიული საბაგირო დანადგარი; დ – კაბელ-ამწვე, ჯალამბარი დადგმულია მთის წვერზე; ე – კაბელ-ამწვე, ჯალამბარი დადგმულია ხეობაში; ვ – მორთრევის სისტემა შესუსტებული ბაგირით; ზ – მორთრევის ნახევრად დაკიდული სისტემა; თ – კაბელ-ამწვე	6
ნახ. 2.	საანგარიშო სქემები: ა – მოქნილი ძაფი დატვირთული საკუთარი წონით და ჩაწერტებული Q ტვირთით; ბ – კოჭი ორ საყრდენზე მალით, რომელიც ტოლია ძაფის მალისა და დატვირთულია ისევე, როგორც ძაფი	28
ნახ. 3.	მოქნილი ძაფის ნებისმიერ კვეთში ჩაკიდულობის ძალის განსაზღვრის საანგარიშო სქემა	32
ნახ. 4.	მზიდი ბაგირის დატვირთვის სქემა	38
ნახ. 5.	ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდი ჯაჭვური ხაზით	40
ნახ. 6.	ჯაჭვური ხაზის წვეროს მდებარეობა	42
ნახ. 7.	ბაგირის ჩაკიდულობის განსაზღვრა ჯაჭვური ხაზის მიხედვით	44
ნახ. 8.	ბაგირის დატვირთვის სქემა ჯაჭვური ხაზით ანგარიშის დროს (ა) და პარაბოლათი (ბ)	44
ნახ. 9.	ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდი პარაბოლაზე	45
ნახ. 10.	ბაგირის დაჭიმულობის ჰორიზონტალური მდგენელი	47
ნახ. 11.	ბაგირის ჩაკიდულობა თავისი საკუთარი წონით და ტვირთით	52
ნახ. 12.	ტყეკაფითი სამუშაო პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის ტექნოლოგიური სქემები: № 2, № 3 და № 4	55
ნახ. 13.	გრავიტაციული საბაგირო დანადგარის სქემა: 1 – სამუხრუჭო ჯალამბარი; 2 – ურიკა; 3 – კრონშტეინი; 4 – ბუფერი; 5 – პოლისპასტი; 6 – მზიდი ბაგირი; 7 – საწვეი ბაგირი; 8 – ქურო; 9 – კონტრტვირთი	58
ნახ. 14.	საბაგირო კიდული დანადგარის სქემა განივგადასატანი მზიდი ბაგირით	59
ნახ. 15.	მარტივი კონსტრუქციის საბაგირო-კიდული მორსათრევი დანადგარი	60
ნახ. 16.	საბაგირო კიდული მორსათრევი დანადგარის სქემა გამარტივებული ურიკით და მსდექით	60
ნახ. 17.	ტყეკაფითი სამუშაო პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის ახალი ტექნოლოგიური სქემები: № 5, № 4ა და № 7	64
ნახ. 18.	გეგმაში ტრასის მოსახვევი დანადგარის ბუნიკი	66
ნახ. 19.	გეგმაში ტრასის მოსახვევი დანადგარის ურიკა	67
ნახ. 20.	მოკლედისტანციური თვითმავალი მობილური საბაგირო დანადგარი: 1 – საბაზო აგრეგატი მთა; 2 – ტრაქტორის ჯალამბარი; 3 – დამატებითი ჯალამბარი; 4 – დასაკეცი საყრდენი ანძა;	

	5 – სატვირთო ურიკა; 6 – მზიდი ბაგირი; 7 – სატვირთო ბაგირი; 8 – ქვედა ანკერი	69
ნახ. 21.	განივგადასატანი ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების სქემა ერთი საწევი და ერთი უკუსვლის ბაგირით	71
ნახ. 22.	განივგადასატანი ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სქემა ორი საწევი და ერთი უკუსვლის ბაგირით	74
ნახ. 23.	განივგადასატანი ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სქემა ორი საწევი და ორი უკუსვლის ბაგირით	77
ნახ. 24.	მზიდი ბაგირის პარაბოლის მეთოდით გაანგარიშების სქემა	81
ნახ. 25.	ბაგირის დატვირთვის სქემა	85
ნახ. 26.	ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდი პარაბოლას მიხედვით	87
ნახ. 27.	ბაგირის მდგომარეობის სქემები, სამონტაჟო A_0 და მუშა A დაჭიმულობების სატვირთო ფაქტორის დასადგენად	89
ნახ. 28.	ა, ბ, გ განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სქემები: ა – ხე-ტყის მიწისზედა მორთრევის რეჟიმი; ბ – ხე-ტყის ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მიწისზედა მორთრევის რეჟიმი, სპეციალური ურიკის გამოყენებით; გ – ხე-ტყის ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მორთრევის რეჟიმი, განივგადასატანი მზიდი ბაგირის და დამხმარე ურიკის გამოყენებით	98
ნახ. 29.	ურიკის თვალის გორვის სქემა: ა – ხისტი თვალის გორვა თავისუფალ რეჟიმში; ბ – ლიანდის წარმოქმნა; გ – ხისტი თვალის გორვა ამყობ რეჟიმში, აქ G არის G_k .	118
ნახ. 30.	მორსათრევი ურიკის მიმართველ თვლებზე მოქმედი გარე ძალები დეფორმირებულ გრუნტზე გადაადგილების დროს	122
ნახ. 31.	ლიანდის სიდრმის და მბიბგავი ძალის განმსაზღვრელი სქემა	122
ნახ. 32.	თვითმორთრევის ოპტიმალური მანძილის საანგარიშო სქემა	127

მადლიერება

მადლობას ვუხდით ჩემს პედაგოგს და უფროს მეგობარს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სრულ პროფესორს, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს, სახელმწიფო პრემიის ლაურეატს მეცნიერებისა და ტექნიკის დარგში, საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსს ბატონ ზაურ ბალაშვარაშვილს, იმ დიდი ღვაწლისათვის და თანადგომისათვის, რაც მან სამეცნიერო ხელმძღვანელის რანგში გასწია წინამდებარე ნაშრომის მომზადებაში.

მადლობას ვუხდით ასევე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის ტრანსპორტისა და მანქანათმშენებლობის დეპარტამენტის მერქნული მასალების დამზადება-დამუშავების მიმართულებაზე მომუშავე პროფესორ-მასწავლებლებს, რომელთა თავდაუზოგავი შრომის შედეგად მოხდა ჩემი, როგორც სპეციალისტის ჩამოყალიბება.

შესავალი

საქართველოს ტყეები დიდ ეროვნულ სიმდიდრეს წარმოადგენს. ქვეყნის მთლიანი ფართობი შეადგენს 7330 ათას ჰა-ს, მათ შორის ტყით დაფარულია 2924,2 ათასი ჰა, ე.ი. 39% და ამ მაჩვენებლით საქართველო წინ უსწრებს ისეთ სახელმწიფოებს, როგორებიცაა რუსეთი, საფრანგეთი, გერმანია, იტალია, ავსტრია და სხვა. საქართველოს ტყეების საერთო მარაგი შეადგენს 400 მილიონ მ³, რომელთაგან 290 მილიონი მ³ მწიფე და მომწიფარია (საერთო მარაგის 73%). საწარმოო მნიშვნელობის მქონე ძირითადი ჯიშებია წიფელი, საქსპლუატაციო მარაგი 52% და სოჭი 25%. 1 ჰა ტყით დაფარულ ფართობზე წიფელის მარაგი შეადგენს 250-450 მ³, სოჭის – 600-800 მ³. წიფელის საწარმოო მარაგის ძირითადი გავრცელების ზონა ზღვის დონიდან 800-1200 მ, სოჭის – 1200-2000 მ სიმაღლეზე [1-4].

შოლტების საშუალო მოცულობაა 2,6-3,0 მ³. ზოგიერთი გადაბერებული სოჭის შოლტი აღწევს 30-35 მ³. ტყეკაფები ძირითადად განლაგებულია 1000-1500 მ სიგრძის ფერდობებზე. ტყეკაფების განლაგება სხვადასხვა დახრის ფერდობებზე შემდეგნაირია: 25°-მდე 20%; 25-40°-მდე 65%; 40°-ზე მეტი 15%. ყველა ამ სირთულეს თუ დავამატებთ იმასაც, რომ ფერდობზე 25°-დან 40°-მდე ქანობით დაშვებულია მხოლოდ ნებით – ამორჩევითი ჭრები, არანაკლებ 0,5 სიხშირის დატოვებით, ცხადი ხდება რამდენად ძნელი და სპეციფიურია საქართველოში და საერთოდ მთიან პირობებში ტყეკაფითი სამუშაოების ჩატარება [5-8].

ამ პირობებში უნდა ვიფიქროთ მოწინავე, ყველაზე პერსპექტიული წარმოების ხერხების გამოყენებაზე, რომლებიც მთლიანად დაეყრდნობა უახლესი მანქანა-დანადგარების ბაზაზე შექმნილ ტექნოლოგიურ პროცესებს და სრულიად დააკმაყოფილებს მთიანი ტყეების ექსპლუატაციის მოთხოვნებს, რაც თავის მხრივ ხელს შეუწყობს შრომის ნაყოფიერების ზრდას, ძვირფასი მერქნის თვითღირებულების შემცირებას და გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოების დაცვას.

გამომდინარე აქედან, საქართველოს მთიანი რელიეფის ეკოლოგიურად დატვირთულ ტყეებში, ტყეკაფების ათვისება, მხოლოდ

ხე-ტყის დამზადების სპეციალისტებმა უნდა განახორციელონ, რადგანაც ტყიდან მერქნით სარგებლობა და მასთან დაკავშირებული სამეურნეო საქმიანობა უშუალოდ კავშირშია ტექნოლოგიური ოპერაციებისა და შესაბამისი მანქანა-დანადგარების ექსპლუატაციის დრმა ცოდნასთან. საქართველოს ეროვნული მეურნეობის ხე-ტყის მასალებით დაკმაყოფილების ამოცანა შეიძლება მიღწეული იყოს, მხოლოდ ხე-ტყის დამზადების პროცესების მექანიზაციის და ავტომატიზაციის მაღალი ხარისხიანობის არსებობის შემთხვევაში. ამ საქმეში განსაკუთრებით დიდი როლი ეკუთვნის კომპლექსურ მექანიზაციას, რომლის დროსაც ტყეკაფითი სამუშაოების ყველა ოპერაციას ასრულებენ მანქანები და მექანიზმები.

კომპლექსური მექანიზაცია და ავტომატიზაცია საჭირო ეფექტს გვაძლევს მხოლოდ კარგად დამუშავებული, მყარი და საიმედოდ მომუშავე შემსრულებელი მანქანა-დანადგარების, მექანიზმებისა და მოწყობილობების შემთხვევაში, რომლებიც ასევე კარგად არიან შეგუებული გარემო პირობებს.

დისერტაციაში გაანალიზებულია საერთო შეხედულებები ხე-ტყის დამზადების პროცესებზე და ტყეკაფითი სამუშაოების წარმოებაზე. მოცემულია ტყეკაფით სამუშაოებზე გამოყენებული სპეციალური განიგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების და სხვა მოწყობილობების სქემების და კონსტრუქციების აღწერა და თეორიული გაანგარიშების საფუძვლები.

დისერტაციაში დიდი ყურადღება აქვს დათმობილი სამთო პირობებში ტყეკაფითი სამუშაოების ეკოლოგიურად უვნებელი ტექნოლოგიების ძიებასა და დამუშავებას. აქვე განხილულია ტყეკაფითი სამუშაო პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის ძველი და დამუშავებულია ახალი ტექნოლოგიური სქემები, რომლებშიც ხე-ტყის დამზადების ოპერაციების ჩასატარებლად გამოყენებულია სტშ-ის მერქნული მასალების დამზადება-დამუშავების კათედრაზე შექმნილი ორმხრივი განიგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები. ჩატარებულია აღნიშნული საბაგირო მორსათრევი დანადგარების მზიდი და საწვევი ბაგირების თეორიული გამოკვლევები. მოცემულია ტყეკაფითი სამუშაო პროცესის კომპლექსური მექანიზაციის ეკონომიკური ანგარიში

და ექსპერიმენტული გამოკვლევები მორსათრევი ურიკის გორვის წინააღმდეგობის ძალისა და კოეფიციენტის დასადგენად [9-13].

თემის აქტუალობა. საქართველოს მთაგორიან პირობებში ტყის რესურსების კვლავწარმოების ძირითადი ფაქტორი ბუნებრივი განახლებაა და ამასთან დაკავშირებით პირველხარისხოვანი მნიშვნელობის ამოცანას წარმოადგენს მოზარდის და ნიადაგის საფარის დაცვა და შენარჩუნება. აღნიშნულთან დაკავშირებით დადგენილია, რომ ხე-ტყის მორთრევა მუხლუხა ტრაქტორებით მთლიანად დატვირთულ, ნახევრად დატვირთულ და მითუმეტეს მიწის ზედაპირზე ვერ აკმაყოფილებს მეტყვეობის მკაცრ მოთხოვნებს, რომლებიც მოქმედებენ საქართველოს მთიან პირობებში შერჩევითი ჭრების განხორციელების დროს.

ვითარებიდან გამომდინარე მიზანშეწონილია მთიან პირობებში მორთრევა ვაწარმოთ საბაგირო მორსათრევი დანადგარებით, მაგრამ ამ შემთხვევაშიც მოვლითი ჭრების წარმოების დროს არსებული საბაგირო მორსათრევი დანადგარებიც მთლიანად ვერ უზრუნველყოფენ ხე-ტყის მორთრევას ტრასამდე და მის ჩამოშვებას ზედა საწყობზე.

სამუშაოს მიზანი. სამუშაოს ერთ-ერთ და ძირითად მიზანს ეკოლოგიური თვალსაზრისით წარმოადგენს უსაფრთხო მორთრევის უზრუნველყოფა, რაც თავის მხრივ დაკავშირებულია კომპლექსური მექანიზაციის პროცესების და წარმოების ყველა საშუალებების გაუმჯობესებასთან, ახალი მოწინავე ტექნოლოგიების დანერგვასთან და მათ განსახორციელებლად საჭირო ახალი ტექნიკის შექმნასთან – განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების და სხვა მორსათრევი მოწყობილობების სახით, რომლებიც უზრუნველყოფენ პირველადი სატრანსპორტო ტვირთსაზიდი სამუშაოების მექანიზაციის განხორციელებას საქართველოს მთაგორიანი ტყეკაფების ათვისების ეკოლოგიური ტექნოლოგიის მთლიანი დაცვით.

სამეცნიერო სიახლე. დასაბუთებულია მთაგორიან ტყეკაფებზე ხე-ტყის მორთრევის მიზანშეწონილობა განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარებით, რომლებშიც გამოყენებული მორთრევის ხერხი ითვალისწინებს ჯალამბრის საწვეი ბაგირით მორების განივ მორთრევას ნახევრად დაკიდულ მდგომარეობაში და იგივე საწვეი ბაგირით მათ დაშვებას ზედა საწყობზე დაკიდულ მდგომარეობაში.

დამუშავებულია ტექნოლოგიური პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის ახალი ტექნოლოგიური სქემები და განივგადასატანი ორმხრივი საბაგრო მორსათრევი დანადგარების სქემური და კონსტრუქციული გადაწყვეტილებები: ორი საწვეი და ერთი უკუსვლის ბაგირით და ორი საწვეი და ორი უკუსვლის ბაგირით.

სხვადასხვა სიმაღლეზე განლაგებულ საყრდენებზე დაკიდული ერთმალიანი მზიდი ბაგირის საანგარიშოდ, ჩაკიდულობის მცირე ისრებით, დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე შერჩეულია ღუნვადი ბაგირის ანგარიშის ფიზიკური ვარიანტი და მიღებულია განტოლება ბაგირის სიგრძის განსაზღვრისათვის – მასში ჯამის სახით შემავალი ინტეგრალით, რომლის მნიშვნელობის განსაზღვრის შემდეგ გამოყვანილია ბაგირის მთლიანი სიგრძის საანგარიშო ფორმულა.

დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე გაანგარიშებულია ერთმალიანი მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის მაქსიმალური დაჭიმულობა T_g მუშა მდგომარეობაში და სამონტაჟო დაჭიმულობა T_0 კუბური განტოლების მიხედვით; მზიდი ბაგირის დიამეტრის შესარჩევად განსაზღვრულია მაქსიმალური დაჭიმულობა T_g^A მალის ზედა ანძასთან და მრღვევი ძალის მიხედვით შერჩეულია მზიდი ბაგირის დიამეტრი – 27,5 მმ.

დამუშავებულია განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის ბაგირ-ბლოკური სქემები და საწვეი ბაგირის წვეის ძალის განსაზღვრის მეთოდიკა; საწვეი ბაგირის მოძრაობის სქემიდან გამომდინარე, დადგენილია წინააღმდეგობის ძალების მოდების წერტილები და მიღებულია საანგარიშო ფორმულები; წინააღმდეგობის ძალების თანმიმდევრობითი შეჯამებით განსაზღვრულია საწვე ბაგირზე მაქსიმალური წვეის ძალა, რომელიც ითვალისწინებს ყველა სახის წინააღმდეგობის ძალებს მოძრაობის საწყისი წერტილიდან დოლზე ბაგირის მიწყდომის წერტილამდე.

მორსათრევი დანადგარის ბაგირ-ბლოკური სქემისათვის ჩატარებულია საწვე ბაგირზე წვეის ძალის ანგარიში, სადაც მორების გადაადგილება წარმოებს ტყის გრუნტზე სპეციალური ორთვალა ურიკის გამოყენებით – ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში, ხოლო ბაგირები გადაადგილდებიან მიწის ზედაპირზე ძირითადი ურიკის ბლოკში გავლის შემდეგ; ჯამური წინააღმდეგობის ძალების

მაქსიმალური მნიშვნელობის მიხედვით განსაზღვრულია ჯალამბრის ელ. ძრავას სიმძლავრე და საწვევი ბაგირის დიამეტრი – 12,5 მმ.

დამუშავებულია მეთოდთა და სამუშაო ციკლის ექვივალენტური სიმძლავრიდან გამომდინარე, სამუშაო ციკლის ოპერაციების შესაბამის პერიოდებში, ნაანგარიშებია ბაგირის მოძრაობის წინააღმდეგობის ძალები – საწყისი I წერტილიდან ბაგირის სატვირთო დოლზე მიწყდომის XIII წერტილამდე; სამუშაო ციკლის ექვივალენტური სიმძლავრის მიხედვით განსაზღვრულია ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრე.

ექსპერიმენტულ ნაწილში ჩატარებულია გამოკვლევები და დადგენილია განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სპეციალური ორთავალა ურიკის გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტის მნიშვნელობები მორების ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში სხვადასხვა სახეობის და მდგომარეობის გრუნტებზე მორთრევის დროს – 0,11-0,35.

კვლევის პროცესში დამუშავებულია განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების მექანიზმების სრულიად ახალი, ორიგინალური სქემური და კონსტრუქციული გადაწყვეტილებები, რომლებიც დაცულია საავტორო მოწმობებით და პატენტებით.

კვლევის მეთოდები. სადისერტაციო ნაშრომში გამოყენებულია მექანიკური სისტემების, კერძოდ საბაგირო მორსათრევი დანადგარების ბაგირ-ბლოკური სქემების მზიდი და საწვევი ბაგირების გაანგარიშების, მეცნიერულად დასაბუთებული ცნობილი თეორიული კვლევების აგების მეთოდები და მეთოდიკები. ამასთან განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის, ბაგირ-ბლოკური სქემების შექმნის და კვლევის საკითხები და სადისერტაციო ნაშრომის სხვა დებულებები დაფუძნებულია სამეცნიერო და ტექნიკური ლიტერატურის ანალიზისა და განზოგადოების პრინციპებზე.

კვლევის პრაქტიკული ღირებულება და შედეგების რეალიზაცია. შექმნილია განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები ბაგირ-ბლოკური სისტემებით და მასთან დაკავშირებული მექანიზმები და მოწყობილობები. დამუშავებულია ორიგინალური მეთოდები და მეთოდიკები აღნიშნული დანადგარების მზიდი და საწვევი ბაგირების დიამეტრებისა და ჯალამბარის ძრავას სიმძლავრის დასადგენად.

ეკოლოგიური და ეკონომიკური თვალსაზრისით დადგენილია განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების უპირატესობა მთაგორიან ტყეკაფებზე გამოყენებული ყველა სახის სხვა მორსათრევი მანქანებისა და დანადგარებთან შედარებით.

დამუშავებულია ტყეკაფითი სამუშაო პროცესების ახალი ტექნოლოგიური სქემები და შექმნილია განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები, რომლებიც შემოწმებულია საწარმოო პირობებში და მიღებულია დადებითი შედეგები.

სამუშაოს აპრობაცია. სამუშაოს ძირითადი შედეგები მოხსენებულია და განხილულია: სტშ-ის 76-ე სამეცნიერო ტექნიკურ კონფერენციაზე, თეზისების კრებული, თბილისი, 2008 წ.; სტშ-ის სამეცნიერო ტექნიკურ კონფერენციაზე, თბილისი, 2009 წ. და სტშ-ის საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნიკურ კონფერენციაზე, თბილისი, 2012 წ.

სტრუქტურა და სამუშაოს მოცულობა. სადისერტაციო ნაშრომი მოიცავს შესავალს, ძირითადი ნაწილს – წარმოდგენილს ლიტერატურის მიმოხილვით, შედეგებით და მათი განსჯით, ექსპერიმენტული ნაწილით, და დასკვნით. ნაშრომი წარმოდგენილია ნაბეჭდი ტექსტით 142 გვერდზე, რომელიც შეიცავს 32 ნახაზს და გრაფიკს, 5 ცხრილს და 67 დასახელების გამოყენებული ლიტერატურის ჩამონათვალს.

1. ლიტერატურის მიმოხილვა

1. დისერტაციაში დასმული პრობლემის მომდინარეობა ძირითადად დაკავშირებულია ტყის რაციონალურ-ეფექტურ გამოყენებასთან და მთიანი ტყეკაფების ათვისების თავისებურებებთან: მაღალი შრომატევადობა ტყის ჭრაზე და მერქნის მორთრევა-ტრანსპორტირებაზე, ამას ემატება ტყეკაფებზე გამოყენებული არსებული მორსათრევი ტექნიკის ეკოლოგიურ პირობებთან შეუთავსებლობა, რაც ქმნის სამანქანო დანადგარების მოქმედების სფეროდან მნიშვნელოვანი საექსპლუატაციო ტყის ფართობების ამოვარდნის საშიშროებას და უკავშირდება ხელით შრომის გამოყენების აუცილებლობას.

აღნიშნული პრობლემების მომდინარეობიდან დისერტაციაში დასმულია შემდეგი საკითხების გადაწყვეტის მოთხოვნები: ხე-ტყის პირველადი ტრანსპორტირების ტექნოლოგიის სფეროში არსებული თეორიული კვლევების, პრაქტიკული გამოცდილების და საქართველოს მთიან რეგიონებში ტყეკაფებზე საწარმოო პროცესების მექანიზაციისათვის გამოყენებული, კერძოდ საბაგირო მორსათრევი დანადგარების და სხვა ტექნიკური საშუალებების ანალიზი და კრიტიკული შეფასება; ხე-ტყის ტრანსპორტირების შიდატყეკაფითი კომპლექსური მექანიზაციის სატრანსპორტო-ტექნოლოგიური პროცესების ფორმირება; სამთო პირობებში მოქმედი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების საწარმოო ტექნოლოგიური პარამეტრების გამოკვლევა; ხე-ტყის პირველადი ტრანსპორტირების ტექნოლოგიური პროცესების განსახორციელებლად გამოყენებული ბაგირ-ბლოკური სისტემით აღჭურვილი საბაგირო კიდული მორსათრევი დანადგარების მზიდი და საწვევი ბაგირების ანგარიში.

2. დასმული პრობლემების შესახებ, ცნობილია საქართველოს მთავორიანი პირობებისათვის ხე-ტყის შიდატყეკაფითი პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის რვა ძირითადი ტექნოლოგიური სქემა, რომელთაგან ექვსში ხე-ტყის ზედა საწყობზე ჩამოსაშვებად გამოყენებულია საბაგირო მორსათრევი დანადგარები, მათ შორის ცალმხრივი განივგადასატანი მორსათრევი დანადგარი.

დასმულ პრობლემასთან დაკავშირებით, თეორიული კვლევებიდან ზოგადად ცნობილია მექანიკური სისტემების მორსათრევი საბაგირო

დანადგარების ძირითადი პარამეტრების გაანგარიშების აგების მეთოდები და მეთოდოლოგიები, კერძოდ, მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის და დაჭიმულობის განსაზღვრის ჯაჭვეური ხაზის რთული და ზუსტი, აგრეთვე, უფრო მარტივი და მიახლოებითი პარაბოლას მეთოდები.

თანაბრად განაწილებული ტვირთის და ჩაწერტებული დატვირთვის ზემოქმედებით, მზიდი ბაგირის დაჭიმულობის განსაზღვრისათვის, ცნობილია მისი საერთო მდგომარეობის განტოლება, რომელშიც ბაგირის გეომეტრიული სიგრძის ცვლადობა ტოლია დრეკადი და ტემპერატურული დეფორმაციების ჯამისა. მზიდი ბაგირის დაჭიმულობის დასადგენად, აგრეთვე ცნობილია – პროფესორების: ა. დუკელსკის, გ.ჟიორდანოს, დ. აბრამოვის, ი. მოლოდცოვის მეთოდები და მეთოდოლოგიები. ამასთან, ცნობილია საბაგირო მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის გაანგარიშების ახალი, ჩაკიდულობის ისრის ოპტიმალური სიდიდის განსაზღვრის უბრალო და მარტივად გამოსაყენებელი, გრაფიკული და ნომოგრაფიული მეთოდები.

3. დასმული პრობლემის გადასაჭრელად შექმნილია ხე-ტყის საჰაერო მორსათრევის ხერხი და მოწყობილობა მის განსახორციელებლად; დამუშავებულია ორმხრივი განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სქემები და კონსტრუქციები: ორი საწევი და ერთი დასაბრუნებელი, და აგრეთვე, ორი საწევი და ორი დასაბრუნებელი ბაგირებით, რომელთა განსახორციელებლად გამოყენებულია ორდოლიანი და ოთხდოლიანი ჯალამბრები.

დასმული პრობლემის გადასაჭრელად განივგადასატანი საბაგირო დანადგარის მზიდი ბაგირის საანგარიშოდ დამუშავებულია მეთოდოლოგია, რომელიც ეყრდნობა ექსპერიმენტული კვლევისა და პრაქტიკული გამოცდილებით მიღებულ შედეგებს, რომლის მიხედვით საბაგირო დანადგარის ნორმალური მუშაობისათვის მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისარი არ უნდა აღემატებოდეს მალის ქორდის სიგრძის 6% და რეკომენდებულია მივიღოთ მალის სიგრძის 0,03-0,06 ფარგლებში.

დასმული პრობლემის გადასაჭრელად განივგადასატანი საბაგირო დანადგარის ახალი სქემისათვის, საწევი ბაგირის საანგარიშოდ დამუშავებული მეთოდოლოგიის საფუძველზე, ბაგირში მაქსიმალური წევის ძალის განსაზღვრისათვის შედგენილია ბაგირის მოძრაობის სქემა,

დადგენილია წინააღმდეგობის ძალების მოდების წერტილები და წინააღმდეგობის ძალების შეკრებით, საწყისი წერტილიდან დოლზე ბაგირის მიწყდომის წერტილამდე, განსაზღვრულია საანგარიშო წყვის ძალა.

4. ცნობილი მეთოდების და მეთოდისკების ნაკლოვანებებიდან აღსანიშნავია მზიდი და საწყვი ბაგირების ანგარიშების შეუთავსებლობა, რაც ჩვენ შემთხვევაში, დაკავშირებულია ძირითადი და საწყვი ბაგირით შოლტების გვერდიდან მორთრევის აუცილებლობასთან, ეს კი თავის მხრივ უკავშირდება მზიდ და საწყვ ბაგირებზე დატვირთვების ინტენსიურ ცვლადობას – ზრდას. აღნიშნულიდან გამომდინარე, მზიდი და საწყვი ბაგირების ანგარიშის დროს საჭიროა სრულიად ახალი მეთოდების და მეთოდისკების დამუშავება, რომლებიც შეესაბამება ახალ განიგადასატანი საბაგირო მორსათრევე დანადგარებთან დაკავშირებულ ტექნოლოგიურ პროცესს.

ნაკლოვანებებიდან აღსანიშნავია, აგრეთვე არსებული საბაგირო მორსათრევი დანადგარის უარყოფითი მხარე – შეუძლებელია ტრასის ორივე მხრიდან შოლტების ერთდროული მორთრევა.

5. წინამდებარე სადისერტაციო ნაშრომში აღნიშნული ნაკლოვანებების აღმოსაფხვრელად, შექმნილია ორმხრივი განიგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების სქემები და დამუშავებულია მათი კონსტრუქციული გადაწყვეტილებები. ახლად შექმნილი ორმხრივი განიგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის მუშაუნარიანობის ასამაღლებლად და ტექნოლოგიური პროცესის გასამარტივებლად დამუშავებულია მთელი რიგი მექანიზმები და მოწყობილობები: კერძოდ, გეგმაში ტრასაზე მოსახვევი დანადგარის გამარტივებული ურიკა, ბუნიკი და სხვა. მთლიანად არის დამუშავებული მოკლე დისტანციური თვითმავალი მობილური საბაგირო კიდული დანადგარი, რომელიც შექმნილია ტრაქტორ TT-4-ის ბაზაზე და გამოიყენება ციცაბო ფერდობების ტყით გასაახლებლად.

ცალმხრივი და ორმხრივი განიგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების ტექნოლოგიური სქემებისათვის მზიდი და საწყვი ბაგირების საანგარიშოდ, დამუშავებულია ახალი მეთოდები და მეთოდისკები. ამ მეთოდებითა და მეთოდისკებით, ცნობილი სიდიდეების

მიხედვით განისაზღვრება მაქსიმალური დაჭიმულობა ტვირთის ქვეშ, დგინდება ბაგირის სამონტაჟო და მუშა დაჭიმულობების ფაქტორების მნიშვნელობები; კუბური განტოლების მეშვეობით საბოლოოდ მიიღება სამონტაჟო დაჭიმულობის ნამდვილი სიდიდე, რომელიც უზრუნველყოფს ჩაკიდულობის ისრის მაქსიმალურ სიდიდეს საანგარიშო მალის შუა წერტილში. დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე, მზიდი ბაგირის საჭირო დიამეტრის შესარჩევად, ზედა ანძასთან განისაზღვრება მაქსიმალური დაჭიმულობის ძალის სიდიდე და მდგრადობის მარაგის სტატიკური კოეფიციენტიდან გამომდინარე იანგარიშება გამგლეჯი ძალა და ბაგირის დიამეტრი.

დამუშავებულია საწევ ბაგირში წვევის ძალის განსაზღვრის მეთოდიკა საბაგირო დანადგარის ზედა და ქვედა შტოებისათვის. აღნიშნულ შტოებში შედგენილია დეფორმაციის ურთიერთმოქმედი ძალების და სტატიკის განტოლება, საიდანაც მიღებულია განტოლებათა სისტემა, რომლის საშუალებითაც ტვირთის დაძვრისა და დამყარებული მოძრაობის დროს განისაზღვრება საბაგირო დანადგარის საჭირო პარამეტრები.

დამუშავებულია საწვევი ბაგირის ანგარიშის მეთოდიკები, ხე-ტყის ნახევრად დაკიდულ და დაკიდულ მდგომარეობაში მორთრევის დროს, როცა საჭიროა ურიკის მოძრაობის წინააღმდეგობის დასაძლევად განისაზღვროს ჯალამბრის საწვევ ბაგირში მაქსიმალური საანგარიშო წვევის ძალა.

1.1. საბაგირო სისტემები

1.1.1. საბაგირო სისტემების ელემენტები

მთის ტყეკაფების ათვისების დროს, მიუხედავად გამოყენებული საბაგირო სისტემების მოჩვენებითი მრავალფეროვნებისა, ისინი ძირითადად შედგებიან შემდეგი ელემენტებისაგან. ბაგირები, რომლებიც იყოფა:

1. მზიდი ბაგირები მუდმივი სამონტაჟო დაჭიმულობით და ხისტად ჩამავრებული ბოლოებით;

2. მზიდი ბაგირები ჩაკიდულობის დიდი ისრებით და ცვალებადი დაჭიმულობით;
3. საწვე-მზიდი ბაგირები, რომელთა ერთი შტო წარმოადგენს მზიდს, ხოლო მეორე – საწვეს. ბაგირის მზიდ შტოზე, როგორც წესი ეყრდნობიან საგორავები, ურიკები;
4. საწვეი ბაგირები ემსახურებიან ხეების შეკრულას აწვევას ან შეგროვებას მათი შემდგომი ტრანსპორტირებისათვის;
5. უქმი ბაგირი ემსახურება ურიკის გადაადგილებას ტვირთის ჩასაბმელ ადგილამდე;
6. დამხმარე ბაგირი ემსახურება სხვადასხვა დამხმარე ოპერაციების შესრულებას ტვირთის ტრანსპორტირების დროს.

ბაგირების დასამაგრებლად საყრდენები:

1. სათავო;
2. საზურგე;
3. შუალედური;
4. საჭიმარების გარეშე მომუშავე ანძები.

ჯალამბრები, რომლებიც იყოფიან:

1. სტაციონალური;
2. თვითმავალი;
3. ერთდოლიანი;
4. მრავალდოლიანი;
5. შიგაწვის ძრავათი;
6. ელექტრო ძრავათი.

ურიკები, რომლებიც იყოფიან:

1. სატრანსპორტო;
2. მორსათრევი;
3. ტყისმჭრელი;
4. ტყისმჭრელ-მორსათრევი;
5. დამხმარე;
6. დამტვირთავი;
7. ნახევრადავტომატური;
8. ავტომატური.

დამხმარე აღჭურვილობა:

1. სამონტაჟო სამუშაოებისათვის;
2. ძირითადი წარმოებისათვის.

1.1.2. საბაგრო სისტემების თეორიული სქემები

საბაგრო დანადგარების საერთო თეორიული სქემა (ნახ. 1) შეიცავს შემდეგ სისტემებს [14-39]ს:

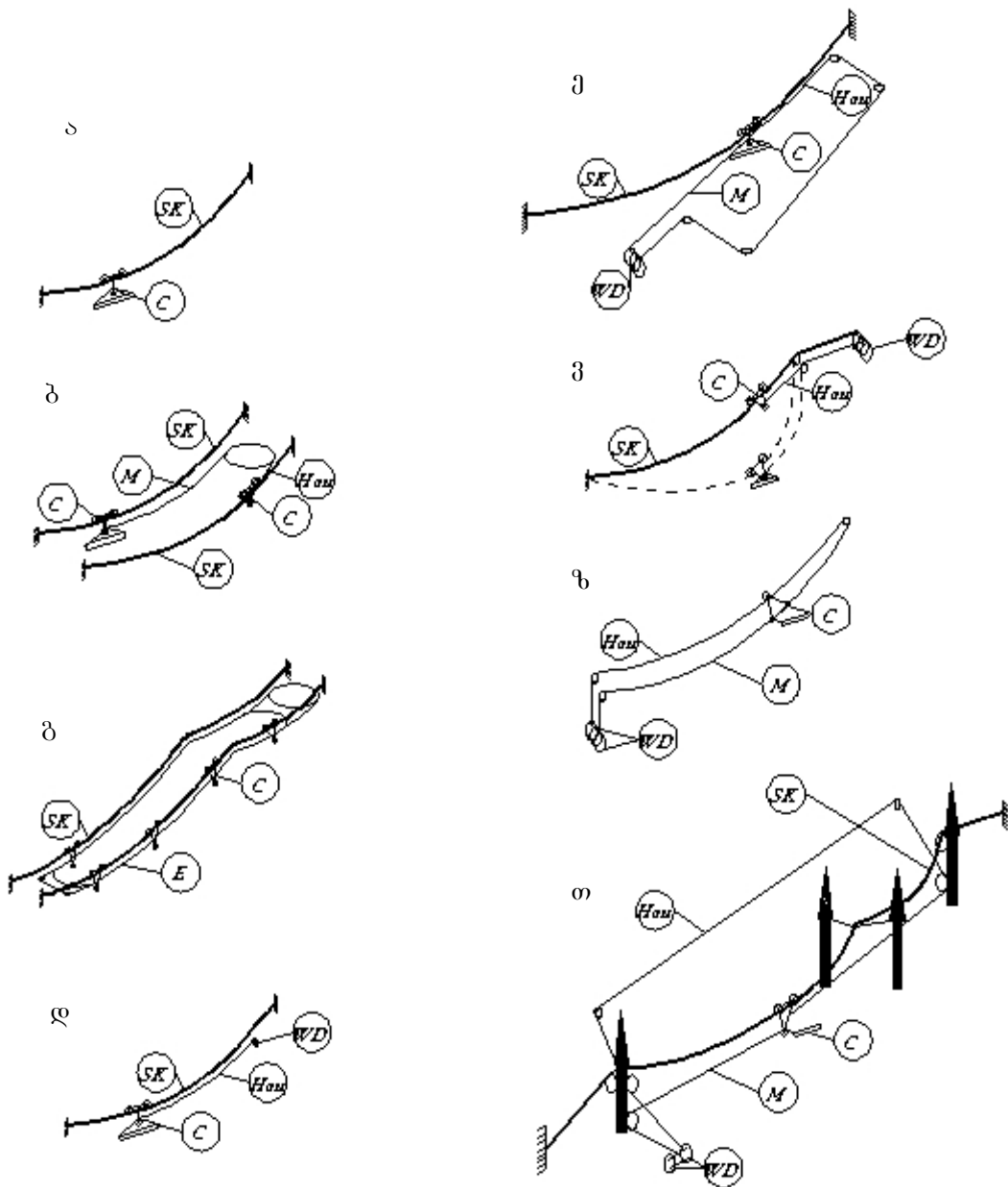
- კიდული ბაგირი;
- ქანქარისებრი საბაგრო გზა;
- წრიული საბაგრო გზა;
- კაბელ-ამწე, ჯალამბარი დადგმულია მთის წვერზე;
- კაბელ-ამწე, ჯალამბარი დადგმულია ხეობაში;
- მორთრევის სისტემა შესუსტებული ბაგირით, ჯალამბარი დადგმულია მთის წვერზე;
- მორთრევის ნახევრად დაკიდული სისტემა;
- კაბელ-ამწე.

1.2. საბაგრო სისტემების ანგარიში. მზიდი ბაგირის ანგარიში ჩაკიდულობის მცირე ისრებით

მზიდი ბაგირი, როგორც კიდული გზა, რომელიც განსაზღვრავს ტვირთების მოძრაობის მიმართულებას, წარმოადგენს საკიდი დანადგარების მთავარ მუშა ელემენტს. ის ზიდავს დიდ გრძივ და განივ დატვირთვებს, მიდრეკილია ძაბვების, ღუნვის და კონტაქტის ცვალებადი ზემოქმედებისადმი.

ამ ძაბვების სიდიდეზე და შეუღლებაზე დამოკიდებულია ბაგირის მუშაობის ხანგრძლივობა. ამიტომ თითოეული ფაქტორის გამოვლენას, რომლებიც განსაზღვრავენ ბაგირის მუშაუნარიანობას დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ტყის სატრანსპორტო დანადგარების ექსპლუატაციის გამოცდილებამ აჩვენა, რომ მზიდი ბაგირები, როგორც წესი მუშაობენ ორის ტოლი სიმტკიცის მარაგით; ამასთან, ზოგიერთ დანადგარზე შეინიშნება დიდი, ზოგიერთზე კი ბაგირის ნაკლები ცვეთა. ბაგირის შეცვლამდე



ნახ. 1. საბაგირო სისტემების თეორიული სქემები:

ა - კიდული ბაგირი „SK“ - მზიდი ბაგირი; „C“ - ურიკა; ბ - ქანქარისებრი საბაგირო გზა: „Hau“ - უქმი ბაგირი; გ - წრიული საბაგირო დანადგარი: „HO“ - სატვირთო ბაგირი; „M“ - საწვევი ბაგირი; დ - კაბელ-ამწე, ჯალამბარი დადგმულია მთის წვერზე; „WD“ - ჯალამბარი; ე - კაბელ-ამწე, ჯალამბარი დადგმულია ხეობაში; ვ - მორთრევის სისტემა შესუსტებული ბაგირით; ზ - მორთრევის ნახევრად დაკიდული სისტემა; თ - კაბელ-ამწე

ტრანსპორტირებული მერქნის რაოდენობა მერყეობს დიდ ზღვრებში 4,5-დან 20 ათ. მ³-მდე. შესრულებული სამუშაო მოცულობის ასეთი დიდი განსხვავება განპირობებულია მზიდი ბაგირის ტექნიკურად დასაბუთებული რეკომენდაციების და წუნის დადგენის მითითების არ არსებობით.

ტყის სატრანსპორტო საბაგირო საკიდი დანადგარები თავისი დანიშნულებით წარმოადგენენ შემსუბუქებულ დროებით სატრანსპორტო

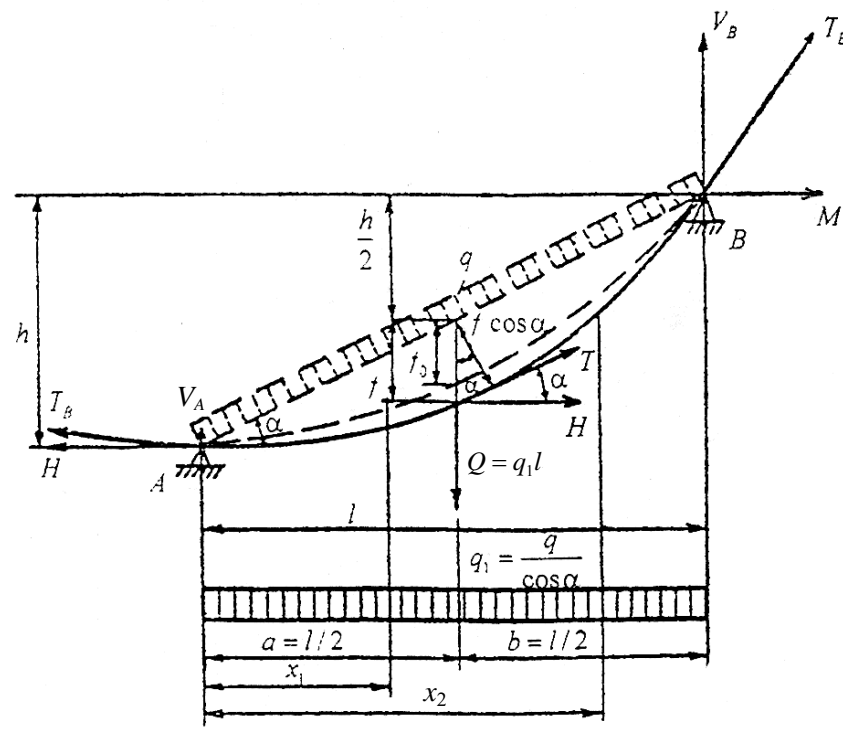
მოწყობილობებს. მათი გამოყენების ეკონომიკური მიზანშეწონილობა მით უფრო მეტია, რაც უფრო მსუბუქი და მარტივია მათი კონსტრუქცია, რაც ნაკლებად შრომატევადია მონტაჟი ამიტომ ასეთი დანადგარების მზიდი ბაგირები ბოლოებით ხისტად მაგრდებიან, ხოლო შუალედური საყრდენების სახით მათთვის გამოიყენება ბაგირები, რომლებიც დაკიდულია მზარდ ხეებზე.

საკიდი დანადგარების მუშაობის საიმედოობის უზრუნველყოფა ასეთ პირობებში შესაძლებელია მხოლოდ ბაგირების ანგარიშის უტყუარი მეთოდების საფუძველზე. უდიდესი ხარისხით მისი მუშაობის ისეთი სპეციფიკური თავისებურებების არეკვლა, როგორც არის შუალედური საყრდენი ანძების წვეროების ძვრადობა, ბაგირების ანკერული დამაგრების დამყოლობა, ხის ანძების მოქნილობის გავლენა, რომლებსაც უჭირავთ მზიდი ბაგირი და სხვა.

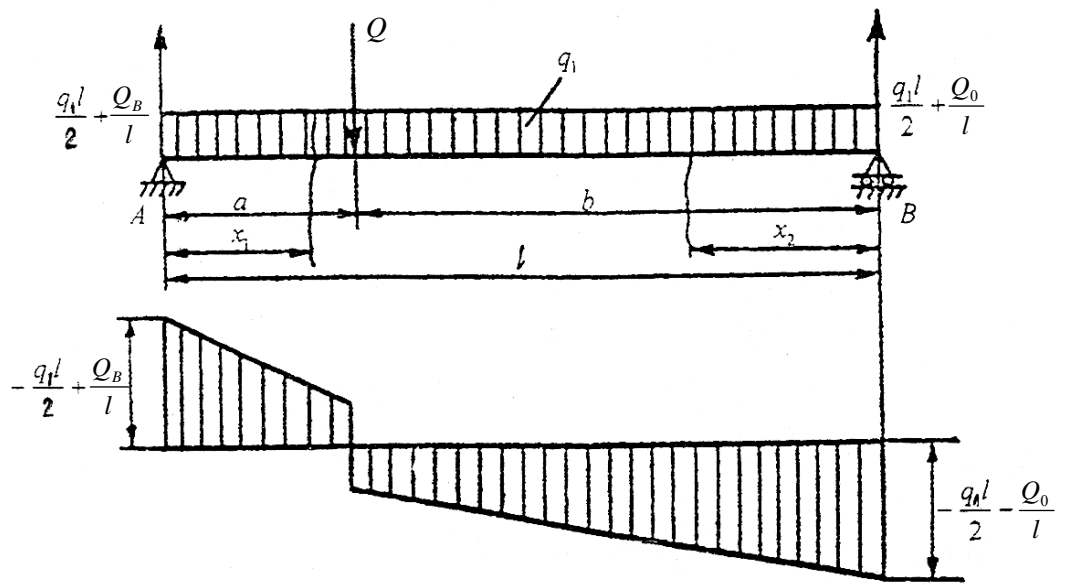
განვიხილოთ ერთმალისანი მოქნილი ძაფი დამაგრებული ბოლოებით, დაკიდული სხვადსხვა დონეზე განლაგებულ საყრდენებზე. აღვნიშნოთ ძაფის საწყისი სამონტაჟო დაჭიმულობა T_0 , ძაფის ჩაკიდულობის ისარი თავისი წონისაგან f_0 , ძაფის სიგრძე დატვირთვამდე L_0 . ძაფის დატვირთვის შემდეგ მისი დაჭიმულობა და ჩაკიდულობა იზრდება T -მდე და f -მდე, შესაბამისად იცვლება ძაფის სიგრძე L სიდიდემდე (ნახ. 2,ა) [39].

საჭიროა განისაზღვროს T , f და L სიდიდეების მნიშვნელობები. ამოცანა სტატიკურად გაურკვეველია და მისი ამოხსნისათვის აუცილებელია შევადგინოთ დამატებითი განტოლება დაფუძნებული ძაფის დეფორმაციაზე.

განხილული ამოცანის განსხვავება მსგავსი ამოცანებისაგან მდგომარეობს იმაში, რომ მასალათა გამძლეობაში განიხილება ფიზიკური სხეულის დრეკადი დეფორმაციები, ხოლო მოქნილი ძაფის გაანგარიშების დროს – ძაფის ჩაკიდულობის ფორმის გეომეტრიული ცვალებადობა. მასალათა გამძლეობაში დეფორმაციების შეთავსებული დამატებითი განტოლებების შედგენის დროს ზოგიერთი გადაადგილებები უტოლდება ნულს, ხოლო მოქნილი ძაფის შემთხვევაში ნულს უტოლდება დრეკადი ძაფის სიგრძის ცვალებადობა. ამასთან მხედველობაშია მისაღები ის გარემოება, რომ მოქნილი ძაფის სიგრძის ცვალებადობაზე



ბ



ნახ. 2. საანგარიშო სქემები: ა – მოქნილი ძაფი დატვირთული საკუთარი წონით და ჩაწერტებული Q ტვირთით; ბ – კოჭი ორ საყრდენზე მალით, რომელიც ტოლია ძაფის მალისა და დატვირთულია ისევე, როგორც ძაფი

დიდ გავლენას ახდენენ დრეკადი დეფორმაციები. გამოკვლევებით მიღებულია, რომ დრეკადი დეფორმაციების გათვალისწინება ერთმალისანი დაქანებული ძაფების ანგარიშის დროს იწვევს 35-40% შეცდომებს, ხოლო მრავალმალისან ძაფებში შეცდომების სიდიდე კიდევ უფრო იზრდება.

ვივარაუდოთ, რომ ჩაკიდულობის მცირე ისრებიანი ძაფისათვის დრეკადი დეფორმაცია წარმოიქმნება მთელ სიგრძეზე თანაბრად და ტოლია:

$$\Delta L = \frac{(T - T_0)l}{E_k F \cos \alpha}. \quad (1)$$

ვადგენთ დამატებით განტოლებას, ვთვლით რომ ძაფის სიგრძე L გარე დატვირთვის მოდების შემდეგ ტოლი იქნება მისი პირვანდელი სიგრძის L_0 და დრეკადი დაგრძელების ΔL ჯამისა

$$L = L_0 + \Delta L, \quad (2)$$

საიდანაც

$$L_0 = L - \Delta L. \quad (3)$$

(3) გამოსახულებაში შემავალი ძაფის სიგრძე L განისაზღვრება ადრე გამოყვანილი გეომეტრიული დამოკიდებულების საფუძველზე ძაფის დატვირთვის ცვალებადობის სქემის მიხედვით.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, დაჭიმულობა T არ არის მუდმივი და იცვლება ძაფის სიგრძის ცვალებადობის მიხედვით საკუთარი წონის გაგლენით.

განხილვად სქემაში დაჭიმულობის მინიმალურ მნიშვნელობას ადგილი აქვს A საყრდენთან, ხოლო მაქსიმალურს – B საყრდენთან.

დაჭიმულობის საშუალო მნიშვნელობა მიახლოებით შეიძლება განისაზღვროს როგორც T_A და T_B დაჭიმულობების ნახევარჯამი, ე.ი.

$$T_{\text{საშ}} = \frac{T_A + T_B}{2}. \quad (4)$$

იმის საფუძველზე, რომ პარაბოლას მალის შუაში მხები პარატანგენტი მალის ქორდისა (ნახ. 2, ა), შეიძლება დავწეროთ:

$$H = T \cos \alpha, \quad (5)$$

მაშინ ძაფის T დაჭიმულობა გამოისახება შემდეგნაირად:

$$T = T_A + q \left[\frac{h}{2} - f \right], \quad (6)$$

$$T = T_B - q \left[\frac{h}{2} + f \right]. \quad (7)$$

ნახევარჯამის გამოსახულებებიდან (6) და (7) T -ს განსაზღვრით მივიღებთ

$$T = \frac{T_A + T_B}{2} - qf = T_{\text{საშ}} - qf, \quad (8)$$

საიდანაც, T -ს მნიშვნელობის ჩასმით (5) ფორმულაში, მივიღებთ

$$H = (T_{\text{საშ}} - qf) \cos \alpha. \quad (9)$$

$T_{\text{საშ}}$ მნიშვნელობასთან შედარებით qf ნამრავლი უმნიშვნელოა, ამიტომ მიახლოებით, პრაქტიკისთვის საკმარისი სიზუსტით, შეიძლება ჩაითვალოს

$$H \approx T_{\text{საშ}} \cos \alpha = T \cos \alpha. \quad (10)$$

მაშინ (10) გამოსახულების საფუძველზე შეიძლება ჩაიწეროს განტოლება ძაფის სიგრძის განსაზღვრისათვის მისი დატვირთვის შემდეგ

$$L = \frac{l}{\cos \alpha} + \frac{1}{2T^2 \cos^2 \alpha} \int_0^l Q_1^2 dx. \quad (11)$$

Q_1 სიდიდე საერთო სახით წარმოადგენს ორ საყრდენზე მდებარე მარტივი კოჭის კვეთში განივ ძალას, დატვირთულს, როგორც ძაფი, თანაბრად განაწილებული დატვირთვით q_1 და ტვირთით Q ნებისმიერად განლაგებული l მალში (ნახ. 2, ბ).

გამომდინარე, ინტეგრალის მნიშვნელობა $\int_0^l Q_1^2 dx$ შეიძლება წარმოვადგინოთ ჯამის სახით

$$\begin{aligned} \int_0^l Q_1^2 dx &= \int_0^l \left[\frac{q_1 l}{2} - q_1 x_1 + \frac{Qb}{l} \right]^2 dx_1 + \int_0^l \left[\frac{q_1 l}{2} - q_1 x_2 + \frac{Qa}{l} \right]^2 dx_2 = \\ &= \frac{q_1^2 l^3}{12} + q_1 Qab + \frac{Q^2 ab}{l}. \end{aligned} \quad (12)$$

ეს ინტეგრალი აგრეთვე შეიძლება განისაზღვროს ვერეშჩაგინის მეთოდით განივი ძალების შემადგენელი ეპიურების შესაბამისი გადამრავლების გზით.

მაქსიმალური ჩაკიდულობა, მაქსიმალური დაჭიმულობა და ძაფის უდიდესი სიგრძე დეფორმაციის შემდეგ შეინიშნება Q ტვირთის მალის შუაში განლაგების დროს

$$a = b = \frac{l}{2}. \quad (13)$$

ამ შემთხვევაში, ჩასმის შემდეგ გვექნება

$$q_1 = \frac{q}{\cos \alpha}, \quad (14)$$

ინტეგრალის მნიშვნელობა იქნება

$$\int_0^l Q_1^2 dx = \frac{q^2 l^3}{12 \cos^2 \alpha} + \frac{qQl^2}{4 \cos \alpha} + \frac{Q^2 l}{4}, \quad (15)$$

მაშინ ძაფის მოლიანი სიგრძე ტოლი იქნება:

$$L = \frac{l}{\cos \alpha} + \frac{1}{2T^2 \cos^2 \alpha} \left[\frac{q^2 l^3}{12 \cos^2 \alpha} + \frac{qQl^2}{4 \cos \alpha} + \frac{Q^2 l}{4} \right]. \quad (16)$$

(3) გამოსახულებაში შესაბამისი მნიშვნელობები L_0 , L და ΔL შეტანისა და მსგავსი წევრების დაყვანით მივიღებთ ტოლობას

$$\frac{8 f_0^2 \cos^3 \alpha}{3 l} = \frac{1}{2T^2 \cos^2 \alpha} \int_0^l Q_1^2 dx - \frac{(T-T_0)l}{E_K F \cos \alpha}. \quad (17)$$

(17) განტოლების მარცხენა ნაწილში f_0 -ის მნიშვნელობის

$$f_0 = \frac{ql^2}{8T_0 \cos^2 \alpha}. \quad (18)$$

ჩასმით და შესაბამისი გარდაქმნებით მივიღებთ-განტოლებას:

$$T^3 - T^2 \left[T_0 - \frac{q^2 E_K F l^2}{24 T_0^2} \right] - \frac{E_K F}{8 \cos^2 \alpha} \left[\frac{q^2 l^2}{3 \cos \alpha} + Q^2 \cos \alpha + qQl \right] = 0. \quad (19)$$

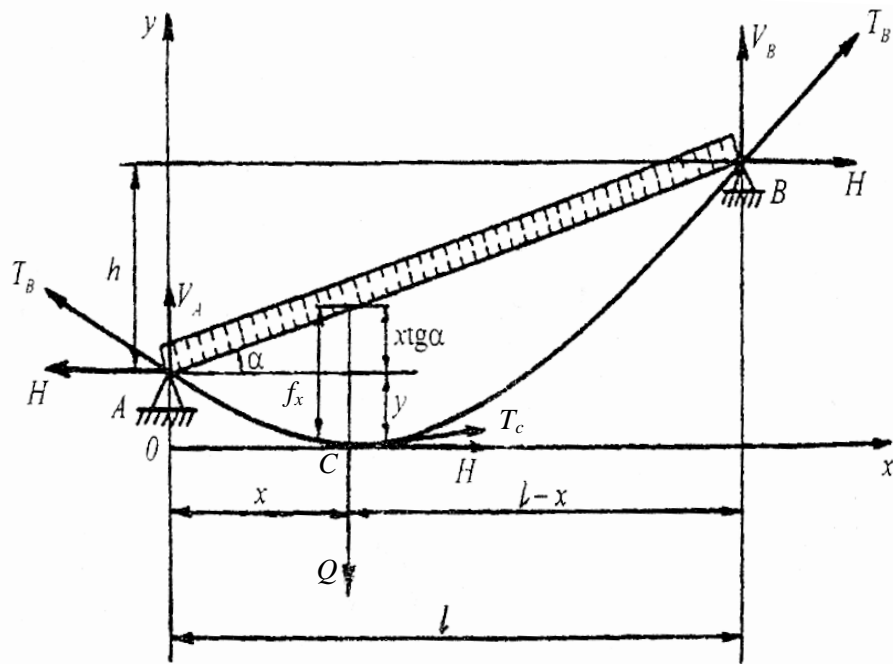
(19) გამოსახულება აერთიანებს მოქნილი ძაფების ანგარიშის თეორიის ამოცანის ყველა სამ მხარეს და წარმოადგენს საერთო მდგომარეობის კუბურ განტოლებას ერთმალის დანადგარებისათვის, განმსაზღვრელი ბაგირის საწყის სამონტაჟო დაჭიმულობას T_0 და ბოლო დაჭიმულობას T შორის დამოკიდებულებას ტვირთის Q ყველაზე უფრო არასასურველ მდგომარეობაში ფიქსირების დროს – საანგარიშო მალის l შუაში.

მაქსიმალური დაჭიმულობა T_{\max} ბაგირის საკუთარი წონის გაგლეჩის გათვალისწინებით შეინიშნება კვეთში, მისი დაკიდების ყველაზე მაღალ წერტილში, ე.ი. B საყრდენთან

$$T_{\max} = T + q \frac{h}{2}, \quad (20)$$

სადაც h – ზედა საყრდენის სიმაღლის სხვაობა ქვედასთან შედარებით.

ძაფის ჩაკიდულობის f_x განსაზღვრისათვის ნებისმიერ კვეთში, საკუთარი წონის q და თავმოყრილი ჩაწერტებული წონის Q მოქმედებით განვიხილოთ ძაფის მარცხენა ნაწილის წონასწორობის პირობა (ნახ. 3), მასზე მოქმედი მარჯვენა ნაწილის T_c ძალით შეცვლით.



ნახ. 3. მოქნილი ძაფის ნებისმიერ კვეთში ჩაკიდულობის ძალის განსაზღვრის საანგარიშო სქემა

დავუშვათ ტვირთი Q მდებარეობს C წერტილში x მანძილზე მარცხენა საყრდენიდან A . ამასთან ძაფის რეაქციის ვერტიკალური მდგენელები ტოლია

$$V_A = \frac{ql}{2 \cos \alpha} + \frac{Q(l-x)}{l} - H \operatorname{tg} \alpha, \quad (21)$$

$$V_B = \frac{ql}{2 \cos \alpha} + \frac{Qx}{l} + H \operatorname{tg} \alpha. \quad (22)$$

C წერტილში ძაფის ჩაკიდულობა განისაზღვრება ყველა ძალების მომენტების ჯამის ნულთან გატოლების პირობიდან

$$\sum M_c = V_A x - Hy - \frac{qx^2}{2 \cos \alpha} = 0. \quad (23)$$

(23) ტოლობაში V_A , მნიშვნელობის შეტანით და შესაბამისი გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ:

$$y + x \operatorname{tg} \alpha = \frac{qx(l-x)}{2H \cos \alpha} + \frac{Qx(l-x)}{Hl}. \quad (24)$$

ნახ. 3-დან

$$y + x \operatorname{tg} \alpha = f_x, \quad (25)$$

გამომდინარე

$$f_x = \frac{qx(l-x)}{2H \cos \alpha} + \frac{Qx(l-x)}{Hl}. \quad (26)$$

ბოლო ტოლობის პირველი შესაკრები წარმოადგენს ძაფის ჩაკიდულობას თავის წონისაგან q , ხოლო მეორე ძაფის ჩაკიდულობას Q ტვირთისაგან, ე.ი. ძაფის ჩაკიდულობა ნებისმიერ კვეთში f_x ტოლია ჩაკიდულობების ჯამისა გამოწვეული საკუთარი წონით და ტვირთით:

$$f_x = f_q + f_Q. \quad (27)$$

კვეთის განსაზღვრისათვის, რომელშიც ჩაკიდულობა იქნება მაქსიმალური, (26) ტოლობის პირველ წარმოებულს ვუტოლებთ ნულს:

$$\frac{df_x}{dx} = \frac{q(l-2x)}{2H \cos \alpha} + \frac{Q(l-2x)}{Hl} = 0, \quad (28)$$

საიდანაც:

$$x = \frac{l}{2}. \quad (29)$$

მაშასადამე ძაფის მაქსიმალური ჩაკიდულობა $x = \frac{l}{2}$, ტოლი იქნება:

$$f_{\max} = \frac{ql^2}{8H \cos \alpha} + \frac{Ql}{4H}. \quad (30)$$

ფორმულის საფუძველზე შეიძლება ჩავწეროთ, რომ

$$f_{\max} = \frac{M}{H \cos \alpha} + \frac{M'}{H}, \quad (31)$$

სადაც $M = \frac{ql^2}{8}$ – მაქსიმალური მღუნავი მომენტი მარტივი კოჭის კვეთში

გამოწვეული თავისივე წონით;

M' – იგივე გამოწვეული თავმოყრილი ტვირთით.

(30) ფორმულაში H სიდიდის შეცვლით მისი მნიშვნელობით $H = T \cos \alpha$, მივიღებთ მოქნილი ძაფის მაქსიმალური ჩაკიდულობის განმსაზღვრელ გამოსახულებას T დაჭიმულობისაგან დამოკიდებულებით

$$f_{\max} = \frac{ql^2}{8T \cos^2 \alpha} + \frac{Ql}{4T \cos \alpha}. \quad (32)$$

ძაფის ჩაკიდულობის f_x მრუდის ორდინატას გამოთვლისათვის ნებისმიერ x კვეთში, პროექტირების დროს, ვსარგებლობთ დამოკიდებულებით

$$f_x = f(f_{\max}). \quad (33)$$

ამისათვის წარმოვადგინოთ (26) გამოსახულება შემდეგი სახით

$$f_x = \frac{x(l-x)}{2H} \left[\frac{q}{\cos \alpha} + \frac{2Q}{l} \right], \quad (34)$$

ხოლო გამოსახულება (31), როცა $x = \frac{l}{2}$ შემდეგი სახით

$$f_{\max} = \frac{l^2}{8H} + \left[\frac{q}{\cos \alpha} + \frac{2Q}{l} \right], \quad (35)$$

მივიღებთ ჩაღუნვების ფარდობას

$$\frac{f_x}{f_{\max}} = \frac{x(l-x)}{2H} \frac{8H}{l^2} = 4 \frac{x(l-x)}{l^2} = 4 \frac{x}{l} \left[1 - \frac{x}{l} \right], \quad (36)$$

რომლიდანაც, თუ პროფილის პირობების მიხედვით მოცემულია მაქსიმალური დასაშვები ჩაღუნვის f_x მნიშვნელობა, შეიძლება გამოითვალოს ჩაღუნვის სიდიდე საანგარიშო კვეთში $\frac{x}{l}$ ნებისმიერი მნიშვნელობისათვის.

პროექტირების დროს მოქნილი ძაფის ჩაკიდულობის მრუდის ორდინატები მოხერხებულია გამოვთვალოთ ცხრილი 1-ის გამოყენებით.

ცხრილი 1

მოქნილი ძაფის ჩაკიდულობის ორდინატები

$\frac{x}{l}$	$\frac{f_x}{f_{\max}}$	$\frac{x}{l}$	$\frac{f_x}{f_{\max}}$	$\frac{x}{l}$	$\frac{f_x}{f_{\max}}$	$\frac{x}{l}$	$\frac{f_x}{f_{\max}}$	$\frac{x}{l}$	$\frac{f_x}{f_{\max}}$
0.01	0.0360	0.11	0.391	0.21	0.664	0.31	0.856	0.41	0.967
0.02	0.0785	0.12	0.423	0.22	0.685	0.32	0.870	0.42	0.975
0.03	0.115	0.13	0.452	0.23	0.707	0.33	0.885	0.43	0.980
0.04	0.154	0.14	0.481	0.24	0.729	0.34	0.898	0.44	0.9858
0.05	0.190	0.15	0.510	0.25	0.750	0.35	0.910	0.45	0.990
0.06	0.226	0.16	0.537	0.26	0.770	0.36	0.922	0.46	0.994
0.07	0.260	0.17	0.564	0.27	0.788	0.37	0.932	0.47	0.996
0.08	0.294	0.18	0.580	0.28	0.806	0.38	0.942	0.48	0.998
0.09	0.327	0.19	0.615	0.29	0.824	0.39	0.951	0.49	0.999
0.10	0.360	0.20	0.640	0.30	0.840	0.40	0.960	0.50	1.000

1.3. საბაგრო მორსათრევი დანადგარების მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობა

მზიდი ბაგირის დაჭიმულობის გაანგარიშების ანალიტიკური ხერხები საკმაოდ რთულია და სრულად არ აკმაყოფილებენ მათდამი წაყენებულ მოთხოვნებს [12, 19, 39]:

- 1) შუალედური საყრდენების მინიმალური რაოდენობა;
- 2) მზიდი ბაგირის დიამეტრის ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევა, რაც უზრუნველყოფს: დანადგარის მწარმოებლურ მუშაობას, მონტაჟისა და დემონტაჟის დროს გაწეული შრომითი დანახარჯების მინიმუმამდე დაყვანას, მომსახურე პერსონალის უსაფრთხოებას;
- 3) დანადგარის მთელ ტრასაზე ტვირთების თავისუფალი მოძრაობა;
- 4) დანადგარის ექსპლუატაციის დროს მზიდი ბაგირის რეალური დაჭიმულობის განსაზღვრა.

აღნიშნული მოთხოვნები უზრუნველყოფილი იქნება, თუ შევირჩევთ მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის ოპტიმალურ სიდიდეს, რისთვისაც პირველ რიგში აუცილებელია ჩატარდეს ტრასის გამოკვლევა ბუსოლის, ეკლიმეტრის და საზომი ლენტის საშუალებით.

გამოკვლევა იწყება ტყეკაფის დათვალიერებით და იმ ადგილის დადგენით, სადაც თავს მოიყრის მორთრევის შედეგად გამოტანილი ხეტყე. ამ ადგილიდან საავტომობილო ტყესაზიდ გზამდე შეირჩევა უმოკლესი მანძილი, რომელიც იქნება საბაგრო დანადგარის ტრასა. საბაგრო დანადგარის დასაპროექტებლად და შემდგომ დამონტაჟებისათვის იგება ტრასის გრძივი პროფილი, რისთვისაც პირველ რიგში დგინდება ტრასის დახრილობა, მისი სიგრძე და მიმართულება.

ტრასის გამოკვლევას ვახდენთ უმარტივესი ხერხით. მკვლევართა ჯგუფი 3-4 კაცის შემადგენლობით იწყებს მოძრაობას ქვევიდან, სამანქანო მაგისტრალური გზიდან ანუ საბაგრო დანადგარის ქვედა განსატვირთი ბაქნიდან ზევით. ზედა ბაქნამდე ბუსოლით დადგენილი მიმართულებით.

ტრასის ნულოვან წერტილზე დგება მკვლევარი ეკლიმეტრით ხელში და ათ-ათი მეტრის მანძილზე ტრასის გასწვრივ უკვე ეკლიმეტრით დადგენილ ადგილებზე არჭობს ორმეტრიან სარებს. ჩარჭობილი სარების პროექცია სწორი ხაზია. სართან მდგომი პირი და ეკლიმეტრის მქონე დამკვირვებელი უნდა იყვნენ დაახლოებით ერთი სიმაღლის – შედარებითი ზუსტი მაჩვენებლის მისაღებად. თუ ტრასაზე შეგვხვდა მოზარდი ან ბუქჩები, მათ ჩეხავენ ნაჯახით. ასე გრძელდება საბაგრო დანადგარის ზედა ბაქნამდე ანუ ტრასის ბოლო წერტილამდე. ყოველი 10 მეტრის და სათანადო კუთხის მაჩვენებლები იწერება

საპიკეტო ჟურნალში (პიკ. 0,0+10–20°, 0+60–30° და ა.შ.). 100 მ-ის შემდეგ იწყება 1 პიკეტი (პიკ. 1+10–25° და ა.შ.).

საპიკეტო ჟურნალის მონაცემების მიხედვით მილიმეტრულაზე მასშტაბში იხაზება საბაგირო დანადგარის გრძივი პროფილი.

საბაგირო დანადგარის ჯალამბრის დოლის ბაგირტევადობიდან გამომდინარე სასურველია, რომ ტრასის სიგრძე არ აღემატებოდეს 1000 მეტრს.

გრძივ პროფილზე შეირჩევა ის ადგილები, სადაც უნდა დამონტაჟდეს შუალედური საყრდენები მზიდი ბაგირის დასაჭერად იმ ანგარიშით, რომ მოძრავ ურიკაზე ჩამოკიდებული მორი არ მოედოს მიწას. ამისათვის საჭიროა გამოვთვალოთ მზიდი ბაგირის მაქსიმალური ჩაღუნვის ისარი f_{\max} , რომელიც დამოკიდებულია ბაგირის სამონტაჟო დაჭიმულობაზე – T_0 , ე.ი. საჭიროა მზიდი ბაგირის შემდეგი პარამეტრების დადგენა: f_{\max} , T_0 და T_{\max} .

დაუშვებელია, როგორც ჩვეულებრივი გადასატანი, ასევე განივგადასატანი მორსათრევი საბაგირო დანადგარის მონტაჟი და ექსპლუატაცია წინასწარი გაანგარიშებისა და პროექტირების გარეშე, რადგანაც ეს გამოიწვევს მზიდი ბაგირის გაწყვეტას ან კიდევ მის ზედმეტ ხარჯს, თუ დიამეტრი არ იქნება სწორად შერჩეულია.

1.3.1. მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობა საკუთარი წონის მოქმედებით

საბაგირო დანადგარების გაანგარიშება იწყება იმით, რომ ტრასის გრძივი პროფილის მონაცემების გათვალისწინებით დგინდება დანადგარის ძირითადი პარამეტრები [12, 13, 30, 39].

როგორც წესი, სატყეო მრეწველობაში გამოსაყენებელი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები დროებითია და გადასატანი, რომელთათვისაც ლიანდად გამოყენებულია ღუნვადი, დაწნული ფოლადის მზიდი ბაგირები.

მზიდი ბაგირების გაანგარიშება აუცილებელია დანადგარის უსაფრთხო და მწარმოებლური მუშაობისათვის. მისი შედეგები დამოკიდებულია ისეთ ფაქტორებზე, როგორცაა მალის სიგრძე, ბაგირის

ჩაკიდულობის ისარი, ტრასის დახრილობა, ჩაწერტებული ტვირთის წონა და ა.შ.

მზიდი ბაგირების ჩაკიდულობის და დაჭიმულობის გაანგარიშებისას შეიძლება გამოყენებული იყოს ჯაჭვური ხაზის რთული და ზუსტი მეთოდი, აგრეთვე უფრო მიახლოებითი და მარტივი პარაბოლის მეთოდი.

არსებობს ღუნვადი ბაგირების ანგარიშის შემდეგი სამი ვარიანტი: სტატიკური, რომელიც განსაზღვრავს ბაგირზე მოქმედ ძალებს შორის დამოკიდებულებას; გეომეტრიული, რომელიც განსაზღვრავს ბაგირის სიგრძის ცვლას და მისი ჩაკიდულობის ფორმას; ფიზიკური, რომელიც ადგენს დამოკიდებულებას ძალებს და დეფორმაციებს შორის.

ქვემოთ მოყვანილია აღნიშნული დამოკიდებულებები:

სტატიკური

$$H = \frac{ql^2}{8f \cos \beta}; \quad (37)$$

გეომეტრიული

$$L = \frac{l}{\cos \beta} + \frac{8 \cos^3 \beta}{3 l}; \quad (38)$$

ფიზიკური

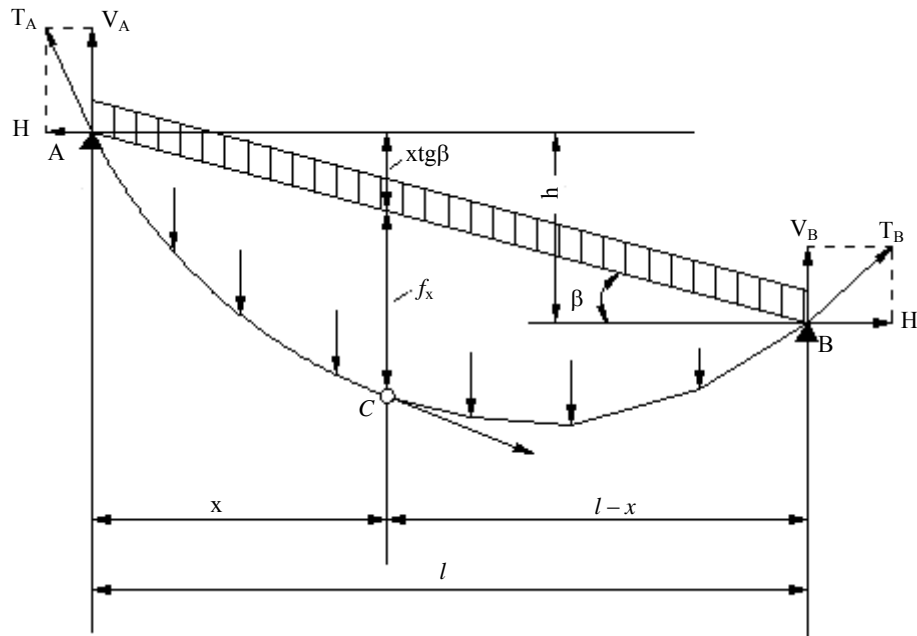
$$\Delta l = \frac{(T_m - T_x)l}{E_K F_K \cos \beta}. \quad (39)$$

ეს ვარიანტები ყველა იმ საკითხის საფუძველია, რომლებიც დამოკიდებულია ბაგირის დაჭიმულობისა და მათი ჩაკიდულობის სიდიდეზე.

1.3.2. ანალოგია ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდსა და ორ საყრდენზე მდებარე კოჭის მღუნავი მომენტების ეპიურას შორის

თუ წარმოვიდგინოთ, რომ ბაგირს აქვს ნებისმიერი ვერტიკალური, განაწილებული და ჩაწერტებული (თავმოყრილი) დატვირთვები, ამ შემთხვევაში ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდსა და ორ საყრდენზე მდებარე კოჭის მღუნავი მომენტების ეპიურას შორის შეიძლება დადგინდეს ანალოგიურობა, რომელსაც არსებითი გამოყენებითი მნიშვნელობა აქვს [30].

ვისარგებლოთ საანგარიშო სქემის (ნახ. 4) აღნიშვნებით და პირველ რიგში ვიპოვოთ ბაგირის V_A და V_B საყრდენების ვერტიკალური რეაქციები. თუ აღვნიშნავთ მომენტებს ვერტიკალური დატვირთვებისაგან B და A საყრდენების მიმართ $M_B^{\delta\delta}$ და $M_A^{\delta\delta}$, მაშინ ბაგირის წონასწორობის პირობიდან გამომდინარე შეიძლება დავწეროთ:



ნახ. 4. მზიდი ბაგირის დატვირთვის სქემა

$$\sum M_A = 0; \quad M_A^{\delta\delta} - V_B l - H h = 0;$$

$$\sum M_B = 0; \quad M_B^{\delta\delta} + V_A l - H h = 0,$$

საიდანაც, თუ მხედველობაში მივიღებთ იმას, რომ

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{h}{l},$$

და სიდიდეები $M_A^{\delta\delta}/l$ და $M_B^{\delta\delta}/l$ წარმოადგენენ ორ საყრდენზე მდებარე კოჭის რეაქციებს, საერთო სახით მივიღებთ:

$$V = V^{\delta} \pm H \operatorname{tg} \beta, \quad (40)$$

სადაც V – ბაგირის რეაქცია;

V^{δ} – ორ საყრდენზე მდებარე კოჭის რეაქცია, დატვირთული ბაგირის ანალოგიურად. ამასთან (+) შეესაბამება მაღის ზედა, ხოლო (-) ქვედა საყრდენს.

ჩაკიდულობის f_x განსაზღვრისათვის ნებისმიერ C წერტილში გავკვეთოთ ბაგირი, მოვაშოროთ მას მარჯვენა ნაწილი და შევცვალოთ

იგი ბაგირის დაჭიმულობით T . მაშინ ბაგირის AC ნაწილის წონასწორობის პირობიდან გამომდინარე გვექნება:

$$\sum M_C = 0; V_A x - H(f_x + xt g \beta) - M_C^{\text{ბგ}} = 0,$$

სადაც $M_C^{\text{ბგ}}$ – მომენტი ყველა ძალებისაგან AC უბანზე C წერტილთან ფარდობით.

$$V_A = V_A^j + H t g \beta \quad (40) \text{ ტოლობიდან ჩასმით ვპოულობთ}$$

$$f_x = \frac{V_A^j x - M_C^{\text{ბგ}}}{H} = \frac{M_x}{H}, \quad (41)$$

რადგანაც ამ გამოსახულების მრიცხველი წარმოადგენს მღუნავ მომენტს ორ საყრდენზე მდებარე M_x კოჭისათვის – დატვირთული ბაგირის ანალოგიურად.

მაშასადამე, ბაგირის ჩაკიდულობა ტოლია ორ საყრდენზე მდებარე კოჭის მღუნავი მომენტისა, გაყოფილი ბაგირის დაჭიმულობის ჰორიზონტალურ მდგენელზე. H სიდიდე ბაგირის ვერტიკალური დატვირთვის პირობების დროს იქნება ერთნაირი მის ყველა კვეთში.

(41) გამოსახულებიდან შეიძლება გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

- 1) ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდი შეესაბამება ორ საყრდენზე მდებარე კოჭის მღუნავი მომენტების ეპიურას $1/H$ მასშტაბში;
- 2) ბაგირის მრუდის სიგრძე ტოლია კოჭის მღუნავი მომენტების ეპიურის პერიმეტრის სიგრძისა.

ამრიგად, ბაგირის ჩაკიდულობების განსაზღვრისათვის შეიძლება გამოყენებული იყოს ყველა ფორმულა, ცხრილი და მეთოდი, რომლებიც ეკუთვნის ორ საყრდენზე მდებარე კოჭის მღუნავი მომენტების სიდიდეების პოვნას.

ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდის განტოლებას, განკუთვნილს კოორდინატას საწყისის ზედა A საყრდენთან (ნახ. 4), აქვს შემდეგი სახე

$$y = x t g \beta + f_x = x t g \beta + \frac{M_x}{H},$$

საიდანაც მრუდის მხების ჰორიზონტალთან დახრის კუთხე ტოლი იქნება

$$t g \alpha = \frac{dy}{dx} = t g \beta + \frac{1}{H} \frac{dM_x}{dx} = t g \beta + \frac{V_{\text{ბ}}}{H}, \quad (42)$$

სადაც $V_{\text{ბ}}$ – ორ საყრდენზე მდებარე კოჭის გადამჭრელი ძალა.

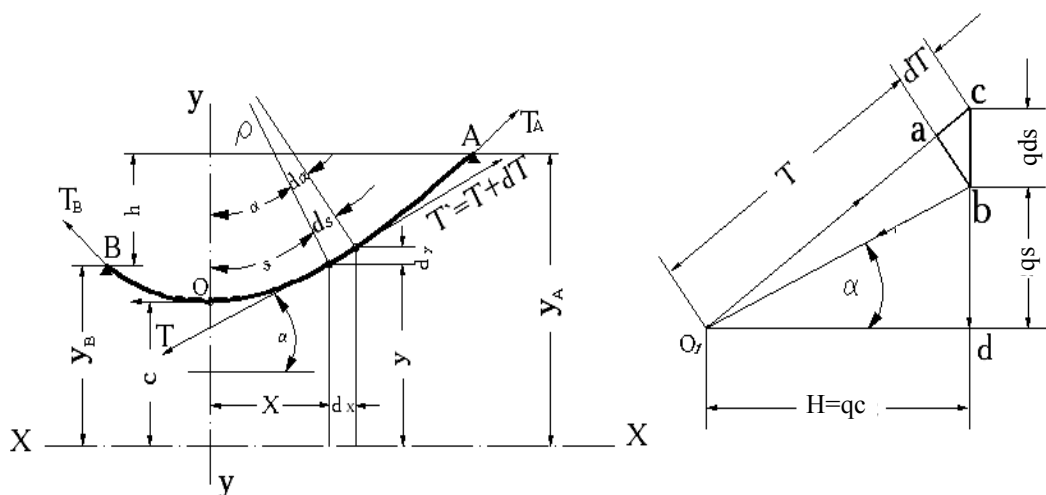
ჩაკიდულობების და მოქნილი ძაფის მოხაზულობის განსაზღვრა, მასზე მოდებული ნებისმიერი ვერტიკალური (განაწილებული ან თავმოყრილი) დატვირთვისათვის $q = \varphi(x)$ მოქმედებით შეიძლება აგრეთვე იყოს წარმოებული ძაფის წონასწორობის დიფერენციალური განტოლების დახმარებით

$$H \frac{d^2 y}{dx^2} = \varphi(x).$$

ამასთან დატვირთვის წყვეტილი ფუნქცია (განაწილებული და თავმოყრილი) ფურიეს მწკრივების გამოყენებით შეიძლება წარმოვადგინოთ ტრიგონომეტრიული რიგის სახით – მოქმედი ძალის მთელი სიგრძისათვის.

1.3.3. ჯაჭვური ხაზის მეთოდი

ბაგირი საკუთარი წონის მოქმედებით, რომელიც წარმოადგენს მოქნილ მძიმე ძაფს გრძივი წონით q , ჩაიკიდება ორ საყრდენს შორის მრუდით, რომელსაც ჯაჭვური ხაზის ფორმა აქვს (ნახ. 5). განვიხილოთ ბაგირის უსასრულოდ მცირე მონაკვეთი სიგრძით ds , რომელიც დატვირთულია საკუთარი წონის მოქმედებით – qds და დაჭიმულობებით – T და $T' = T + dT$. ისინი მიმართულია ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდის მხებებად და ადგენენ ერთმანეთის მიმართ უსასრულოდ მცირე კუთხეს $d\alpha$ [30].



ნახ. 5. ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდი ჯაჭვური ხაზით

ავაგოთ ძალთა მრავალკუთხედი, დაწყებული O წერტილიდან – მრუდის წვერო, სადაც ბაგირის დაჭიმულობა ჰორიზონტალურია და

ტოლია H -ის. გადავზომავთ რა მრუდის მონაკვეთების წონებს qs და qds , მივიღებთ დაჭიმულობების T და T' სიდიდეებს და მიმართულებებს.

abc სამკუთხედიდან გვაქვს

$$dT = qds \sin \alpha .$$

ფორმულაში ჩავსვათ $\sin \alpha$ -ს მნიშვნელობა $\sin \alpha = \frac{dy}{ds}$,

ინტეგრირებით მივიღებთ

$$T = qy + A .$$

მრუდის წვეროში $x = 0$, $y = c$, $T = H$, გვექნება

$$A = H - qc .$$

ამრიგად დავნიშნოთ კოორდინატების დასაწყისი ისეთნაირად, რომ $A = 0$, ე.ი. შევარჩიოთ

$$c = \frac{H}{q} ,$$

საბოლოოდ მივიღებთ

$$T = qy , \tag{43}$$

ამასთან დაჭიმულობების ჰორიზონტალური მდგენელი მაღის ფარგლებში ბაგირის ყველა წერტილისათვის რჩება უცვლელი

$$H = qc = const .$$

მაშასადამე, თავისი საკუთარი წონის მოქმედებით დაჭიმულობა ბაგირში იცვლება ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდის ორდინატას პროპორციულად, ამასთან იცვლება მხოლოდ დაჭიმულობის ვერტიკალური მდგენელი.

(43) ტოლობის საფუძველზე შეიძლება დაიწეროს ბაგირის ნებისმიერი ორი წერტილისათვის

$$T_A = qy_A \text{ და } T_B = qy_B .$$

შედგად დაჭიმულობის სხვაობა ნებისმიერ ორ წერტილში h სიმაღლეების განსხვავებით ტოლია

$$\Delta T = T_A - T_B = q(y_A - y_B) = qh . \tag{44}$$

როგორც ცნობილია ჯაჭვური ხაზის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$y = \frac{c}{2} \left(e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}} \right) = cch \frac{x}{c} . \tag{45}$$

მრუდთან მხების დახრის კუთხე

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{dy}{dx} = \operatorname{sh} \frac{x}{c}.$$

მრუდის სიგრძე მისი წვეროს ჩათვლით

$$S = c \operatorname{tg} \alpha = c \operatorname{sh} \frac{x}{c}. \quad (46)$$

სიმრუდის რადიუსი

$$\rho = \frac{ds}{d\alpha} = \frac{c}{\cos^2 \alpha}, \quad (47)$$

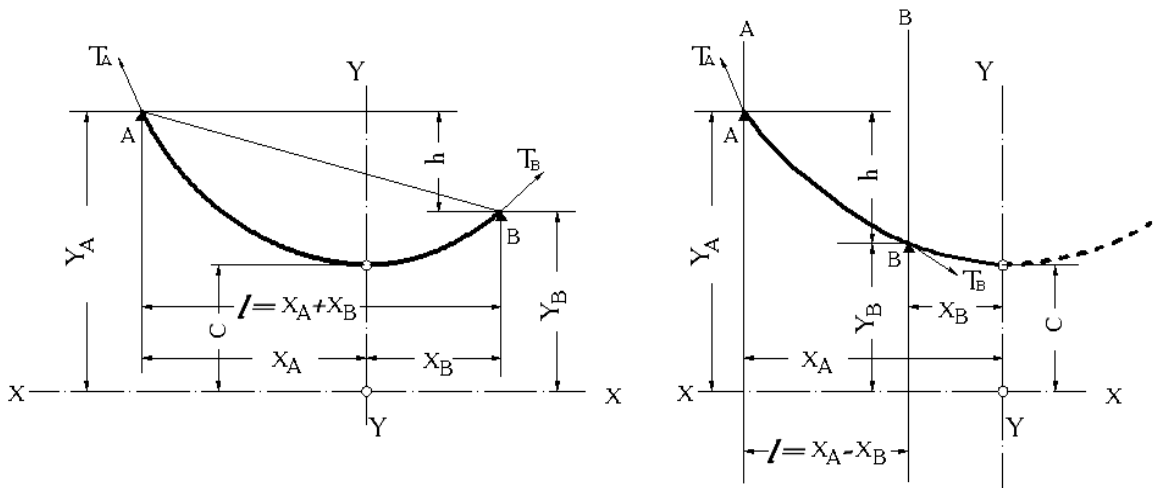
ხოლო მრუდის წვეროსათვის, როცა $\alpha = 0$

$$\rho = c. \quad (48)$$

მაღის დახრილობის სიდიდისა და ბაგირის დაჭიმულობაზე დამოკიდებულებით ჯაჭვეური ხაზის წვერო შეიძლება იყოს მაღის საყრდენებს შორის ან მის ფარგლებს გარეთ. ორივე შემთხვევაში შეიძლება დაიწეროს (ნახ. 6)

$$h = y_A - y_B; \quad l = x_A \pm x_B,$$

(+) ნიშანი შეესაბამება მრუდის წვეროს მაღის საყრდენებს შორის მდებარეობას, (-) ნიშანი – მაღის ფარგლებს გარეთ წვეროს მდებარეობას.



ნახ. 6. ჯაჭვეური ხაზის წვეროს მდებარეობა

ჯაჭვეური ხაზის ამოხსნის დროს მოცემული ძალისათვის ცნობილია მაღის სიდიდე l , სიმაღლეებს შორის სხვაობა – h , ბაგირის დაჭიმულობა ერთ-ერთ საყრდენთან (T_A ან T_B), რომლებიც დაკავშირებულია ერთმანეთთან დამოკიდებულებით; $T_A = T_B \pm qh$.

შედგებად გვაქვს ორი განტოლება

$$\begin{aligned} y_A &= \frac{T_A}{q} = c \cdot ch \frac{x_A}{c}; \\ y_B &= \frac{T_B}{q} = c \cdot ch \frac{x_B}{c}, \end{aligned} \tag{49}$$

მათი ამოხსნისათვის საჭიროა სინჯების რიგით შეირჩეს ჯაჭვური ხაზის პარამეტრის c ისეთი მნიშვნელობა, როცა x_A -ს და x_B -ს მიღებული მნიშვნელობები დააკმაყოფილებენ პირობას $x_A \pm x_B = l$. c -ს შერჩევას ხელმძღვანელობენ შემდეგი პირობით $c < y_B$.

ჰიპერბოლური ფუნქციების ცხრილების გამოყენების დროს საჭიროა მხედველობაში გვქონდეს, რომ ყველა ჯაჭვური ხაზი ერთმანეთის მსგავსია. შეიძლება დაიწეროს ჯაჭვური ხაზის განტოლება (45) შემდეგი სახით:

$$\frac{y}{c} = ch \frac{x}{c}; \quad \frac{2y}{2c} = ch \frac{2x}{2c} \quad \text{და ა.შ.}$$

განტოლებიდან ჩანს, რომ მრუდის წერტილების კოორდინატები იცვლება მრუდის პარამეტრების ცვლილებების პროპორციულად.

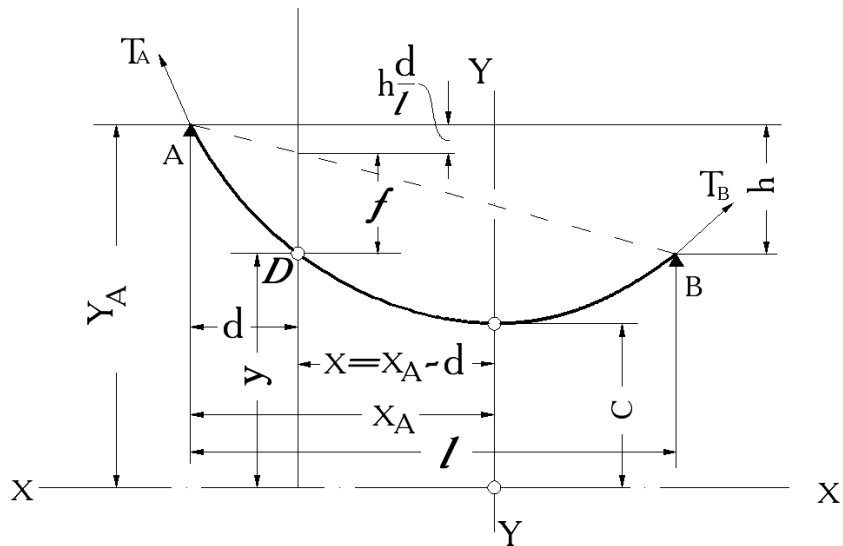
მას შემდეგ, როცა ვიპოვნით c პარამეტრის სიდიდეს და მრუდის წვეროს მდებარეობას ზედა საყრდენის – x_A -ს მიმართ, ჩაკიდულობის f სიდიდე – ათვლილი ძალის ქორდიდან – მრუდის ნებისმიერ D წერტილში განისაზღვრება მარტივი გეომეტრიული დამოკიდებულების საფუძველზე ნახ. 7-ზე გამოსახული სქემის მიხედვით

$$f = (y_A - y) - h \frac{d}{l};$$

სადაც

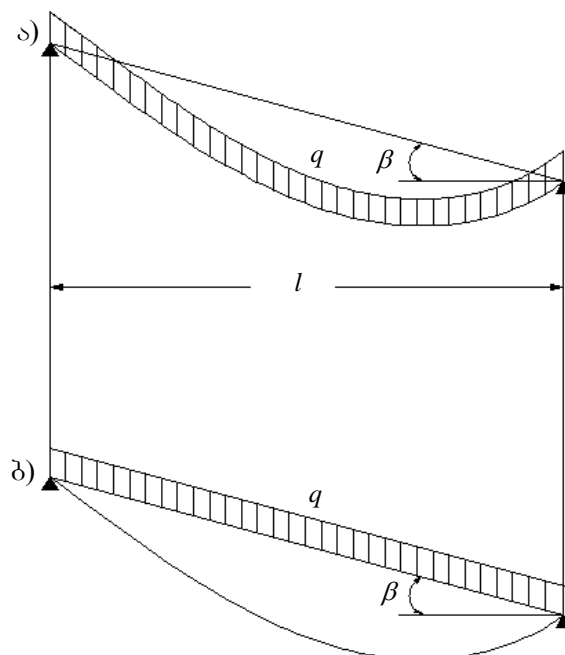
$$y = c \cdot ch \frac{x_A - d}{c}.$$

რადგანაც ბაგირის ჩაკიდულობს სიდიდე განისაზღვრება როგორც ჯაჭვური ხაზის ორდინატების ერთობ დიდი მნიშვნელობის სხვაობა (ჩვეულებრივ $y = 1500 \div 3000$ მ), ამიტომ საჭიროა ანგარიშები ჩატარდეს ძალიან დიდი სიზუსტით. წინააღმდეგ შემთხვევაში ცდომილება შეიძლება იყოს ძალიან მნიშვნელოვანი და გადააჭარბოს იმ ანგარიშის სიზუსტეს, რომელიც მიღებული იქნება პარაბოლას მიახლოებითი მეთოდით გაანგარიშების დროს.



ნახ. 7. ბაგირის ჩაკიდულობის განსაზღვრა ჯაჭვეური ხაზის მიხედვით

გაანგარიშების დიდი მოცულობის გამო პრაქტიკაში იშვიათად იყენებენ ჯაჭვეური ხაზის მეთოდს და მას ცვლიან პარაბოლას მეთოდით, რომელიც იძლევა ჩაკიდულობის ისეთ სიდიდეებს, რომლებიც საკმარისი სიზუსტით ემთხვევიან ჯაჭვეური ხაზით მიღებულ მნიშვნელობებს. ამ დროს გაკეთებული დაშვების ფიზიკური არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ბაგირის გრძივი მეტრის წონა q ითვლება მაღლის ქორდაზე თანაბრად განაწილებულად და არა ბაგირის მრუდის სიგრძეზე (ნახ. 8).

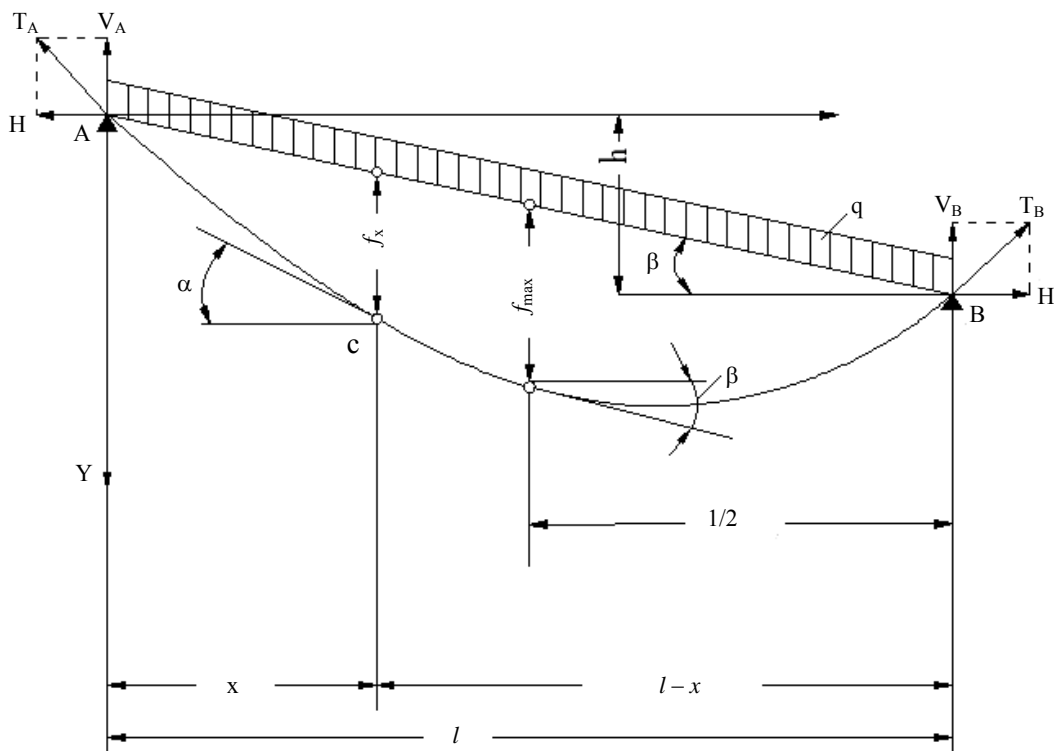


ნახ. 8. ბაგირის დატვირთვის სქემა ჯაჭვეური ხაზით ანგარიშის დროს (ა) და პარაბოლათი (ბ)

მათემატიკურად ჯაჭვეური ხაზის შეცვლა პარაბოლათი გამოდის ფუნქციის $ch \frac{x}{c} = 1 + \frac{x^2}{c^2 2!} + \frac{x^4}{c^4 4!} + \dots$ მწკრივში გაშლით მესამედან დაწყებული წევრების გამოკლებით. ეს უფრო პასუხობს ბაგირის გრძივი წონის განაწილებას თანაბარი ძალით ჰორიზონტალურ პროექციაზე და არა მალის ქორდაზე, რაც ჩვეულებრივ ნაკლებად ზუსტია. პირველ შემთხვევაში პარაბოლას აქვს პარამეტრი $p = c$, მეორეში – $p = c \cos \beta$ [30].

1.3.4. პარაბოლას მეთოდი

ვინაიდან გადასატანი მორსათრევი დანადგარებისათვის ჯაჭვეური ხაზით მზიდი ბაგირის ანგარიში რთულია, მას პრაქტიკაში ცვლიან პარაბოლას მეთოდით, რომელიც უფრო მარტივია, ხოლო მიღებული შედეგები საკმარისი სიზუსტით ემთხვევა ჯაჭვეური ხაზის მეთოდით მიღებულ პარამეტრებს [30].



ნახ. 9. ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდი პარაბოლაზე

მიღებული ანალოგიის გამოყენებით ბაგირის ჩაკიდულობის შემთხვევისათვის თავისი წონის მოქმედებით, რომელიც განაწილებულია

მაღის ქორდაზე q ინტენსიურობის დატვირთვის სახით, სქემის (ნახ. 9) თანახმად მივიღებთ

$$f_x = f'_x = \frac{M'_x}{H} = \frac{qx(l-x)}{2H \cos \beta}, \quad (50)$$

სადაც M_x – ორ საყრდენზე მდებარე კოჭისათვის მღუნავი მომენტი, რომელიც დატვირთულია ბაგირის ანალოგიურად. ამასთან მაქსიმალური ჩაკიდულობა იქნება მაღის შუაში $x = l/2$ – დროს, ე.ი.

$$f_{\max} = f_{1/2} = \frac{ql^2}{8H \cos \beta}. \quad (51)$$

რადგანაც, როგორც ცნობილია მღუნავი მომენტების ეპიურა M_x თანაბრად განაწილებული დატვირთვებისაგან არის პარაბოლა, აქედან გამომდინარე ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდიც თავისი წონის მოქმედებით იქნება პარაბოლა. ამ პარაბოლას p პარამეტრს ვიპოვით თუ შევადარებთ (51) განტოლებას პარაბოლას ჩაღუნვის ისრის ცნობილ გამოსახულებას

$$f_{\max} = \frac{l^2}{8p},$$

საიდანაც

$$p = \frac{H}{q} \cos \beta = c \cos \beta, \quad (52)$$

სადაც $c = \frac{H}{q}$ – ჯაჭვეური ხაზის შესაბამისი პარამეტრი.

განტოლებების (50) და (51) საფუძველზე შეიძლება დავწეროთ ჩაკიდულობებს შორის დამოკიდებულება:

$$\frac{f_x}{f_{\max}} = 4 \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right), \quad (53)$$

რომელიც წარმოდგენილია ცხრილში 1.

მხები კუთხე მრუდთან (42) განტოლების თანახმად ტოლია:

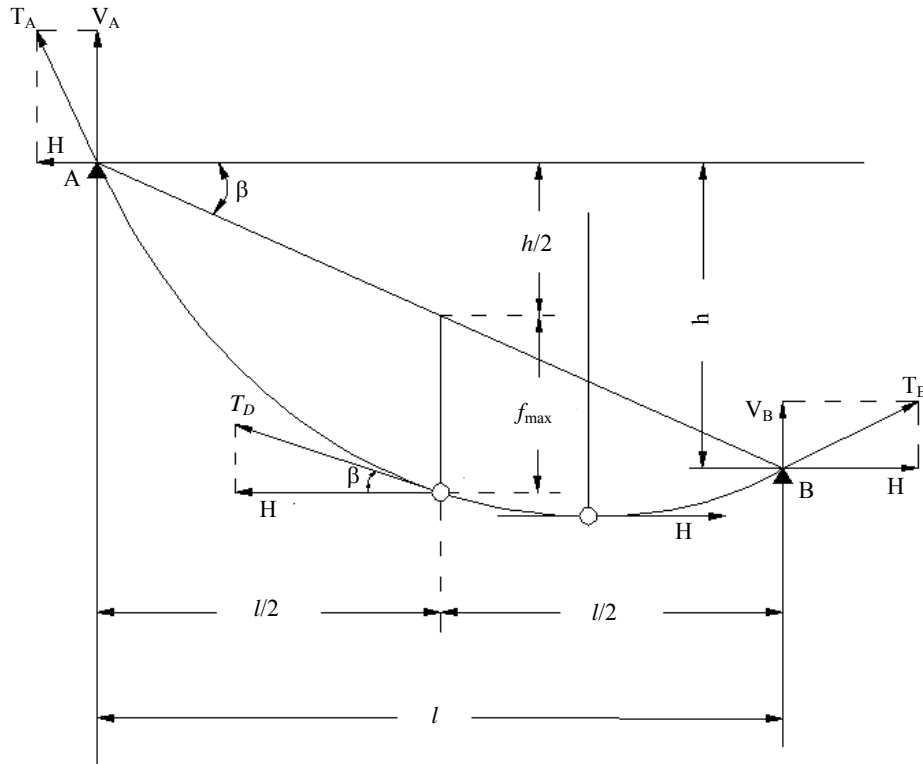
$$tg \alpha = \frac{dy}{dx} = tg \beta + \frac{(l-2x)q}{2H \cos \beta}, \quad (54)$$

ხოლო მაღის შუაში $x = 0,5l$ -ის დროს $tg \alpha = tg \beta$.

მრუდის წვეროს მდებარეობა შეიძლება განისაზღვროს პირობიდან – $tg \alpha = 0$.

ბაგირის დაჭიმულობის ჰორიზონტალური მდგენელის განსაზღვრისათვის, ნახ. 10-ის აღნიშვნების თანახმად გვაქვს

$$H = T_D \cos \beta.$$



ნახ. 10. ბაგირის დაჭიმულობის ჰორიზონტალური მდგენელი

თუ ვისარგებლებთ მოქნილი ძაფის ძირითადი კანონის განტოლებით (43) ბაგირის დაჭიმულობა T_D შეიძლება გამოისახოს საყრდენებთან T_A და T_B დაჭიმულობებიდან გამომდინარე. პარაბოლას მიხედვით ანგარიშის დროს, როდესაც V_A და V_B საყრდენებზე ვერტიკალური დაწნეხვები განისაზღვრება (40) გამოსახულებით, საჭიროა ჩავთვალოთ $\Delta T = T_A - T_B = \sqrt{H^2 + V_A^2} - \sqrt{H^2 + V_B^2} \neq qh$, რადგან მოქნილი ძაფის მთავარი კანონი $\Delta T - qh$ პასუხობს მის ჩაკიდულობას ჯაჭვური ხაზის მიხედვით V_A -ს და V_B -ს სხვა მნიშვნელობებით. ამ შემთხვევაში სხვაობა ძალზე მცირეა და პრაქტიკული მიზნებისათვის უმნიშვნელოა.

$$T_D = T_A - (0.5h + f_{\max})q$$

და

$$T_D = T_B + (0.5h - f_{\max})q.$$

ამ გამოსახულებების შეკრებით მივიღებთ:

$$T_D = \frac{T_A + T_B}{2} - qf_{\max} = T_{\text{ბაგ}} - qf_{\max},$$

სადაც $T_{\text{ბაგ}} = 0.5(T_A + T_B)$ – მალში ბაგირის საშუალო დაჭიმულობა.

H -ის გამოსახულებაში T_D -ს მნიშვნელობის ჩასმით გვექნება:

$$H = (T_{\text{ბაგ}} - qf_{\max}) \cos \beta. \quad (55)$$

თუ H -ის ამ მნიშვნელობას ჩავსვამთ ჩაკიდულობის გამოსახულებაში, მაშინ მივიღებთ კვადრატულ განტოლებას, რომლის მიხედვითაც გამოთვლებით მიღებული შედეგები პრაქტიკული სამუშაოებისათვის ძალიან დიდია.

უმრავლეს შემთხვევაში საკმარისია ვისარგებლოთ H -ის მიახლოებითი მნიშვნელობით – qf_{\max} წევრის უგულებელყოფით, რომლის მნიშვნელობა შედარებით მცირეა

$$H \approx T_{\text{ბაგ}} \cos \beta. \quad (56)$$

იმ შემთხვევაში, როცა გვხვდება აუცილებლობა განვსაზღვროთ ჩაკიდულობის ზუსტი მნიშვნელობა პარაბოლაზე (მაგალითად დიდი მალეებისა და შევიწროებული პროფილის დროს), ეს ყველაზე ადვილი მისაღწევია თანმიმდევრობითი ანგარიშის გზით. ასე მაგალითად: განვსაზღვროთ ცარიელი მზიდი ბაგირის მაქსიმალური ჩაკიდულობა $l = 1000$ მ მალში, საყრდენების სიმაღლეებს შორის $h = 500$ მ განსხვავებით; ბაგირი დახურული კონსტრუქციისაა გრძივი მეტრის $q_0 = 8,6$ კგ წონით; გამგლეჯი ძალით $T_{\text{გაგ}} = 120000$ კგ. აქვს ზედა საყრდენზე დაჭიმულობა $T_A = 30000$ კგ; მალის დახრის კუთხე $tg\beta = 0,5$; $\cos \beta = 0,895$.

ბაგირის დაჭიმულობა ქვედა საყრდენთან

$$T_B = T_A - q_0 h = 30000 - 8,6 \cdot 500 = 25700 \text{ კგ};$$

$$T_{\text{ბაგ}} = \frac{T_A + T_B}{2} = \frac{30000 + 25700}{2} = 27850 \text{ კგ}.$$

დაჭიმულობის ჰორიზონტალური მდგენელი (56) ფორმულის მიხედვით:

$$H \approx T_{\text{ბაგ}} \cos \beta = 27850 \cdot 0,895 = 25000 \text{ კგ}.$$

ჩაკიდულობის სიდიდე (51) ტოლობის მიხედვით

$$f_{\max} = \frac{q_0 l^2}{8H \cos \beta} = \frac{8.6 \cdot 1000^2}{8 \cdot 25000 \cdot 0.895} = 48 \text{ მ.}$$

H სიდიდის დაზუსტებული მნიშვნელობა (55) ტოლობის მიხედვით

$$H' = (T_{\text{საშ}} - q_0 f_{\max}) \cos \beta = (27850 - 8.6 \cdot 48) \cdot 0.895 = 24550 \text{ კგ.}$$

ჩაკიდულობის დაზუსტებული მნიშვნელობა

$$f'_{\max} = f_{\max} \frac{H}{H'} = 48 \frac{25000}{24550} = 49 \text{ მ.}$$

$$\text{განსხვავებულობა } \frac{49 - 48}{49} \cdot 100 = 2\%.$$

ჩაკიდულობის შემდგომი დაზუსტება შეიძლება მივიღოთ, თუ განაწილებული დატვირთვის ინტენსიურობას ჩავთვლით მაღის სიგრძეზე ცვალებადად ანუ $q/\cos \alpha$ ($q/\cos \beta$ -ს ნაცვლად), სადაც α არის მხების დახრის კუთხე. (54) განტოლების მიხედვით მივიღოთ

$$\frac{1}{\cos \alpha} = \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \approx 1 + 0,5 \operatorname{tg} \alpha,$$

შესაბამისად კოჭის M'_x მომენტის განსაზღვრით მივიღებთ

$$f'_x = \frac{qx(l-x)}{2H \cos \beta} R,$$

სადაც R – შემასწორებელი კოეფიციენტი

$$R = 1 + \frac{\cos^2 \beta}{p} \left[\frac{1}{p} \left(x^2 - lx + \frac{l^2}{2} \right) - 2(l - 2x) \operatorname{tg} \beta \right],$$

სადაც $p = \frac{H}{q} \cos \beta$ – პარაბოლას პარამეტრი.

ყველაზე არასასურველ პირობებში ($l = 2000$ მ, $\operatorname{tg} \alpha = 0,4$, $c = 4000$ მ)

$R = 0.985 \div 1.03$; ამასთან $R < 1$ ქვედა და $R > 1$ ზედა უბნებისათვის.

უნდა ვიქონიოთ მხედველობაში ის, რომ ჩაკიდულობები პარაბოლაზე მიიღება რამდენადმე მცირე, ვიდრე ჯაჭვურ ხაზზე, ამასთან განსხვავებულობა იზრდება მაღის სიგრძისა და დახრის კუთხის გაზრდით და ბაგირის დაჭიმულობის ხარისხის შემცირებით. მზიდი ბაგირებისათვის გათვლების უზუსტობა არ აღემატება 2-3%-ს პარაბოლას მეთოდით ჩაკიდულობის ზუსტი განსაზღვრის დროს და, შესაბამისად, 4-5%-ს მიახლოებითი (56) განტოლების მიხედვით ანგარიშის დროს – 1000 მეტრიანი მაღის შემთხვევაში და 50%-იანი

დახრილობით. ამიტომ პრაქტიკული მიზნებისათვის სრულიად საკმარისია განისაზღვროს მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობები პარაბოლას მიხედვით საწვევი ბაგირებისათვის, რომლებსაც აქვთ შედარებით მცირე დაჭიმულობების ხარისხი. ჩაკიდულობებს შორის განსხვავებებმა დიდი მალეების შემთხვევაში ჯაჭვური ხაზით და პარაბოლას მიხედვით ზუსტი გათვლებით შეიძლება მიაღწიოს 5-7%-ს, ხოლო მიახლოებითი გათვლებით პარაბოლას მეთოდით – 15%-ს. თუ ასეთ უზუსტობას საწვევი ბაგირების ჩაკიდულობების განსაზღვრის დროს – ადგილმდებარეობის პირობებიდან გამომდინარე – არა აქვს მნიშვნელობა, მაშინ პარაბოლას განტოლების გამოყენება ყოველნაირად გამართლებულია.

ბაგირის ჩაკიდულობების სიდიდე დამოკიდებულია T/q ფარდობაზე, რომელიც შეიძლება გამოისახოს გამგლეჯი სიგრძის მიხედვით

$$R_p = \frac{T_{გაგ}}{q} \text{ სიმტკიცის მარაგით გაჭიმვაზე } n$$

$$\frac{T}{q} = \frac{T_{გაგ}}{qn} = \frac{R_p}{n}.$$

მიღებული გამოსახულებიდან გამოდის, რომ:

- 1) ბაგირები, რომლებსაც აქვთ ერთნაირი გამგლეჯი სიგრძე და დაჭიმულობები – ხასიათდებიან გაჭიმვაზე ერთნაირი სიმტკიცის მარაგით, ჩაკიდებიან ერთი და იგივე მრუდით: ბაგირის დაჭიმულობის, დიამეტრის და მისი წონისაგან დამოუკიდებლად;
- 2) სხვადასხვა გამგლეჯი სიგრძის მქონე ბაგირები, მაგრამ დაჭიმული ისეთი სიმტკიცის მარაგებით გაჭიმვაზე, რომ ფარდობა R_p/n ორივე შემთხვევაში ერთნაირია, ჩაკიდებიან ერთი და იგივე მრუდით, ბაგირის დაჭიმულობის, დიამეტრის და მისი წონის სიდიდისაგან დამოუკიდებლად.

თუ მზიდი ბაგირები გზის უქმი და სატვირთო ხაზებზე აკმაყოფილებენ ამ პირობებს, მაშინ ჩაწერტებული ტვირთის არ არსებობის შემთხვევაში, ჩაკიდულობები და კუთხეები საყრდენებზე ორივე ბაგირისათვის იქნება ერთნაირი.

ბაგირის მრუდის ჩაღუნვის რადიუსი, პარაბოლას გამოსახულების თანახმად, p პარამეტრის ჩასმით (52) განტოლებიდან, მივიღებთ შემდეგს:

$$R = \frac{p}{\cos^3 \alpha} = \frac{H \cos \beta}{q \cos^3 \alpha} = c \frac{\cos \beta}{\cos^3 \alpha}, \quad (57)$$

მრუდის წვეროსათვის, როცა $\alpha = 0$, გვექნება

$$R = \frac{H}{q} \cos \beta = c \cos \beta,$$

მაღის შუა ნაწილისათვის, როცა $\alpha = \beta$ დროს

$$R = \frac{p}{\cos^3 \beta} = \frac{H}{q} \frac{1}{\cos^2 \beta} = \frac{c}{\cos^2 \beta}. \quad (58)$$

1.3.5. ბაგირის ჩაკიდულობა საკუთარი წონის და ჩაწერტებული (თავმოყრილი) წონების მოქმედებით

ჯამური ჩაკიდულობა

$$f_x = f'_x + f''_x,$$

სადაც f'_x – ჩაკიდულობა ბაგირის საკუთარი წონის მოქმედებით;

f''_x – დამატებითი ჩაკიდულობა ჩაწერტებული (თავმოყრილი) წონის მოქმედებით

$$f''_x = \frac{M''_x}{H}, \quad (59)$$

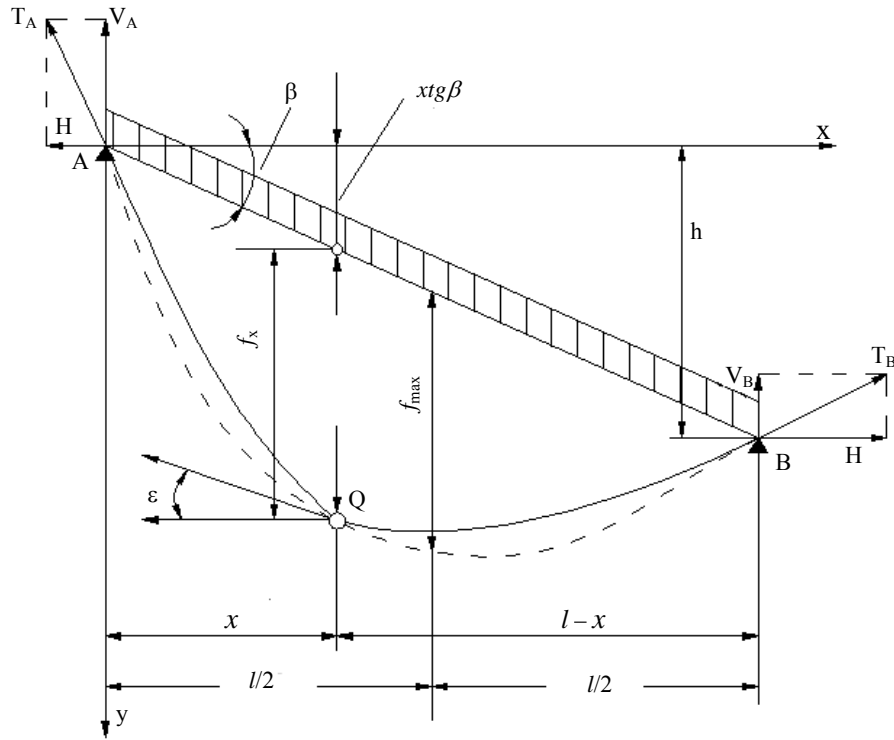
სადაც M''_x – ორ საყრდენზე კოჭის მღუნავი მომენტი ჩაწერტებული (თავმოყრილი) დატვირთვების მოქმედებით.

თუ ბაგირის დაჭიმულობა იცვლება დატვირთვების ცვალებადობით (ბაგირი ჩამაგრებული ბოლოებით), მაშინ ჯამური ჩაკიდულობის ანგარიშის დროს f''_x – ის მნიშვნელობა განისაზღვრება ბაგირის დაჭიმულობის ჰორიზონტალური მდგენელით – H , რომელიც შეესაბამება მორებით დატვირთულ ბაგირს [12, 13, 30].

ჩაკიდულობის მრუდი მღუნავი მომენტების ეპიურის ანალოგიურად წარმოდგენილი იქნება რიგი გადაკვეთილი პარაბოლების სახით ტვირთის განლაგების პუნქტებში გადაკვეთის ადგილებით.

ამ შემთხვევაში (ნახ. 11) ერთი ტვირთით Q გამოწვეული ჩაკიდულობა მღუნავი მომენტისათვის ტოლი იქნება

$$f''_x = \frac{x(l-x)}{Hl} Q. \quad (60)$$



ნახ. 11. ბაგირის ჩაკიდულობა თავისი საკუთარი წონით და ტვირთით

ჯამური ჩაკიდულობა C წერტილში ტვირთის ქვეშ f'_x -ის მნიშვნელობის გათვალისწინებით (51) ტოლობის მიხედვით შეადგენს

$$f_x = f'_x + f''_x = \frac{x(l-x)}{2H} \left(\frac{q}{\cos \beta} + 2 \frac{Q}{l} \right), \quad (61)$$

ხოლო მაქსიმალური ჩაკიდულობა, როცა $x=0,5l$ ტოლია

$$\begin{aligned} f_{\max} &= \frac{0,5l(l-0,5l)}{2H} \left(\frac{q}{\cos \beta} + 2 \frac{Q}{l} \right) = \frac{l^2}{8H} \left(\frac{Q}{\cos \beta} + 2 \frac{Q}{l} \right) = \\ &= \frac{ql^2}{8H \cos \beta} + \frac{Ql}{4H}. \end{aligned} \quad (62)$$

ჩაკიდულობის მრუდი წარმოადგენს ორ გადახვევთ პარაბოლას. ტვირთის მოძრაობის ტრაექტორია

$$f_x = \varphi(x)$$

არის პარაბოლა $H = \text{const}$ -ის დროს (ბაგირი დამჭიში ტვირთით). მხების დახრის კუთხე ჰორიზონტალის ტრაექტორიასთან შეადგენს

$$\text{tg} \varepsilon = \frac{dy}{dx} = \text{tg} \beta + \frac{l-2x}{2H} \left(\frac{q}{\cos \beta} + 2 \frac{Q}{l} \right). \quad (63)$$

გვაქვს მხედველობაში, რომ მოძრაობის ტრაექტორის საკოორდინატო დერძებზე X, Y (ნახ. 11) აიწერება ტოლობით $y = xtg\beta + f_x$.

$x=0$ დროს (ტვირთი არის ზედა საყრდენთან) (62)-ის გათვალისწინებით მივიღებთ

$$tg\varepsilon_{\max} = tg\beta + 4\frac{f_{\max}}{l}.$$

ბაგირში დამაგრებული ბოლოებით ტვირთის მოძრაობის ტრაექტორია იქნება უმაღლესი რიგის პარაბოლა, რადგანაც ბაგირის დაჭიმულობა ცვალებადია. მიახლოებითი ანგარიშისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ (53) განტოლების ანალოგიური დამოკიდებულებით

$$\frac{f_x}{f_{\max}} = 4\frac{x}{l}\left(1 - \frac{x}{l}\right)R_0,$$

ამასთან განვივი კოეფიციენტი R_0 ტოლია

$$R_0 = \frac{T_x}{T_m} = \frac{1}{\sqrt{1 - (1 - \varepsilon^2)\xi^2}}, \quad (64)$$

სადაც $\varepsilon = \frac{T_0}{T_m}$ - დაჭიმულობის ფარდობა-სამონტაჟო ($T_0 - x = 0$ -ის დროს)

და ტვირთის განლაგების დროს მალის შუაში (T_m).

სიდიდეს $\xi^2 = \left(2\frac{x}{l} - 1\right)^2$ აქვს შემდეგი მნიშვნელობები

x/l	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5
ξ^2	0,81	0,64	0,49	0,36	0,25	0,16	0,09	0,04	0,0

ტვირთის განაპირა მდგომარეობაში $R_0 = \varepsilon$ $x=0$ -ის დროს და $R_0=1$ $x=0,5l$ -ის დროს. თუ $\varepsilon=1$ (ბაგირი დამჭიმი ტვირთით), მაშინ $R_0=1$, ხოლო $\varepsilon=0$ (უწონადი უჭიმარი ბაგირი) R_0 -ის სიდიდე იცვლება ელიფსის კანონით.

1.4. კომპლექსური მექანიზაციის ტექნოლოგიური სქემები და საბაგრო მორსათრევი დანადგარები

1.4.1. ტყეკაფითი სამუშაო პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის ტექნოლოგიური სქემები

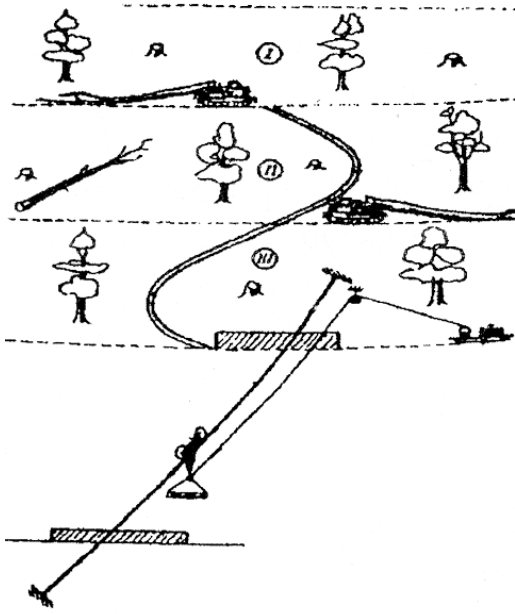
ტყეკაფების ათვისება რთული და საკმაოდ შრომატევად პროცესებთან არის დაკავშირებული, რაც განპირობებულია საქართველოს რთული რელიეფით [40-67].

ტყეკაფითი სამუშაოების ჩასატარებლად გამოიყენება კომპლექსური მექანიზაციის ტექნოლოგიური სქემები, რომლებიც საქართველოს მთავორიანი პირობებისათვის წარმოდგენილია რვა ძირითადი სქემის სახით. ლიტერატურის მიმოხილვაში განხილულია № 2, № 3 და № 4 ტექნოლოგიური სქემები, რომლებშიც ხე-ტყის მორთრევა ხორციელდება საბაგრო-მორსათრევი დანადგარების გამოყენებით.

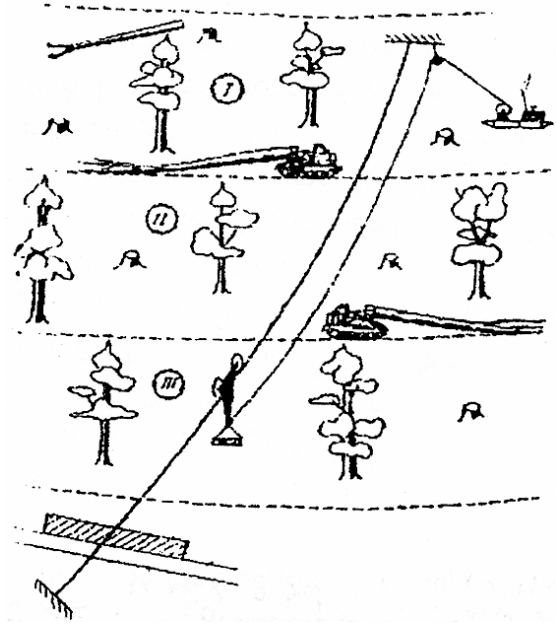
ტექნოლოგიური სქემა № 2 (ნახ. 12) ითვალისწინებს, ტრაქტორებით ზედა ბაქნამდე მორთრეული ხე-ტყის ჩამოშვებას საბაგრო მორსათრევი დანადგარით.

ამ შემთხვევისათვის ტყეკაფი წარმოადგენს 10°-დან 15°-მდე დახრილობის პლატოს 1000 მ-მდე სიღრმით, რომელიც არ ერთვის საავტომობილო გზას და გამოყოფილია მისგან ხევით ან 40°-ზე მეტი დახრილობის ფერდობით. ხე-ტყის მორთრევა ტყეკაფიდან ტრაქტორამდე წარმოებს 90 მ მანძილზე – ქვევიდან ზევით, რაც განპირობებულია ტრაქტორის ჯალამბრის დოლის ბაგირტევადობით. ამ დროს ტრაქტორი დგას საკაბდოზე. მორთრეული შოლტი იჭრება სორტიმენტებად და მთა-ის საშუალებით ხე-ტყე მიეწოდება საბაგრო მორსათრევი დანადგარს, რომელიც მორებს დაუშვებს ავტოტყესაზიდ გზასთან განლაგებულ ზედა საწყობზე, საიდანაც მიეწოდება მომხმარებელს ანუ ქვედა საწყობს მისი შემდგომი ტრანსპორტირებისათვის.

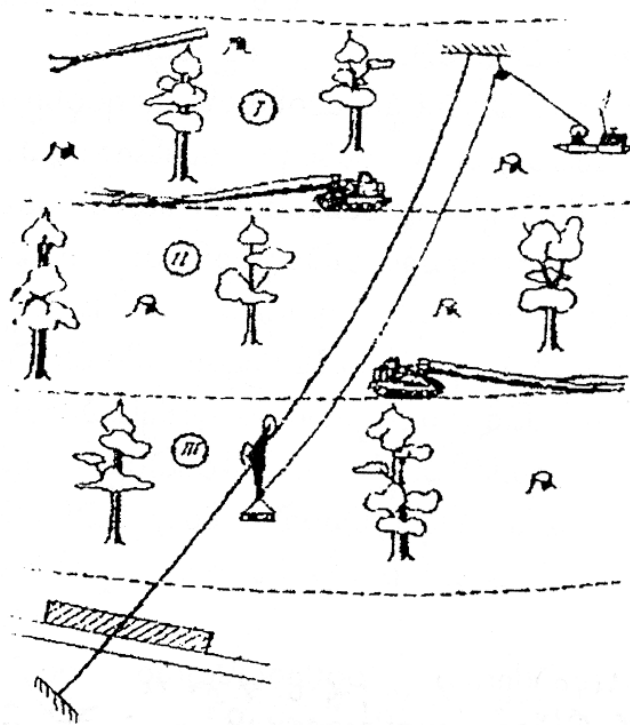
ტექნოლოგიური სქემა № 3 (ნახ. 12) ითვალისწინებს, ტრაქტორით გვერდიდან მორთრეული ხე-ტყის ჩამოშვებას საბაგრო დანადგარით. 20°-ზე მეტი დახრილობის ტყეკაფზე წაქცეული ხე (შოლტი) გამოითრევა, საკაბდო შტოზე დაიმორება და მორსათრევი თვითმტვირთავი სატრანსპორტო აგრეგატით მიეწოდება საბაგრო დანადგარის ტრასის



ტექნოლოგიური სქემა № 2



ტექნოლოგიური სქემა № 3



ტექნოლოგიური სქემა № 4

ნახ. 12. ტყეკაფითი სამუშაო პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის ტექნოლოგიური სქემები: № 2, № 3 და № 4

მოელ სიგრძეზე. ამ შემთხვევაში ტყეკაფი ერთვის ავტოტყეცხაზიდ გზას და 1000 მ სიგრძისაა. საბაგირო დანადგარის ტრასა კვეთს მას მოელ სიღრმეზე. სატრაქტორო საკაბდოები განლაგებულია ფერდობის განივად,

საბაგირო დანადგარის ზედა საწყობამდე ანუ ავტოტყესაზიდი გზის დასატვირთ ბაქნამდე.

ტექნოლოგიური სქემა №4-ის (ნახ. 12) დანიშნულებაა ზედა დასატვირთ ბაქნამდე და გვერდიდან საკაბდოებზე ტრაქტორებით მორთრეული ხე-ტყის ჩამოშვება საბაგირო დანადგარით. ეს სქემა მეორე და მესამე სქემების კომბინაციას ქმნის. პრაქტიკულად გვაქვს ორი ერთმანეთზე მიბმული ტყეკაფი. ერთი, ავტოტყესაზიდ გზაზე გამოსვლით 20°-ზე მეტი დახრილობით, მეორე კი, როგორც პირველის გაგრძელება 20°-ზე ნაკლები და აითვისება ტრაქტორებით.

ტყეკაფის საერთო სიღრმე 2000 მ-ია. საბაგირო დანადგარი კვეთს პირველ ე.ი. ქვედა ტყეკაფს. 1000 მ სიგრძით, დანარჩენი ნაწილი ე.ი. ზედა ტყეკაფი გადაკვეთილია მაგისტრალური სატრანსპორტო საკაბდოთი.

ქვედა ტყეკაფზე ხე-ტყე მიეწოდება საბაგირო დანადგარს გვერდებიდან მშპ-ით დატვირთულ მდგომარეობაში, ზედა ტყეკაფზე – მაგისტრალური სატრაქტორო საკაბდო გზით დანადგარის ზედა ბაქნამდე.

14.2. საბაგირო მორსათრევი დანადგარები

მერქნის პირველადი ტრანსპორტირება ანუ მისი გადაადგილება ტყეკაფებზე, ე.ი. მორთრევა ჯირკიდან ზედა საწყობამდე იყოფა რამოდენიმე ოპერაციად:

1. მორთრევა-შოლტის ან სორტიმენტის გადაადგილება ხის მოჭრის ადგილიდან რომელიმე მორსაშვების გზამდე ან ტრასამდე;
2. მთიდან დაშვება – ხე-ტყის გადაადგილება ზევიდან ქვევით, მთის ძირამდე;
3. მოზიდვა – ხე-ტყის გადაადგილება საწყობამდე – სამანქანო ტყესაზიდ გზამდე.

საქართველოში აღნიშნული ოპერაციები ხორციელდება ძირითადად ცოცხალი ძალით ან მუხლუხა ტრაქტორებით: T-80, T-100 და სპეციალიზებული მორსათრევი ტრაქტორით TT-4. ხე-ტყის პირველადი ტრანსპორტირებისათვის ფართოდ გამოიყენება საბაგირო-კიდული მორსათრევი დანადგარები. საბაგირო დანადგარების გამოყენებით

მინიმუმამდე მცირდება ზიანი ნიადაგზე, აღმონაცენზე და მოზარდზე, ტრაქტორებით მორთრევასთან შედარებით. ამასთან, აღნიშნული დანადგარები გამოირჩევიან მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით.

ინტერესს წარმოადგენს ხე-ტყის პირველადი ტრანსპორტირების საკითხები მთიან პირობებში და თანაც ამორჩევითი ჭრების გამოყენებით, როდესაც აუცილებელია აღმონაცენის, მოზარდის და ნიადაგის მაქსიმალურად შენარჩუნება. პირველ რიგში განვიხილოთ საბაგირო მორსათრევი დანადგარები, რომლებიც ხე-ტყეს გადაადგილებენ დაკიდულ მდგომარეობაში.

ბაგირ-ბლოკური სისტემის ძირითადი თვისებების მიხედვით საბაგირო მორსათრევი დანადგარები იყოფა სამ ჯგუფად:

- ერთბაგირიანი მსუბუქი საკიდი დანადგარები;
- საბაგირო-კიდული დანადგარები ერთი მზიდი და ერთი საწვეი ბაგირით;
- საბაგირო-კიდული დანადგარები ორი მზიდი ბაგირით.

ამძრავის მუშაობის რეჟიმის მიხედვით საბაგირო-მორსათრევი დანადგარები იყოფა ორ ქვეჯგუფად:

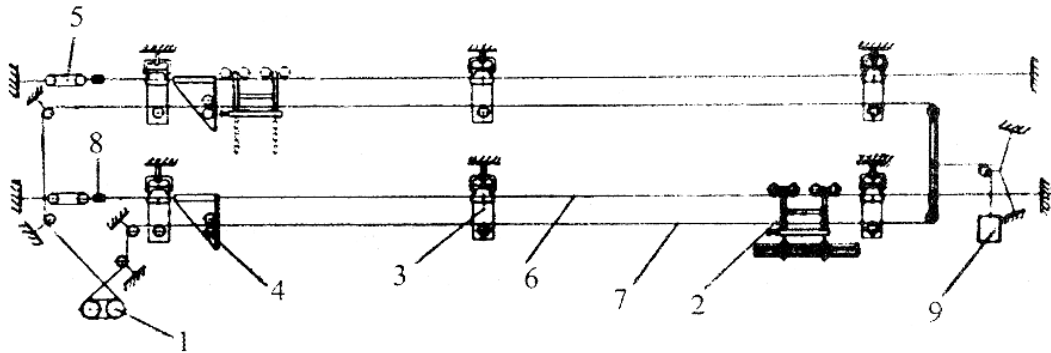
- დანადგარები ამძრავის მუშაობის ძალოვანი რეჟიმით;
- დანადგარები ამძრავის მუშაობის სამუხრუჭე რეჟიმით.

ერთი მზიდი და ერთი საწვეი ბაგირის მქონე დანადგარებს მიეკუთვნება „ვისსენის“ ტიპის დანადგარი და სმღ-3.

ორი მზიდი ბაგირის დანადგარებიდან ყველაზე მეტად გავრცელებულია გრავიტაციული ქანქარისებრი ტიპის ტყესაშვებები მოძრავი შემადგენლობის რევერსიული უკუქცევით-წინსვლითი მოძრაობით. ეს დანადგარები გადაადგილებენ ხე-ტყეს დაკიდებულ მდგომარეობაში სიმძიმის ძალის გავლენით ამძრავის სამუხრუჭო რეჟიმში. ფერდობის დახრა უნდა აღემატებოდეს 20°-ს. ხე-ტყე ეშვება ზედა დასატვირთ ბაქნიდან ქვედა განსატვირთ ბაქნამდე. ჩამოშვების ოპტიმალური მანძილია 1000 მ. ზედა დასატვირთ ბაქნამდე ხე-ტყე მიეწოდება ტრაქტორებით და ცოცხალი გამწვევი ძაღის მეშვეობით.

საბაგირო-მორსათრევი დანადგარები გამოირჩევა მაღალი მწარმოებლობით. ხუთ კაციან მომსახურე პერსონალს შეუძლია

ჩამოუშვას ცვლაში 80მ³ ხე-ტყე. დანადგარის პრინციპული სქემა მოცემულია ნახ. 13-ზე. გრავიტაციული საბაგირო მორსაშვები დანადგარების ძირითად უპირატესობას წარმოადგენს კონსტრუქციის სიმარტივე, ამძრავის უქონლობა და მაღალი მწარმოებლობა; ძირითად ნაკლად მიჩნეულია მოძრავ შემადგენლობაზე მორების ხელით დატვირთვა.



ნახ. 13. გრავიტაციული საბაგირო დანადგარის სქემა:
 1 – სამუხრუჭო ჯალამბარი; 2 – ურიკა; 3 – კრონშტეინი;
 4 – ბუფერი; 5 – პოლისპასტი; 6 – მზიდი ბაგირი;
 7 – საწვეი ბაგირი; 8 – ქურო; 9 – კონტრტვირთი

სმდ-3 დანადგარისათვის ტრასის მაქსიმალური დახრა ტოლია 40°-ისა, მინიმალური – 15°. 15°-ზე ნაკლები დახრის შემთხვევაში ურიკას არ შეუძლია საყრდენ ბუნიკზე გადასვლა ქვედა ბაქნისაკენ დასაგორებლად. სმდ-3-ის ტექნიკური მახასიათებლები იხილე ცხრ. 2-ში.

ცხრილი 2

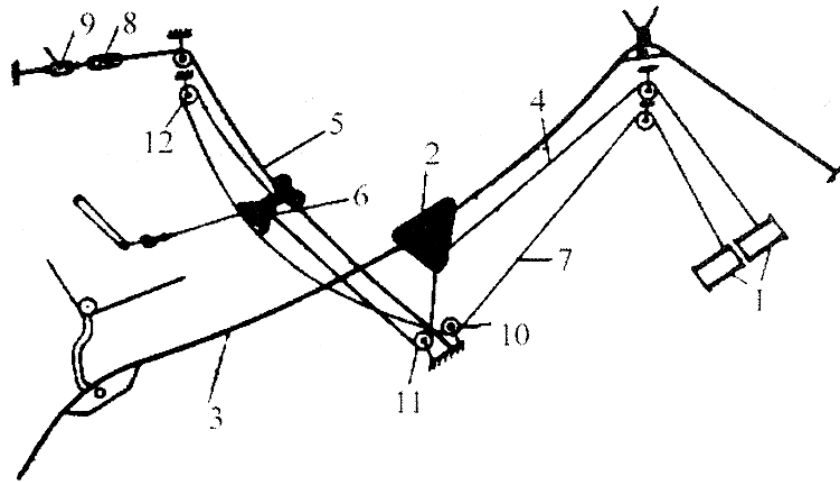
სმდ-3-ის ტექნიკური მახასიათებლები

ტვირთამწოება	3000 კგ;
ჩამოშვების მანძილი	1000 მ;
გვერდიდან მორთრევის მანძილი	20 მ;
ტრასის გადაღუნვის კუთხე პორიზონტალურ სიბრტყეში	5-7°;
ტრასის გადაღუნვის კუთხე ვერტიკალურ სიბრტყეში	10-12°;
დანადგარის ამძრავია ორდოლიანი ჯალამბარი	2JI-70;
ძრავა	ГАЗ-51.

1.4.3. საბაგირო კიდული დანადგარი გამარტივებული ურიკით და მსდექით

მთიან პირობებში 20°-ზე მეტი დახრილობის ფერდობებზე ხე-ტყის გვერდიდან მორთრევა განივი მიმართულებით შეზღუდული და

გართულებულია, რის გამოც საჭირო გახდა განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის შექმნა (ნახ. 14).



ნახ. 14. საბაგირო კიდული დანადგარის სქემა განივგადასატანი მზიდი ბაგირით: 1 – ორდოლიანი ჯალამბარი; 2 – ძირითადი ურიკა; 3 – ძირითადი მზიდი ბაგირი; 4 – საწევი ბაგირი; 5 – დამხმარე მზიდი ბაგირი; 6 – დამხმარე ურიკა; 7 – უკუსვლის ბაგირი; 8 – პოლისპასტი; 9 – ხელის ჯალამბარი; 10, 11 – თვითხსნადი ბლოკები

განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი მოწყობილობის კომპლექტში შედის:

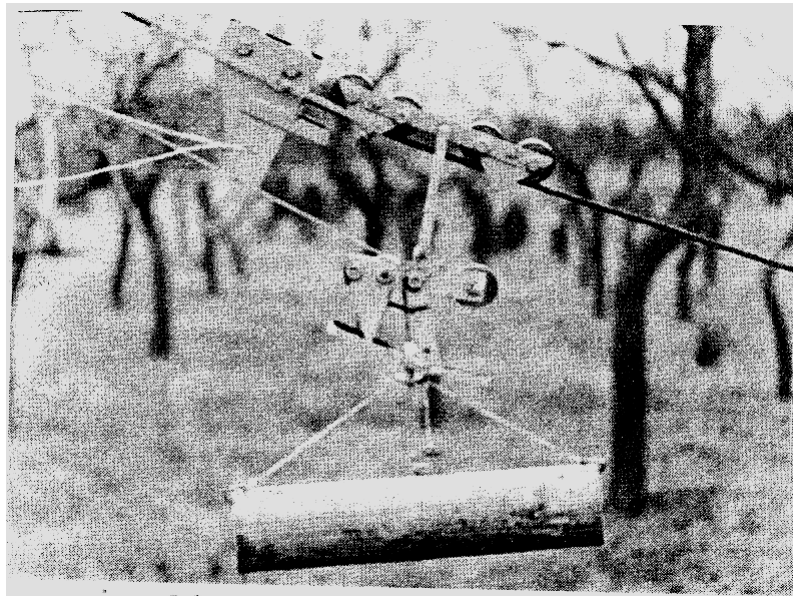
- განივი ბაგირის ურიკა;
- დამჭერი ბუნიკი;
- თვითხსნადი ბლოკი (ჭოჭონაქი);
- ხელის ჯალამბარი პოლისპასტით;

22 მმ დიამეტრის 150 მ სიგრძის განივგადასატანი ბაგირი.

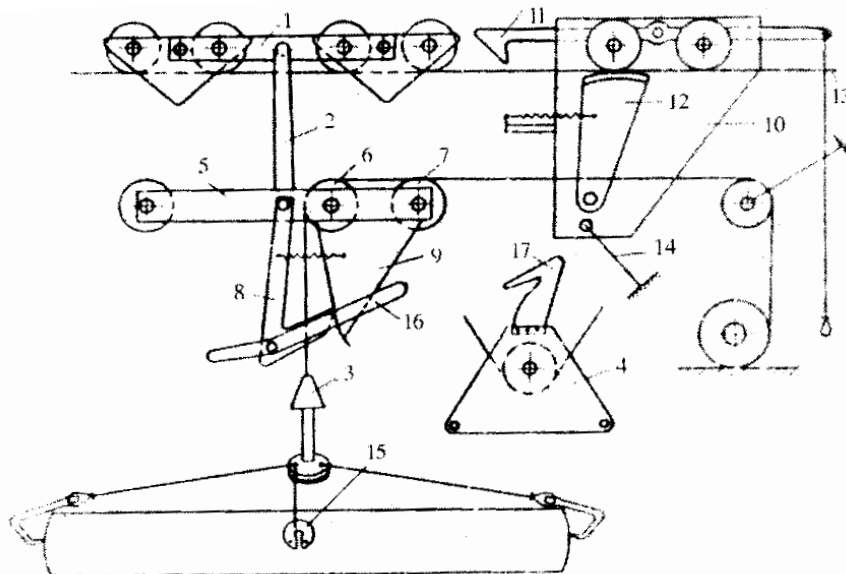
განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის (ნახ. 14, 15) მოწყობილობის კონსტრუქცია დამუშავებულია იმის გათვალისწინებით, რომ მათი დამზადება და შემდგომ კი მართვა მაქსიმალურად ადვილი იყოს. ასეთი დანადგარის კონსტრუქციის დამუშავების დროს საჭირო გახდა მისი დაკომპლექტება არსებული დანადგარების დეტალებით და კვანძებით. დანადგარის სქემა გამარტივებული ურიკით და მსდექით (ნახ. 16) შედგება სამი ძირითადი კვანძისაგან: სავალი ნაწილი 1, სახსროვანი საკიდი 2 და სატვირთო კაკვი 3, ან მცურავი ბლოკი 4.

ურიკის სავალი ნაწილი და სახსროვანი საკიდის შტანგა ისეთივეა, როგორიც სერიული დანადგარებისა, იმ განსხვავებით, რომ

საკიდის ქვედა ნაწილში გორგოლაჭიანი გარსაკრის მაგივრად მიღლებულია ჯვარედი 5, გორგოლაჭებით 6 და 7, სატვირთო ჩანგლით 8 და ბუფერით 9. ჩანგალი ებჯინება უძრავ ბუფერს ზამბარის მეშვეობით. დანადგარის კომპლექტში შედის მსდექი 10, რომელიც გადის საბჯენ ბუნიკებში და მაგრდება მზიდ ბაგირზე ტრასის ნებისმიერ წერტილში. მსდექის კორპუსი 10 სავალი გორგოლაჭებით და ორმხრიანი კაკვით, ექსცენტრიული ზამბარიანი ფიქსატორით 12, ურიკის გამშვები 13 და დამჭერი 14 ბაგირებითაა აღჭურვილი.



ნახ. 15. მარტივი კონსტრუქციის საბაგრო-კიდული მორსათრევი დანადგარი



ნახ. 16. საბაგრო კიდული მორსათრევი დანადგარის სქემა გამარტივებული ურიკით და მსდექით

დანადგარის მუშაობის პრინციპი მდებარეობს შემდეგში: უქმი სვლით ურიკა მოძრაობს ქვევიდან ზევით. ჯალამბრის სატვირთო დოლიდან საწვეი ბაგირი გადის გორგოლაჭში 6 და მაგრდება კაკვზე 3. ჯალამბრის საშუალებით კაკვი მოძრაობს ურიკისაკენ და როდესაც ქვევიდან თეფშისებრი შემზღუდველით მიებჯინება სატვირთო ჩანგალს, ურიკიდან იწყებს მოძრაობას ზედა ბაქნისაკენ.

მსდექთან მიახლოებისას ორმხრივი კაკვი 11 ფიქსირდება მის თითა ღერძზე, რომელიც გამოშვებულია ურიკის წინა სავალი გორგოლაჭიდან. ურიკა მიებჯინება მსდექს და სექტორული ექსცენტრიკული ფიქსატორით 12 ჩაეჭიდება მზიდ ბაგირზე. ფიქსატორი ეხება მზიდ ბაგირს დაჭიმული ზამბარით.

ურიკის ფიქცირების შემდეგ მოეშვება საწვე-სატვირთო ბაგირები, კაკვი ეშვება მიწაზე და მიმბმელი გაიტანს მას სორტიმენტთან ჩასაბმელად. კაკვის საჩოკერო ტვირთდამჭერი ფიქსირდება მორის ტორსებზე; ტვირთს ასწევინ ურიკისაკენ წინასწარ მოხსნილი თეფშისებრი შემზღუდველით 15; კაკვის თავი გასწევს სატვირთო ჩანგალს გვერდზე, კაკვი შედის ჩანგალში და ტვირთი ფიქსირდება ურიკაში. ამის შემდეგ მიმბმელი ბაგირით 13 ათავისუფლებს ორმხრივ კაკვს დამჭერისაგან და ურიკა ტვირთით მოძრაობს. ქვევით გრავიტაციულად სამუხრუჭე რეჟიმში. როდესაც ტვირთი მიებჯინება მიწას, ჩამხსნელი ათავისუფლებს სორტიმენტის ტორსებიდან საჩოკერო ტვირთდამჭერს, ამოიღებს კაკვს სატვირთო ჩანგლიდან, ჩამოაცმევს კაკვს თეფშისებრ შემზღუდველს და ციკლი მეორდება. თუ საჭიროა მსდექი დაეწიოს ქვევით, ახალ პოზიციაში, ვათავისუფლებთ დამჭერ ბაგირს და ურიკა მსდექთან ერთად გრავიტაციული მოძრაობს ქვევით. სექტორული ფიქსატორი 12 გადის ბუნიკზე და საჭირო წერტილში ურიკა მუხრუჭდება საწვე-სატვირთო ბაგირით. მსდექი დამჭერი ბაგირის საშუალებით მაგრდება ჯირკზე და ციკლი მეორდება ახალი პოზიციიდან.

საბაგირო კიდული დანადგარის წარმოდგენილი ვარიანტი შეიძლება გამოყენებული იყოს თვითმთრევისათვის, გადასატანი განივი მზიდი ბაგირის საშუალებით.

დასკვნა ლიტერატურის მიმოხილვაზე

გაანალიზებულია საერთო შეხედულებები ხე-ტყის დამზადების პროცესებზე და ტყეკაფითი სამუშაოების წარმოებაზე; მოცემულია ტყეკაფით სამუშაოებზე გამოყენებული საბაგირო მორსათრევი დანადგარების, მექანიზმების სქემების და კონსტრუქციების აღწერა, მათი მუშაობის დამახასიათებელი თვისებები და თეორიული გაანგარიშების საფუძვლები.

განხილულია საბაგირო სისტემების თეორიული სქემები და მათი ელემენტები. ჩატარებულია საბაგირო სისტემების ანგარიში.

ლიტერატურის მიმოხილვაში განხილული, ხე-ტყის შიდატყეკაფითი სამუშაო პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის, ტექნოლოგიური სქემების და მათ განსახორციელებლად გამოყენებული საბაგირო მორსათრევი დანადგარების ანალიზი ვერ აკმაყოფილებს მოქმედ საწარმოო პირობებს.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, საჭიროა შეიქმნას ახალი ტექნოლოგიური სქემები და თეორიული კვლევების საფუძველზე, დამუშავდეს მეთოდები და მეთოდიკები საბაგირო მორსათრევი დანადგარების მზიდი და საწვევი ბაგირების, აგრეთვე სხვა კონსტრუქციული ელემენტების ახალ დონეზე გაანგარიშების ჩასატარებლად. შედეგად, განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების და მათი მოწყობილობების სახით გვექნება, თანამედროვე, მარტივი, ეკოლოგიურად უსაფრთხო და ეკონომიკურად გამართლებული ახალი ტექნიკის შექმნის საშუალება.

2. შედეგები და მათი განსჯა

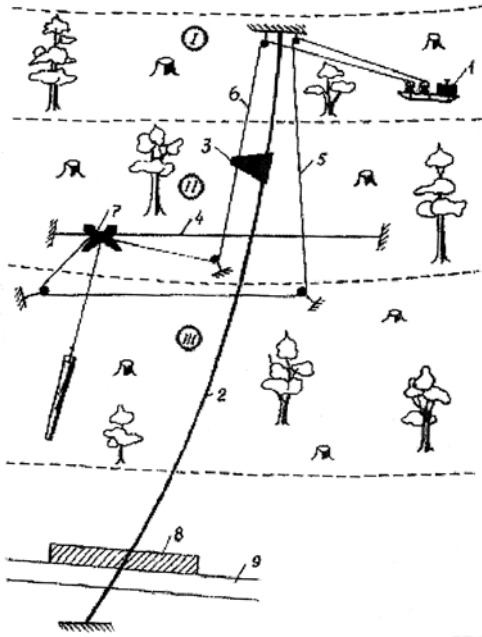
2.1. ტყეკაფითი სამუშაო პროცესების ახალი ტექნოლოგიური სქემები და განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები

საქართველოს მთაგორიან პირობებში ტყეკაფითი სამუშაოების ჩატარება რთულ და საკმაოდ შრომატევად პროცესებთან არის დაკავშირებული. ხე-ტყის დამზადების ოპერაციების შესასრულებლად დამუშავებულია ახალი ტექნოლოგიური სქემები, რომლებშიც გამოყენებულია სტშ-ის მერქნული მასალების დამზადება-დამუშავების კათედრაზე შექმნილი განივგადასატანი ცალმხრივი და ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები, რომელთა საერთო განმასხვავებელ ნიშანს წარმოადგენს ის, რომ ყველა გადასატანია, ინვენტარულია და მათი ექსპლოატაციის ვადა ერთ განსაზღვრულ უბანზე უმნიშვნელოა [12, 13].

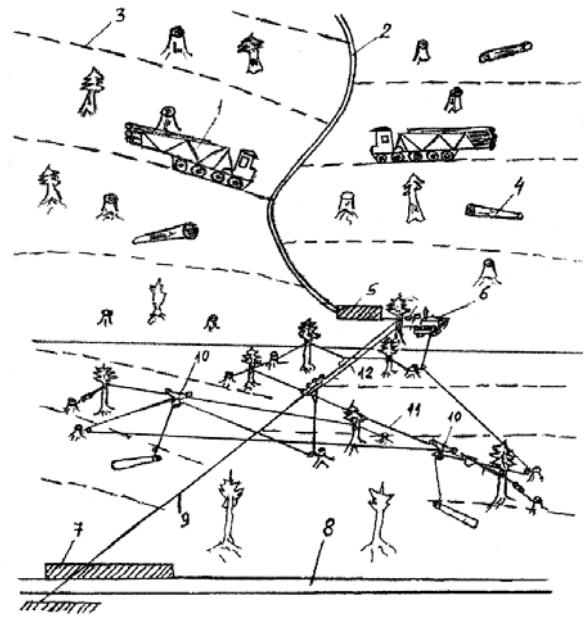
წარმოდგენილია სამი ახლად დამუშავებული ტექნოლოგიური სქემა: № 5, №4ა და № 7 (ნახ. 17).

ტექნოლოგიური სქემა № 5 (ნახ. 17) ითვალისწინებს ხე-ტყის თვითმოთრევას განივი გადასატანი მზიდი ბაგირით და მის ჩამოშვებას საბაგირო დანადგარით. ტყეკაფის სიღრმეა 1000 მ, დახრილობა 20°-ზე მეტი. იგი ერთვის ავტოტყესაზიდ გზას და საბაგირო დანადგარი კვეთს მას მთელ სიღრმეზე. ჩამოშვებული ხე-ტყე გამოდის ავტოგზაზე.

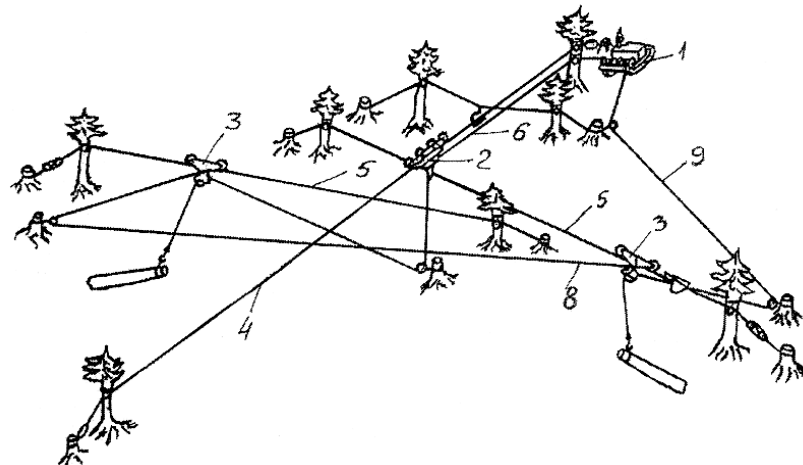
გადასატანი განივი მზიდი ბაგირი მონტაჟდება განივი მიმართულებით ძირითადი მზიდი ბაგირის ქვეშ, იმ ვარაუდით, რომ დამხმარე ურიკამ ტვირთიანად იმოძრაოს აღმართისაკენ. წაქცეული ხეები ადგილზე იმორება სორტიმენტებად. დამხმარე ურიკა მოძრაობს განივგადასატან მზიდ ბაგირზე უკუსვლის ბაგირის საშუალებით. ძირითადი ურიკა ჩერდება აღნიშნულ ადგილზე-გადასატანი მზიდი ბაგირის ზევით; სატვირთო კაკვი ეშვება მიწაზე, ებმება დამხმარე ურიკას და მასთან ერთად უკუსვლის ბაგირის მეშვეობით გადაადგილდება გამზადებული სორტიმენტისაკენ. სორტიმენტი, სატვირთო კაკვთან ჩაბმის შემდეგ, დამხმარე ურიკაზე ნახევრად დაკიდულ მდგომარეობაში გადაადგილდება სატვირთო ბაგირის საშუალებით



ტექნოლოგიური სქემა № 5



ტექნოლოგიური სქემა № 4ა



ტექნოლოგიური სქემა № 7

ნახ. 17. ტყეკაფითი სამუშაო პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის ახალი ტექნოლოგიური სქემები: № 5, № 4ა და № 7

საბაგრო ტრასისაკენ. ძირითადი მზიდი ბაგირის ქვეშ სატვირთო კაკვი თავისუფლდება დამხმარე ურიკისაგან და სორტიმენტთან ერთად აიზიდება ძირითადი ურიკისაკენ, ფიქსირდება მასში და სატვირთო ბაგირით სამუხრუჭე რეჟიმში გადაადგილდება ქვევით ავტოტყესაზიდ გზასთან განლაგებულ ზედა საწყობთან. აქ ტვირთი ეხსნება კაკვს და ძირითადი ურიკა საწვეი ბაგირით ბრუნდება უკან ტყეკაფისაკენ. შემდგომ ციკლი მეორდება.

ტექნოლოგიური სქემა № 4 ა (ნახ. 17). ამ შემთხვევაში ფაქტიურად

გვაქვს ორი ერთმანეთზე მიბმული განსხვავებული დახრილობის ტყეკაფი. პირველი ანუ ქვედა ტყეკაფი დაკავშირებული ავტოტყესაზიდ გზასთან არის 35°-ზე მეტი დახრილობის და მისი ათვისება ხდება განივგადასატანი ორმხრივი საბაგრო მორსათრევი დანადგარით.

მეორე ანუ ზედა ტყეკაფი, როგორც პირველის გაგრძელება 20°-ზე ნაკლები დახრილობისაა და მისი ათვისება წარმოებს მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატით ბაქნამდე-შემდგომ საბაგრო დანადგარით მორების ჩამოშვებით ზედა საწყობზე.

თითოეული ტყეკაფი სიღრმეში ცალ-ცალკე 1000 მ სიგრძისაა და ათვისების განსხვავებულ ხედვას საჭიროებს.

ტექნოლოგიური სქემა № 7 (ნახ. 17). ეს სქემა გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა ტყეკაფის ფერდობის დახრილობა იცვლება 20°-დან 35°-მდე და ითვალისწინებს ხე-ტყის მოთრევას განივგადასატანი მზიდი ბაგირებით ტრასის ორივე მხრიდან და მის ჩამოშვებას საბაგრო დანადგარით. ტყეკაფის სიღრმეა 1000 მ, ერთვის ავტოტყესაზიდ გზას და საბაგრო დანადგარი კვეთს მას მთელ სიღრმეზე. ჩამოშვებული ხე-ტყე გამოდის ავტოგზაზე განლაგებულ ზედა საწყობზე.

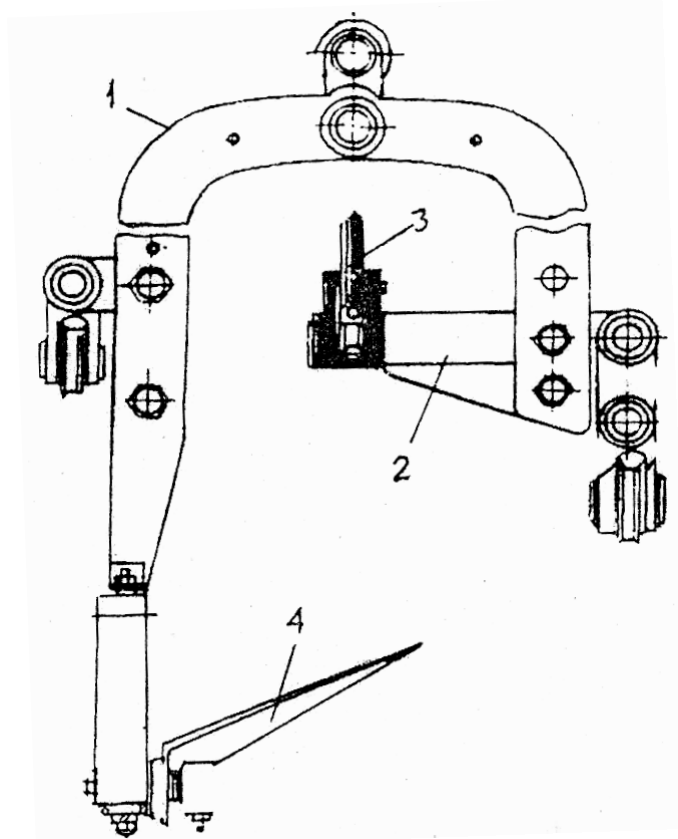
2.2. საბაგრო კიდული დანადგარი გეგმაში ტრასის მოხვევით

ამ ტიპის საბაგრო დანადგარის შექმნის აუცილებლობა გამოწვეულია იმით, რომ ყოველწლიურად ტყეკაფები მიიწვევენ მაღლა მთებში, რომელთა რელიეფი უფრო დამრეცი და გადასერილია. ამიტომ საბაგრო დანადგარების მონტაჟი სწორხაზოვანი ტრასით შესაცვლელია ტეხილით, რომელიც ჩაეწერება რთულ რელიეფში [9, 12, 13].

დანადგარი, რომელიც უზრუნველყოფს ტრასის გადატეხას გეგმაში 45°-ით, შექმნილია და მის შემადგენლობაში შედის უნივერსალური რესორული ტიპის ბუნიკი და 3,2ტ ტვირთამწეობის ურიკა სახსროვანი სავალი ნაწილით. დანადგარი მარტივი კონსტრუქციისა და საიმედოა ექსპლუატაციაში.

მოსახვევი ბუნიკი (ნახ. 18) ჩარჩოიანი კონსტრუქციისაა 1, რომელიც ჩამოკიდებულია დრეკადი წვეით და აღჭურვილია საყრდენი

კონსტრუქციით 2, თვითმღუნავი რესორული ტიპის დგართ 3, მზიდი ბაგირის დასაკავებლად და მდოვრედ მოსაღუნად.



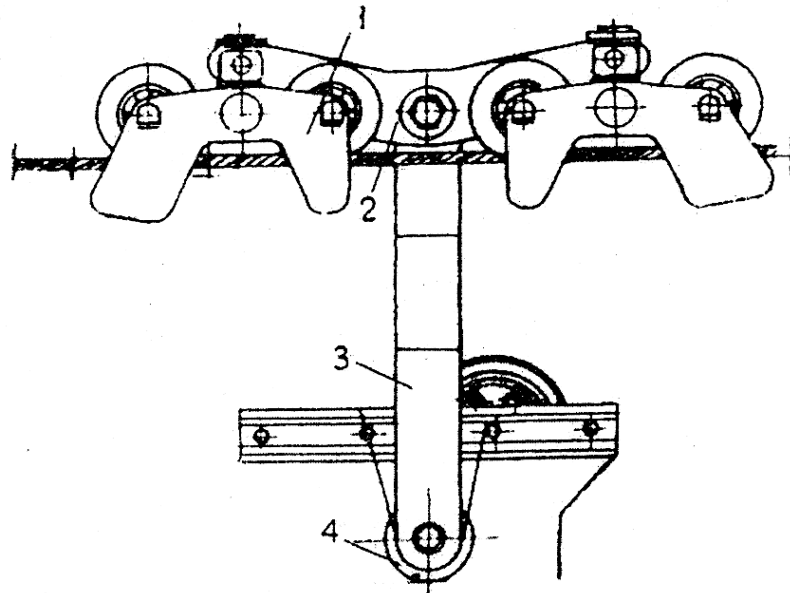
ნახ. 18. გეგმაში ტრასის მოსახვევი დანადგარის ბუნიკი

მოსახვევი ბუნიკის კორპუსში, ურიკის მოსახვევებში გავლის დროს საწვეი ბაგირის დასაკავებლად და მოსაქცევად მზიდი ბაგირის სიბრტყეში, ჩამონტაჟებულია მოწყობილობა 4.

ამ დანადგარის ურიკა (ნახ. 19) თავისი კონსტრუქციული თავისებურებებით პრინციპულად განსხვავდება არსებული ჩვეულებრივი ურიკებისაგან. ის შედგება სავალი ურიკებისაგან 1 და საშუალო 3 და ქვემო 4 საკიდებისაგან, კაკვიანი მცურავი ბლოკით. ახალი კონსტრუქციის ურიკა უზრუნველყოფს მის მოძრაობას ტრასის მრუდ მონაკვეთებში.

ტრასის მრუდ მონაკვეთებში საჭიროა ჯალამბრის დოლის შემუხრუჭება იმ ვარაუდით, რომ ურიკის ბუნიკზე გადასვლისას შესრულდეს მისი რბილად მოხვევა. ამ დროს მისი სავალი ნაწილი გადაადგილდება თვითმოსაბრუნებელი საბჯენის ქიმზე. ურიკის

შემდგომი გადაადგილებისას ქვევით, საწვეი ბაგირი მიყვება მას და ხვდება მიმმართველ თითს, რის შედეგადაც ჯდება დამრეც გორგოლაჭის ღარში და ფიქსირდება მასში ბოლომდე. ამის შედეგად საწვეი ბაგირი არ გამოდის მზიდი ბაგირის ვერტიკალური სიბრტყიდან.



ნახ. 19. გეგმაში ტრასის მოსახვევი დანადგარის ურიკა

ურიკის ქვევიდან ზევით გადაადგილებისას, ე.ი. უქმი სვლისას, რომელიც ხორციელდება საწვეი ბაგირით სრულდება მუშა სვლის ყველა ოპერაცია. ურიკა შეუფერხებლად გადადის მოსახვევ ბუნიკზე და რბილად ეწერება ტრასის გადატყვის კუთხეში.

საბაგრო კიდული დანადგარის ტრასის გეგმაში მოხვევის მოწყობილობის ძირითადი კვანძებია: რესორული ტიპის მოსახვევი ბუნიკი, სატვირთი ურიკა უნივერსალური სავალი ნაწილით და ბუნიკებზე გამავალი მსდექი. საბაგრო დანადგარი კონსტრუქციულად მარტივია და შეიძლება დამზადდეს ნებისმიერ მექანიკურ საამქროში.

განხილული მორსათრევი საბაგრო კიდული დანადგარების ტექნოლოგიურ თავისებურებათა შეფასება გვაძლევს შესაძლებლობას ჩამოვაყალიბოთ შემდეგი ძირითადი საკითხები:

- სამთი პირობებში ხე-ტყის პირველადი ტრანსპორტირების საკითხის გადაწყვეტით ყველაზე პერსპექტიულ და ტექნოლოგიურად თანამედროვე მექანიზაციის საშუალებად მიგვაჩნია მორსათრევი საბაგრო კიდული დანადგარები;

- ამ დანადგარის განმასხვავებელი მახასიათებელია კონსტრუქციის სიმარტივე, მობილურობა და ერთ განსაზღვრულ ადგილზე ექსპლუატაციის მოკლე ვადა;
- მორსათრევი საბაგირო კიდული დანადგარების საერთო ნაკლად ითვლება ის, რომ არც ერთი მათგანი ცალ-ცალკე არ ასრულებს მორსათრევი სამუშაოების მთლიან კომპლექსს. მათ შეუძლიათ მხოლოდ ტრასასთან მიწოდებული ხე-ტყის ტრანსპორტირება;
- ამა თუ იმ ტყეკაფისათვის შერჩეული დანადგარის ეფექტურობა დამოკიდებულია პირველ რიგში ბუნებრივ და საწარმოო ფაქტორებზე და ამავე დროს მის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე, ე.ი. უფრო ეფექტურად ჩაითვლება ის საბაგირო დანადგარი, რომლისთვისაც სამშენებლო და საექსპლუატაციო ხარჯების ჯამი მინიმალური იქნება;
- მორსათრევი საბაგირო კიდულ დანადგარებში შრომის მექანიზაციის დონე უმნიშვნელოა, ვინაიდან დიდია ხელით შრომის წილი, რომელიც განისაზღვრება კაკვის გვერდზე ხელით გატანით, მისი ჩაბმით სორტიმენტზე (დაჩოკერება), ტვირთის განთავისუფლებით და ა.შ., რაც აუცილებელია ტვირთის ფორმირების დროს.
- სმღ-3-ის მუშაობისას მექანიზაციის დონე შეადგენს 12%-დან 40%-მდე, საშუალოდ 26% და კაბელამწისათვის – 37%-დან 74%-მდე, საშუალოდ 55%. რაც თითქმის ორჯერ მეტია, ვიდრე სმღ-3-ისათვის. ეს აიხსნება იმით, რომ კაბელამწე თვითმტვირთავია და აწყობს გადატანილ ხე-ტყეს შტაბელებად.

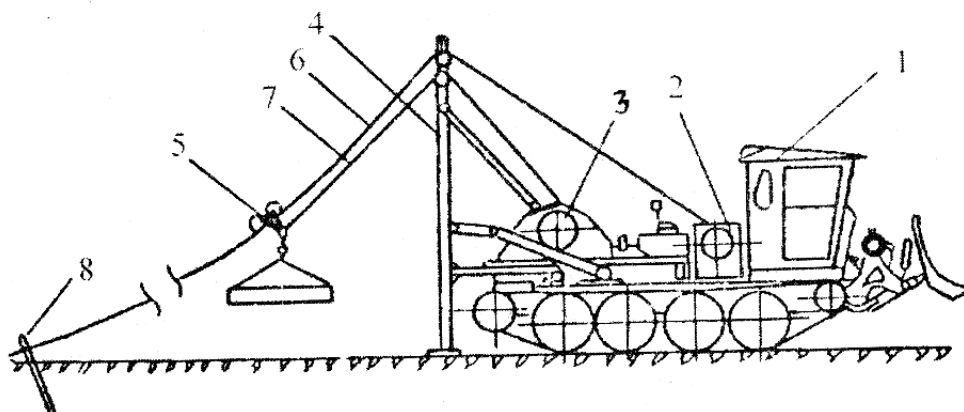
ასეთია დასკვნები, რომლებიც მიღებულია მორსათრევი საბაგირო კიდული დანადგარების ტექნოლოგიური მახასიათებლების ანალიზის შედეგად, რომლებზე დაყრდნობითაც შეიძლება საკმარისი სიზუსტით შეირჩეს საბაგირო დანადგარი გარკვეული საწარმოო პირობებისათვის არჩეულ ტექნოლოგიურ პროცესში ჩასართავად.

2.3. მოკლედისტანციური თვითმავალი მობილური საბაგირო კიდული დანადგარი

ეს დანადგარი მუშაობს ერთმალეან მოკლედისტანციური მობილური საბაგირო დანადგარების რეჟიმში [12].

დანადგარი გათვალისწინებულია ხე-ტყის დასაშვებად ან ამოსატანად 300-400 მ მანძილზე და იგი ასევე შეიძლება გამოვიყენოთ ციცაბო კლდოვანი ფერდობების გასატყევებლად. დანადგარის საბაზო მექანიზმია მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატი, რომელზედაც დამონტაჟებულია ჯალამბარი. ამ ჯალამბრის დოლზე დახვეულია საჭირო ტვირთამწეობის 8-12,5 მმ დიამეტრის საწვე-სატვირთო ბაგირი. მთა აგრეთვე აღჭურვილია დოლით, რომელზედაც ეხვევა 15-დან 18 მმ-მდე დიამეტრის მზიდი ბაგირი.

ასეთი დანადგარი მუშაობს შემდეგნაირად (ნახ. 20):



ნახ. 20. მოკლედისტანციური თვითმავალი მობილური საბაგირო დანადგარი:

- 1 – საბაზო აგრეგატი მთა; 2 – ტრაქტორის ჯალამბარი;
- 3 – დამატებითი ჯალამბარი; 4 – დასაკეცი საყრდენი ანძა;
- 5 – სატვირთო ურიკა; 6 – მზიდი ბაგირი; 7 – სატვირთო ბაგირი; 8 – ქვედა ანკერი

საწვე-სატვირთო ბაგირის 7 მეშვეობით მზიდ ბაგირზე 6, რომელიც მაგრდება ქვევით ანკერზე 8, გადაადგილდება ტვირთიანი ურიკა 5. შემდეგ ის მუხრუჭდება დოლით 3 და მზიდი ბაგირი ტრაქტორის 1 ჯალამბრის 2 და ანძის 4 ბლოკზე გავლით დაუშვებს ტვირთს საჭირო ადგილზე. ცარიელი ურიკა ისევ აიწევა მზიდი ბაგირის საშუალებით და საწვე-სატვირთო ბაგირით გადაადგილდება დატვირთვის ადგილზე. ამის შემდეგ ციკლი მეორდება.

თუ ურიკაზე დაკიდებთ გრეიფერს, იგივე ოპერაციების საშუალებით კლდოვან ფერდობზე ამოღებული ორმოებისათვის შეიძლება მივაწოდოთ მიწა და ნერგები.

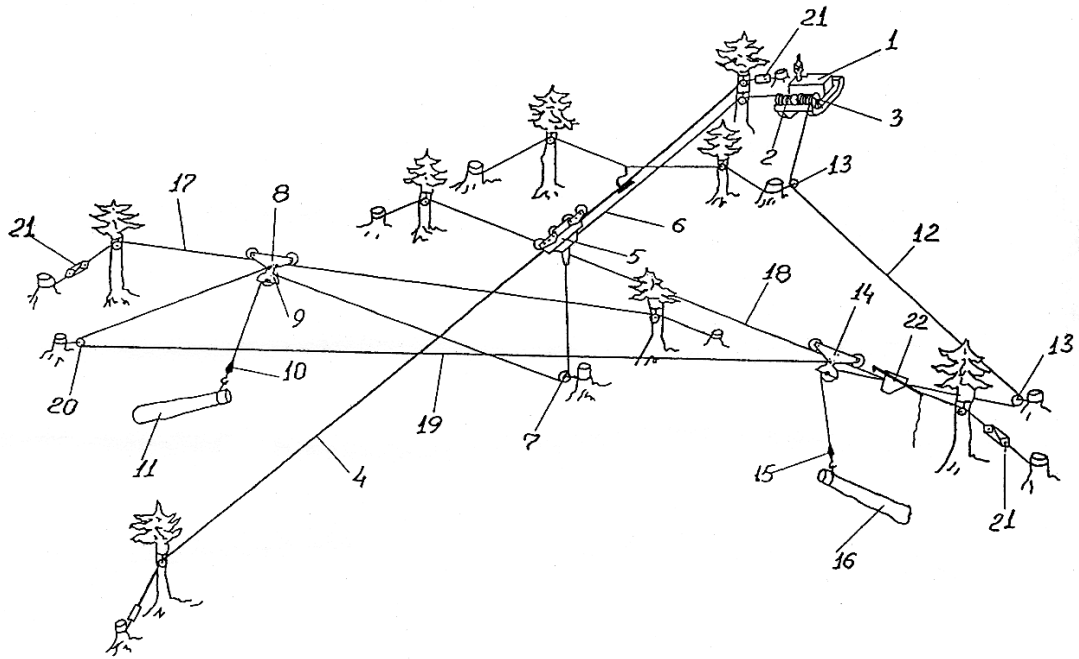
მობილური საბაგირო კიდული დანადგარის დემონტაჟი, გადაადგილება შემდეგ პოზიციაში და მონტაჟი გრძელდება არაუმეტეს ერთი საათისა, დანადგარის მწარმოებლობა ცვლაში 50 მ³-ია.

2.4. განივგადასატანი ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები

დამუშავებულია საბაგირო მორსათრევი დანადგარების სქემები განივგადასატანი ორმხრივი მზიდი ბაგირებით: ერთი საწვეი და ერთი უკუსვლის; ორი საწვეი და ერთი უკუსვლის და ორი საწვეი და ორი უკუსვლის ბაგირით. ახალი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის (ნახ. 21) ტექნიკური შედეგია ორი შერწყმული ფაზისაგან შემდგარი მორთრევა, რომელითაც გათვალისწინებულია მორების თანმიმდევრულად, ერთდროულად ორმხრივი უწყვეტი განივი მოთრევა და მათი გრძივი დაშვება, აგრეთვე ორდოლიანი ჯალამბრის უკუსვლის ბაგირის გამოყენება, მოწყობილობის მწარმოებლობის გაზრდა [40, 67].

ტექნიკური შედეგი მიიღწევა იმით, რომ ხე-ტყის საჰაერო მორთრევა ხორციელდება ორი შერწყმული ფაზით, რომელიც ითვალისწინებს მორების თანმიმდევრულ, ერთდროულად ორმხრივ უწყვეტ განივ მოთრევას და მათ გრძივ დაშვებას; მოწყობილობა დამატებით შეიცავს მეორე განივ გადასატან მზიდ ბაგირს, რომელზედაც ჩამოკიდებულია მეორე დამხმარე ურიკა, რომელიც პირველთან დაკავშირებულია დამხმარე ბაგირით; ამასთან, მეორე დამხმარე ურიკაში გატარებულია დასატვირთად გამოყენებული ორდოლიანი ჯალამბრის უკუსვლის ბაგირი, მეორე დამხმარე ურიკის მზიდი ბაგირი აღჭურვილია გადასატანი მსდექით, ურიკების დანიშნულების ადგილზე დასაფიქსირებლად, ხოლო ორივე დამხმარე ურიკა აღჭურვილია საკიდი კაკების დამჭერით უკუსვლისა და საწვეი ბაგირების დატვირთულ მდგომარეობაში დასაფიქსირებლად.

საჰაერო მორსათრევი მოწყობილობა (ნახ. 21) შედგება ორდოლიანი



ნახ. 21. განიგადასატანი ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სქემა ერთი საწევი და ერთი უკუსვლის ბაგირით

ჯალამბრისაგან 1 დოლებით 2,3; ზეზემდგომ ხეებზე დამაგრებული მთავარი მზიდი ბაგირისაგან 4, მასზე მოძრავი ავტომატურ-მუხრუჭიანი ურიკით 5, რომელშიც გატარებულია ორდოლიანი ჯალამბრის საწევი ბაგირი 6; ეს უკანასკნელი ჩადებულია მიწის ზედაპირთან ახლოს დამაგრებულ თვითხსნად ბლოკში 7 და პირველ დამხმარე ურიკაში 8, რომელსაც გააჩნია გასახსნელი ბლოკი 9 კაკვის დამჭერით; საწევი ბაგირი 6 ბოლოვდება კაკვით 10, რომელზედაც ჩამოკიდებულია სორტიმენტი 11; ჯალამბრის 1 დოლიდან 3 გამომავალი ორდოლიანი ჯალამბრის უკუსვლის ბაგირი 12 მიმართულების შესაცვლელად გატარებულია ბლოკში 13 და მეორე დამხმარე ურიკაში 14, რომელიც აღჭურვილია კაკვის დამჭერით, უკუსვლის ბაგირი 12 ბოლოვდება კაკვით 15, რომელზედაც დაკიდებულია სორტიმენტი 16; დამხმარე ურიკები 8 და 14 დაკიდებულია მთავარი მზიდი ბაგირის 4 ქვეშ გამავალ განივ გადასატან მზიდ ბაგირებზე 17, 18. დამხმარე ურიკები 8 და 14 ერთმანეთთან დაკავშირებულია დამხმარე ბაგირით 19, რომელიც მობრუნების მიზნით გატარებულია ძირს დამაგრებულ ბლოკში 20; მთავარ და განივად გადასატან მზიდ ბაგირებს 4, 17, 18

გააჩნია დასაჭიმი პოლისპასტები 21; ამასთან მეორე განივად გადასატანი მზიდ ბაგირზე 18 დამაგრებულია გადასატანი მსდექი 22.

საჭაერო მორსათრევი საბაგრო მოწყობილობა (ნახ. 21) მუშაობს შემდეგნაირად: საბაგრო დანადგარისათვის გაკაფული ტრასის ზედა და ქვედა ბაქანზე შერჩეულ ხეებზე, მთავარი მზიდი ბაგირის 4 დაჭიმვის შემდეგ საბაგრო დანადგარის ქვემოთ ზეზემდგომ ხეებზე, ტრასის მარცხნივ და მარჯვნივ ხდება განივად გადასატანი მზიდი ბაგირების 17, 18 დაჭიმვა, მასზე ჩამოკიდებენ დამხმარე ურიკებს 8, 14, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია დამხმარე ბაგირით 19.

ამ დროს, ურიკები იმყოფებიან მთავარი საბაგრო დანადგარის ტრასასთან. ამის შემდეგ მეჯალამბრე ჩართავს ჯალამბრის 1 დოლს 3 და დაიწყებს უკუსვლის ბაგირის 12 დახვევას. ბაგირის 12 კაკვიანი ბოლო 15 მიეხვინება ურიკას 14 და მას გადაადგილებს ტყეკაფისაკენ, ვინაიდან ურიკები 8, 14 ერთმანეთთანაა დაკავშირებული, ისინი თანაბრად იწყებენ მოძრაობას ტყეკაფისაკენ, ურიკების 8, 14 სათანადო ადგილზე დაფიქსირება ხორციელდება მსდექის 22 საშუალებით, ურიკა 14 დაეჯახება მსდექს 22 და ჩამკეტი მექანიზმით ფიქსირდება ადგილზე.

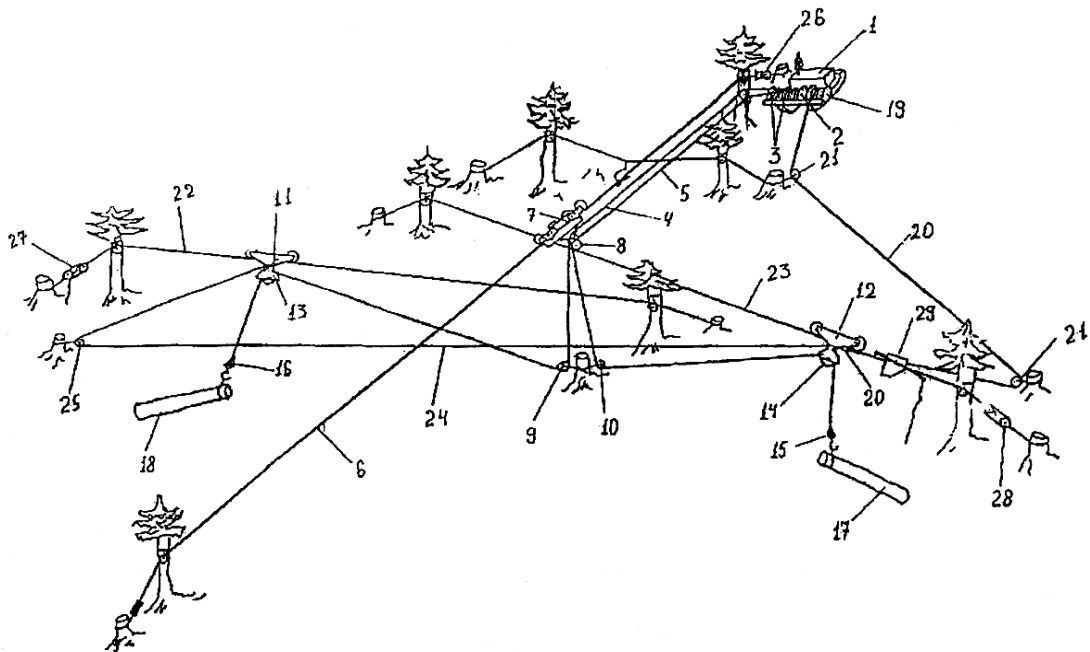
შემდგომ მეჯალამბრე ორივე ბაგირს 6, 12 კაკვიანი ბოლოებით 10, 15 დაუშვებს დაბლა. ჩამბმელები ჩოკერების საშუალებით სორტიმენტებს 11, 16 ჩააბამენ კაკვებზე 10, 15, მეჯალამბრე ასწევს ორივე ბაგირს 6, 12 ზემოთ და კაკვიანი ბოლოები 10, 15 ურიკებში 8, 14 დაფიქსირდება კაკვის საკიდში. ამის შემდეგ მიმბმელები გახსნიან მსდექის 22 ჩამკეტ მექანიზმს და ურიკები 8, 14 თავისუფლდება. შემდეგ მეჯალამბრეს ჯალამბრის 1 დოლი 3 გადაჰყავს თავისუფალ სვლაზე და რთავს დოლს 2 და იწყებს ბაგირის 6 დახვევას, რის შედეგადაც ურიკა 8 მიჰყავს საბაგრო დანადგარის ტრასასთან, იმავდროულად, მეორე ურიკა 14 დამხმარე ბაგირის 19 მეშვეობით გადაადგილდება ტრასისაკენ. როდესაც ორივე ურიკა 8, 14 საბაგრო დანადგარის ქვემოთ აღმოჩნდება, მეჯალამბრე აჩერებს მათ და კაკვების 10, 15 საკიდიდან ადვილად გათავისუფლების მიზნით ორივე ტვირთს 11, 16 ასწევს ოდნავ მაღლა (დატვირთვის ქვეშ მყოფი კაკვის საკიდის გახსნა დიდ სირთულეს არ წარმოადგენს), გათავისუფლების შემდეგ კაკვებს 10, 15 სორტიმენტთან ერთად დაუშვებენ დაბლა.

ბერკეტის დარტყმით გახსნიან ურიკის 8 თვითხსნად ბლოკს 9 და ბაგირი 6 გადმოვარდება ურიკიდან 8. მეჯალამბრე აგრძელებს დოლზე 2 ბაგირის 6 დახვევას, რის შედეგადაც კაკვიანი ბოლო 10 დაეჯახება თვითხსნად ბლოკს 7 და ხსნის მას. მეორე ურიკიდან 14 სორტიმენტს 16 ჩახსნიან კაკვიდან 15 და ჩოკერების საშუალებით ჩააბამენ კაკვებზე 10. მეჯალამბრე ასწევს სორტიმენტს 11, 16 ზემოთ სატვირთო ბაგირით 6 და კაკვიანი ბოლო 10 დაფიქსირდება მთავარი საბაგირო დანადგარის ურიკაში 5. რის შემდეგაც მეჯალამბრეს დოლი 2 გადაჰყავს სამუხრუჭე რეუიმში. ანთავისუფლებს მთავარ ურიკას 5 მუხრუჭისაგან და ურიკა იწყებს მოძრაობას მთავარ მზიდ ბაგირზე 4 ქვედა ბაქნისაკენ. სორტიმენტის ჩამოხსნის შემდეგ ციკლი მეორდება.

ნახ. 22-ზე მოცემული საბაგირო დანადგარის ტექნიკური შედეგია მწარმოებლობის გაზრდა და ექსპლუატაციის ხარისხის ამაღლება, რაც მიიღწევა ხე-ტყის ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარით, რომელიც შეიცავს მთავარ მზიდ ბაგირს, მასზე მოძრავი ძირითადი სატვირთო ურიკით, ორმხრივ განივად გადასატან მზიდ ბაგირებს, მათზე მოძრავი დამხმარე სატვირთო ურიკებით, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია დამხმარე ბაგირით, და ერთ-ერთ დამხმარე ურიკაში გატარებული დასატვირთად გამოყენებული ორდოლიანი ჯალამბრის უკუსვლის ბაგირი, ამასთან ორდოლიანი ჯალამბარი აღჭურვილია ორი საწვეი ბაგირით, რომლებიც გატარებულია ძირითადი სატვირთო ურიკის ორდარიან ბლოკში და დამხმარე ურიკების თვითხსნად ბლოკებში ცალ-ცალკე. ჯალამბრის საწვეი ბაგირების დოლი შესრულებულია ორი სექციისაგან, თითოეულზე ცალ-ცალკე დახვეული ორი საწვეი ბაგირით.

ხე-ტყის ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარი (ნახ. 32) შეიცავს ორდოლიან ჯალამბარის 1, რომლის საწვე-სატვირთო ბაგირების დოლი 2 შესრულებულია ორი სექციისაგან 3, თითოეულზე ცალ-ცალკე დახვეული საწვეი ბაგირით 4 და 5, ზეზემდგომ ხეებზე დამაგრებულ მთავარ მზიდ ბაგირს 6, მასზე მოძრავი ავტომატურ-მუხრუჭიანი ურიკით 7, რომლის ორდარიან სატვირთო ბლოკში 8 გატარებულია საწვეი ბაგირები 4 და 5. ეს უკანასკნელები ჩადებულია მიწის ზედაპირთან ახლოს დამაგრებულ თვითხსნად ბლოკებში 9, 10

და ძირითადი ურიკის 7 ორივე მხარეს განლაგებულ დამხმარე ურიკებში 11 და 12, რომლებსაც აქვს თვითხნადი ბლოკები 13 და 14 კაკვის დამჭერებით. საწვეი ბაგირები 4 და 5 ბოლოვდება კაკვებით 15 და 16, რომლებზედაც ჩამოკიდებულია სორტიმენტები 17, 18. ჯალამბრის 1 უკუსვლის დოლიდან 19 გამომავალი უკუსვლის ბაგირი 20 მიმართულების შესაცვლელად გატარებულია ბლოკში 21 და ერთ-ერთ დამხმარე ურიკაში, მაგალითად, 12-ში, რომელიც აღჭურვილია კაკვის დამჭერებით. დამხმარე ურიკები 11, 12 დაკიდებულია მთავარი მზიდი ბაგირის 6 ქვეშ გამავალ განივად გადასატან მზიდ ბაგირებზე 22, 23. დამხმარე ურიკები 11, 12 ერთმანეთთან დაკავშირებულია დამხმარე ბაგირით 24, რომელიც მობრუნების მიზნით გატარებულია ძირს დამაგრებულ ბლოკში 25. მთავარ 6 და განივად გადასატან მზიდ ბაგირებს 22 და 23 აქვს დასაჭიში პოლისპასტები 26, 27 და 28. ამასთან, მეორე განივად გადასატან მზიდ ბაგირზე 23 დამაგრებულია გადასატანი მსდექი 29.



ნახ. 22. განივად გადასატანი ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სქემა ორი საწვეი და ერთი უკუსვლის ბაგირით

ხე-ტყის ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარი (ნახ. 22) მუშაობს შემდეგნაირად: საბაგირო დანადგარისათვის გაკაფული ტრასის ზედა და ქვედა ბაქნებზე შერჩეულ ხეებზე მთავარი მზიდი

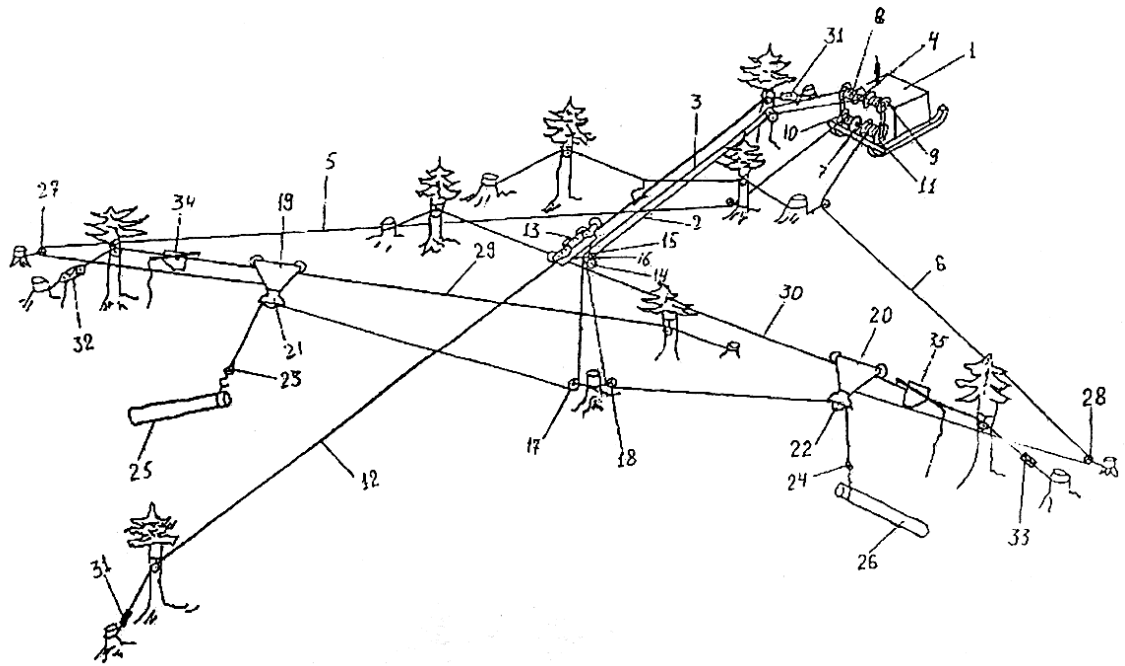
ბაგირის 6 დაჭიმვის შემდეგ, საბაგრო დანადგარის მზიდი ბაგირის ქვეშ, ზეზემდგომ ხეებზე, ტრასის მარჯვნივ და მარცხნივ ხდება განივად გადასატანი მზიდი ბაგირების 22, 23 დაჭიმვა, რის შემდეგაც მასზე ჩამოკიდებენ დამხმარე ურიკებს 11 და 12, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია დამხმარე ბაგირით 24. ამ დროს, დამხმარე ურიკები 11, 12 იმყოფება საბაგრო დანადგარის ტრასასთან. ამის შემდეგ მეჯალამბრე ჩართავს ჯალამბრის 1 უკუსვლის დოლს 19 და დაიწყებს უკუსვლის ბაგირის 20 დახვევას. ბაგირის 20 კაკვიანი ბოლო 22 მიეჭინება ურიკას 12 და მას გადაადგილებს ტყეკაფისაკენ. ვინაიდან ურიკები 11, 12 ერთმანეთთანაა დაკავშირებული დამხმარე ბაგირით, მეორე ურიკაც 11 იწყებს თანაბარ მოძრაობას ტყეკაფისაკენ. ურიკების 11, 12 სათანადო ადგილზე დაფიქსირება ხორციელდება მეორე გადასატან მზიდ ბაგირზე 23 დამაგრებული გადასატანი მსდექის 29 საშუალებით, ურიკა 12 დაეჯახება მსდექს 29 და ჩამკეტი მექანიზმით ფიქსირდება ადგილზე.

შემდგომ მეჯალამბრე ორივე საწევ ბაგირს 4, 5 თავისი კაკვიანი ბოლოებით დაუშვებს დაბლა. ჩამბმელები ჩოკერების საშუალებით სორტიმენტებს 17, 18 ჩააბამენ კაკვებზე 15, 16, მეჯალამბრე ასწევს ორივე ბაგირის 4, 5 ზემოთ და კაკვიანი ბოლოები 15, 16 ურიკებში 11, 12 დაფიქსირდება კაკვების საკიდებში. ამის შემდეგ ჩამბმელები გასხნიან მსდექის 29 ჩამკეტ მექანიზმს და ურიკები 11, 12 თავისუფლდება. მეჯალამბრეს ჯალამბრის უკუსვლის დოლი 19 გადაჰყავს თავისუფალ სვლაზე, რთავს დოლს 2 და იწყებს საწევი ბაგირების 4, 5 დახვევას, რის შემდეგაც ურიკები 11, 12 მიჰყავს საბაგრო დანადგარის ტრასასთან. როდესაც ორივე ურიკა 11, 12 აღმოჩნდება საბაგრო დანადგარის ქვეშ მეჯალამბრე აჩერებს დოლს 2. კაკვების 15, 16 საკიდებიდან ადვილად გათავისუფლების მიზნით, ორივე ტვირთს 17, 18 ასწევს ოდნავ მაღლა, გათავისუფლების შემდეგ კაკვებს 15, 16 სორტიმენტებთან 17, 18 ერთად დაუშვებს დაბლა, შემდეგ ბერკეტის დარტყმით ხსნიან ურიკების 11, 12 თვითხსნად ბლოკებს 13, 14 და ბაგირები გადმოვარდება ურიკებიდან 11, 12. მეჯალამბრე აგრძელებს დოლის 2 სექციებზე 3 ბაგირების 4, 5 დახვევას, რის შედეგადაც კაკვიანი ბოლოები 15, 16 დაეჯახება

შესაბამისად თითოეული დამატებითი ურიკისათვის 11, 12 მიწის ზედაპირთან ახლოს დამაგრებულ თვითხსნად ბლოკებს 9, 10 და ხსნის მათ. მეჯალამბრე ასწევს ორივე სატვირთო ბაგირზე 4, 5 დაჩოკერებულ სორტიმენტებს 17, 18 მაღლა და ორივე დამატებითი ურიკის მიერ მოტანილი ტვირთი დაფიქსირდება დანადგარის მთავარ ურიკაში 7. ამის შემდეგ მეჯალამბრეს დოლი 2 სექციებით 3 გადაჰყავს სამუხრუჭე რეკიმში. ათავისუფლებს მთავარ ურიკას 7 მუხრუჭისაგან და ურიკა იწევს მოძრაობას მთავარ მზიდ ბაგირზე 6 ქვედა ბაქნისაკენ (ზედა საწყოები). სორტიმენტების ჩამოხსნის შემდეგ ციკლი მეორდება.

ნახ. 23-ზე მოცემული საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ტექნიკური შედეგია მწარმოებლობის გაზრდა და დანადგარის ექსპლუატაციის ხარისხის ამაღლება, რაც მიიღწევა ხე-ტყის ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარით, რომელიც შეიცავს მთავარ მზიდ ბაგირს, მასზე მოძრავი ძირითადი სატვირთო ურიკით, ორმხრივ განივად გადასატან მზიდ ბაგირებს, მათზე მოძრავი დამხმარე ურიკებით, ჯალამბარის საწვეი და უკუსვლის ბაგირებით, ამასთან ჯალამბარს აქვს მეორე საწვეი და მეორე უკუსვლის ბაგირი, ხოლო საწვე-სატვირთო ბაგირები ძირითადი და დამხმარე ურიკებისათვის გატარებულია ორი განმხოლოებული ერთდარიანი ბლოკისაგან შემდგარ ძირითადი ურიკის სატვირთო ბლოკში და დამხმარე ურიკების თვითხსნად ბლოკებში, უკუსვლის ბაგირები კი ბლოკების საშუალებით ცალ-ცალკე დაკავშირებულია საბაგირო ტრასის სხვადასხვა მხარეს დამონტაჟებულ დამხმარე ურიკებთან.

ხე-ტყის ორმხრივი საჰაერო საბაგირო მორსათრევი დანადგარი შეიცავს ოთხდოლიან ჯალამბარს 1, რომლის საწვე-სატვირთო ბაგირების 2, 3 დოლი 4 და უკუსვლის ბაგირების 5, 6 დოლი 7 შესრულებულია ორ-ორი სექციისაგან, შესაბამისად, საწვე-სატვირთო ბაგირების დოლი 4, 8 და 9 სექციებისაგან და უკუსვლის ბაგირების დოლი 7, 10 და 11 სექციებისაგან, თითოეული ინდივიდუალური ამძრავით; ზეზემდგომ ხეებზე ან სპეციალურ ანძებზე დამაგრებულ ძირითად მზიდ ბაგირს 12, მასზე მოძრავი ავტომატურ-მუხრუჭიანი ურიკით 13, რომლის ორდარიან, ორი ცალ-ცალკე დამზადებული



ნახ. 23. განივგადასატანი ორმხრივი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის სქემა ორი საწევი და ორი უკუსვლის ბაგირით

გორგოლაჭისაგან 14, 15 შემდგარ სატვირთო ბლოკში 16 გატარებულია საწევი ბაგირები 2 და 3, რომლებიც შემდგომ ჩადებულია მიწის ზედაპირთან ახლოს დამაგრებულ თვითხსნად ბლოკებში 17, 18 და ძირითადი ტრასის ორივე მხარეს განლაგებული დამხმარე ურიკების 19 და 20 თვითხსნად ბლოკებში 21 და 22, რომლებიც, თავის მხრივ, აღჭურვილია კაკვის დამჭერებით. საწევი ბაგირები 2 და 3 ბოლოვდება კაკვებით 23 და 24, რომლებზედაც დაკიდებულია სორტიმენტები 25, 26; ჯალამბრის 1 უკუსვლის დოლის 7 სექციებიდან 10 და 11 გამოშავალი უკუსვლის ბაგირები 5 და 6, საჭირო რაოდენობის დამატებითი ბლოკების 27, 28 საშუალებით ცალ-ცალკე უკავშირდება შესაბამისად, თავ-თავის დამატებით დამხმარე ურიკებს 19, 20. დამხმარე ურიკები 19, 20 დაკიდებულია მთავარი მზიდი ბაგირის 12 ქვეშ გამავალ განივად გადასატან მზიდ ბაგირებზე 29, 30. მთავარი მზიდი ბაგირის 12 და განივად გადასატან მზიდ ბაგირებს 29, 30 აქვს დასაჭიმი პოლისპასტები 31, 32, 33 და გადასატანი მსდექები 34 და 35.

ხე-ტყის ორმხრივი საჭაერო საბაგრო მორსათრევი დანადგარი მუშაობს შემდეგნაირად:

დასაწყისში დამხმარე ურიკები 19, 20 იმყოფება საბაგირო დანადგარის ტრასასთან. მეჯალამბრე ჩართავს ჯალამბრის 1 უკუსვლის დოლის 7 სექციებს 10 და 11 და იწყება უკუსვლის ბაგირების 5, 6 დახვევა დოლის 7 სექციებზე 10 და 11, რის შედეგადაც ხდება დამატებითი დამხმარე ურიკების 19 და 20 გაყვანა ძირითადი საბაგირო ტრასიდან ტყეკაფის ორივე მხარეს, ერთდროულად. იმისდა მიხედვით თუ საბაგირო ტრასის რომელ მხარეს რა მანძილზე არის ურიკა გასაჩერებელი ტყეკაფში, მეჯალამბრე შესაბამისი სიგნალის შემდეგ თიშავს უკუსვლის დოლის 7 ერთ-ერთ სექციას 10 ან 11. ასევე ხდება მეორე ურიკის ტყეკაფის მეორე მხარეს დაფიქსირება. ამის შემდეგ დამხმარე ურიკები 19, 20 გადასატანი მსდექებით 34 და 35 ფიქსირდება განივ გადასატან მზიდ ბაგირებზე 29, 30.

ამის შემდეგ მეჯალამბრე ორივე საწვე ბაგირს 2, 3 თავისი კაკვიანი ბოლოებით 23 და 24 დაუშვებს დაბლა. ჩამბმელები ჩოკერების საშუალებით ჩააბამენ სორტიმენტებს 25, 26 კაკვებზე 23, 24, მეჯალამბრე ასწევს ორივე საწვე ბაგირს 2, 3 და კაკვიანი ბოლოები 23, 24 დაფიქსირდება დამხმარე ურიკების 19, 20 კაკვების საკიდებში. ჩამბმელები ხსნიან დამხმარე ურიკების მსდექების 34, 35 ჩამკეტ მექანიზმებს.

მეჯალამბრეს თავისუფალ სვლაზე გადაჰყავს ჯალამბრის უკუსვლის დოლი 7, სექციებით 10, 11, რის შემდეგაც რთავს საწვე ბაგირების დოლს 4 სექციებით 8, 9. იწყება საწვე ბაგირების 2, 3 დახვევა დოლებზე 8 და 9. დამხმარე ურიკები 19, 20 გადაადგილდება ძირითადი საბაგირო ტრასისაკენ, როდესაც ორივე დამხმარე ურიკა აღმოჩნდება ძირითადი საბაგირო დანადგარის ტრასის ქვეშ, ბერკეტის დარტყმით ხსნიან დამხმარე ურიკების 19, 20 თვითხსნად ბლოკებს 21, 22 და საწვე ბაგირები 2, 3 გადმოვარდება დამხმარე ურიკებიდან 19, 20. მეჯალამბრე აგრძელებს დოლის 4 სექციებზე 8 და 9 ბაგირების 2, 3 დახვევას, რის შედეგადაც ბაგირების კაკვიანი ბოლოები 23, 24 დაეჯახება, შესაბამისად, თითოეული დამხმარე ურიკისათვის 19, 20 მიწის ზედაპირთან ახლოს დამავრებულ თვითხსნად ბლოკებს 17, 18 და ხსნის მათ. მეჯალამბრე ასწევს ორივე სატვირთო ბაგირზე 5, 6 დაჩოკერებულ სორტიმენტებს 25, 26 მაღლა და ორივე დამატებითი

ურიკის მიერ მოტანილი ტვირთი დაფიქსირდება დანადგარის მთავარ ურიკაში 13, რის შემდეგაც მეჯალამბრეს დოლი 4 სექციებით 8 და 9 გადაჰყავს სამუხრუჭე რეკიმში, ათავისუფლებს მთავარ ურიკას 13 მუხრუჭისაგან და ურიკა იწყებს მოძრაობას მთავარ მზიდ ბაგირზე 12 ქვედა ბაქნისაკენ (ზედა საწყოები). სორტიმენტის ჩამოხსნის შემდეგ ციკლი მეორდება.

2.5. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის ანგარიში

განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირების (ძირითადი ტრასის და განივგადასატანი) გაანგარიშების აუცილებლობა დაკავშირებულია მათი მუშაობის არასტანდარტული ექსპლუატაციის პირობებთან, რადგანაც, როგორც ძირითადი ტრასის მზიდი ბაგირი, აგრეთვე განივგადასატანი მზიდი ბაგირები განიცდიან ცვალებად და მზარდი სახის დატვირთვებს. აღნიშნული გამოწვეულია იმით, რომ ტრასის გვერდებიდან შოლტების მორსათრევის დროს, მზიდ ბაგირზე დაყენებული ურიკის ბლოკში გატარებული საწვევი ბაგირისათვის საყრდენს წარმოადგენს ძირითადი ტრასის მზიდი ბაგირი, მითუმეტეს, რომ გვერდებიდან განივგადასატან მზიდ ბაგირებზე დაყენებული ურიკებით მორსათრევა ხორციელდება ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში – რიგ შემთხვევაში კი მთლიანად მიწის ზედაპირზე, რაც დაკავშირებულია წვევის ძალის მნიშვნელოვან ცვალებადობასთან – ზრდასთან, საიდანაც გამომდინარე მზიდი ბაგირები, წვევის ძალის ზრდასთან ერთად, განიცდიან ცვალებად და გაზრდილ დატვირთვებს [12, 13, 30].

განივგადასატანი საკიდი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები თავისი დანიშნულებით წარმოადგენენ დროებით შემსუბუქებულ სატრანსპორტო მოწყობილობებს. მათი გამოყენების ეკონომიკური მიზანდასახულობა მით მეტია, რაც მსუბუქი და მარტივია მათი კონსტრუქცია და ნაკლებია მათი მონტაჟის შრომატევადობა. ამიტომ ასეთი დანადგარების მზიდი ბაგირები ხისტად მაგრდებიან ბოლოებით და შუალედური საყრდენების სახით (მრავალმალიანი საბაგირო დანადგარებისათვის) გამოიყენება მზარდ ხეებზე დაკიდული ბაგირები.

ტყის სატრანსპორტო დანადგარების ექსპლუატაციის გამოცდილებამ გვაჩვენა, რომ მზიდი ბაგირები, როგორც წესი, მუშაობენ ორის ტოლი სიმტკიცის მარაგით. ამასთან ზოგიერთ დანადგარებზე შეინიშნება ბაგირის ცვეთის დიდი, ხოლო ზოგიერთზე ნაკლები ხარისხი. აღნიშნულის გარდა, ტრანსპორტირებული მერქნის რაოდენობა მზიდი ბაგირის შეცვლამდე მერყეობს დიდ ზღვრებში – 4,5-დან 20 ათას კუბურ მეტრამდე. შესრულებული სამუშაოს ასეთი მნიშვნელოვანი განსხვავება ადასტურებს მზიდი ბაგირების ტექნიკურად დასაბუთებული რეკომენდაციების უპირობო დაცვისა და აგრეთვე მათი წუნის მაჩვენებლების გამორიცხვის აუცილებლობას.

ასეთი პირობებში საკიდი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების საიმედოობის უზრუნველყოფა შესაძლებელია მხოლოდ ბაგირების ანგარიშის უტყუარი მეთოდის საფუძველზე, სადაც მაღალ ხარისხში იქნება ასახული მისი მუშაობის ისეთი სპეციფიკური თავისებურებები, როგორცაა შუალედური ანძების წვეროების მოძრაობა, ბაგირების ანკერული დამაგრების დამყოლობა, მზიდი ბაგირის დამჭერი ხის ანძების მოქნილობის ზეგავლენა და სხვა.

ღუნვადი ბაგირების ანგარიშის დროს ფიზიკური ტანის დრეკადი დეფორმაციები განიხილება ბაგირის ჩაკიდულობის ფორმის გეომეტრიული ცვალებადობით.

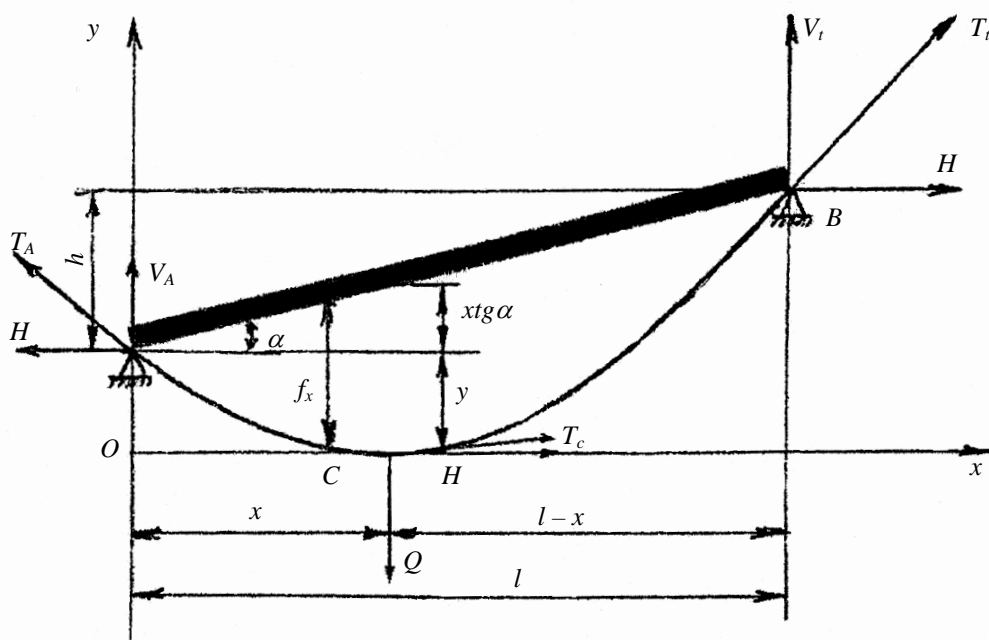
2.5.1. განიგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის მთლიანი სიგრძის განსაზღვრა დატვირთულ მდგომარეობაში

ღუნვადი ბაგირის თავსებადობის დამატებითი განტოლებების შედგენის დროს ნულს უტოლდება ღუნვადი ბაგირის სიგრძის ცვალებადობა. ამასთან მხედველობაში მიიღება ის გარემოება, რომ ღუნვადი ბაგირის სიგრძის ცვალებადობაზე დიდ გავლენას ახდენენ დრეკადი დეფორმაციები. ასე მაგალითად ერთმალისანი დაქანებული ბაგირების ანგარიშის დროს დრეკადი დეფორმაციები იწვევს 35-40% ცდომილებას, ხოლო მრავალმალისანში ეს სიდიდე კიდევ უფრო იზრდება.

საბაგირო მორსათრევი დანადგარების გაანგარიშება იწყება იმით, რომ ტრასის გრძივი პროფილის მონაცემების გათვალისწინებით

დგინდება დანადგარის ძირითადი პარამეტრები. საბაგირო მორსათრევე დანადგარებში ლიანდად გამოიყენება ღუნვადი დაწნული ფოლადის მზიდი ბაგირები. მზიდი ბაგირის გაანგარიშების შედეგები აგრეთვე დამოკიდებულია ისეთ ფაქტორებზე, როგორებიცაა: მალის სიგრძე, ბაგირის ჩაკიდულობის ისარი, ტრასის დახრილობა, ჩაწერტებული ტვირთის წინა და ა.შ. [12, 13, 30, 39].

მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის და დაჭიმულობის გაანგარიშების დროს შეიძლება გამოიყენებული იქნეს ჭაჯვეური ხაზის (ნახ. 7) რთული და ზუსტი და აგრეთვე უფრო მიახლოებითი პარაბოლას (ნახ. 24) მეთოდი.



ნახ. 24. მზიდი ბაგირის პარაბოლას მეთოდით გაანგარიშების სქემა

არსებობს ღუნვადი ბაგირების ანგარიშის სამი ვარიანტი:

– სტატიკური

$$H = \frac{ql^2}{8f \cos \alpha}, \quad (65)$$

რომელიც განსაზღვრავს ბაგირზე მოქმედ ძალებს შორის დამოკიდებულებას

– გეომეტრიული

$$L = \frac{l}{\cos \alpha} + \frac{8 \cos^3 \alpha}{3 l}, \quad (66)$$

რომელიც განსაზღვრავს ბაგირის სიგრძის ცვლას და მისი ჩაკიდულობის ფორმას. და ჩვენი შემთხვევისათვის, ჩაკიდულობის მცირე ისრებით, ღუნვადი მზიდი ბაგირის საანგარიშოდ შერჩეულია ფიზიკური მესამე ვარიანტი, რომელიც ადგენს დამოკიდებულებას ძალებსა და დეფორმაციებს შორის, როცა დრეკადი დეფორმაცია წარმოებს ბაგირის მთელ სიგრძეზე თანაბრად

$$\Delta L = \frac{(T - T_0)l}{E_K F \cos \alpha}, \quad (67)$$

სადაც H – მზიდი ბაგირის დაჭიმულობის ჰორიზონტალური მდგენელი;

f – მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისარი;

L – დატვირთული მზიდი ბაგირის სიგრძე;

q – ერთი გრძივი მეტრი ბაგირის წონა;

ΔL – დრეკადი დაგრძელება;

l – ძალის ქორდის სიგრძის ჰორიზონტალური მდგენელი;

E_K – ბაგირის დრეკადობის მოდული;

F – ბაგირის მეტალის განივკვეთი;

α – ძალის ქორდის დახრილობის კუთხე ჰორიზონტალთან;

T_0 – მზიდი ბაგირის სამონტაჟო დაჭიმულობა;

T – დატვირთული მზიდი ბაგირის დაჭიმულობა.

განვიხილოთ სხვადასხვა სიმაღლეზე განლაგებულ საყრდენებზე დაკიდული ერთმალიანი დრეკადი ბაგირი დამაგრებული ბოლოებით. აღვნიშნოთ ბაგირის საწყისი სამონტაჟო დაჭიმულობა T_0 -ით, საკუთარი წონით გამოწვეული ჩაკიდულობის ისარი f_0 -ით, ბაგირის სიგრძე დატვირთვამდე L_0 -ით. ბაგირის დატვირთვის შემდეგ მისი დაჭიმულობა და ჩაკიდულობა გაიზრდება T -მდე და f -მდე, შესაბამისად გაიზრდება ბაგირის სიგრძეც L სიდიდემდე (ნახ. 2). T , f და L განსაზღვრის ამოცანა სტატიკურად განუსაზღვრელია და ამიტომ მის ამოსახსნელად საჭიროა შევადგინოთ დამატებითი განტოლება, დაფუძნებული ბაგირის დეფორმაციაზე. იმის გათვალისწინებით, რომ ბაგირის სიგრძე L , გარე ძალის მიყენების შემდეგ ტოლი იქნება მისი პირვანდელი სიგრძის L_0 და დრეკადი დაგრძელების ΔL ჯამისა

$$L = L_0 + \Delta L, \quad (68)$$

საიდანაც

$$L_0 = L - \Delta L. \quad (69)$$

(69) გამოსახულებაში შემავალი ბაგირის სიგრძე L შეიძლება გამოვსახოთ მისი საწყისი სიგრძის $L_0 = l/\cos\alpha$ და მალის შუაში მაქსიმალური ჩაკიდულობის f_{\max} საშუალებით

$$L = \frac{l}{\cos\alpha} + \frac{8}{3} \frac{f_{\max}^2}{l} \cos^3\alpha. \quad (70)$$

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული T დაჭიმულობა არ არის მუდმივი და იცვლება ბაგირის სიგრძის მიხედვით, საკუთარი წონის ზემოქმედებით.

განხილვად სქემაში ბაგირის დაჭიმულობის მინიმალურ მნიშვნელობას ადგილი აქვს A საყრდენთან, ხოლო მაქსიმალურს – B საყრდენთან (ნახ. 24).

დაჭიმულობის საშუალო სიდიდე მიახლოებით შეიძლება განისაზღვროს, როგორც T_A და T_B დაჭიმულობების ჯამის ნახევარი ანუ

$$T_{\text{საშ}} = \frac{T_A + T_B}{2}. \quad (71)$$

იმის საფუძველზე, რომ მალის შუაში პარაბოლას მხები მალის ქორდის პარალელურია (ნახ. 2, ა) შეიძლება ჩაიწეროს, რომ

$$H = T \cos\alpha, \quad (72)$$

ხოლო ბაგირის დაჭიმულობის მნიშვნელობა ამ შემთხვევაში, ჩაიწერება შემდეგნაირად

$$T = T_A + q \left[\frac{h}{2} - f \right], \quad (73)$$

$$T = T_B - q \left(\frac{h}{2} + f \right), \quad (74)$$

სადაც $h - A$ და B საყრდენებს შორის სიმაღლეში სხვაობა.

(73) და (74) გამოსახულებების ნახევარჯამიდან განვსაზღვროთ T და მივიღებთ

$$T = T_A + q \frac{h}{2} + qf + T_B - q \frac{h}{2} - qf = \frac{T_A + T_B}{2} - qf. \quad (75)$$

(73) ტოლობის გათვალისწინებით გვქმნება

$$T = T_{\text{საშ}} - qf. \quad (76)$$

(74) გამოსახულებაში (76) გამოსახულების მნიშვნელობის შეტანით მივიღებთ

$$H = (T_{\text{ბსწ}} - qf) \cos \alpha . \quad (77)$$

qf ნამრავლი $T_{\text{ბსწ}}$ -თან შედარებით არსებითად მცირეა, ამიტომ მიახლოებითი – პრაქტიკული გაანგარიშებების დროს საკმარის სიზუსტედ შეიძლება ჩაითვალოს

$$H \approx T_{\text{ბსწ}} \cos \alpha = T \cos \alpha , \quad (78)$$

მაშინ (66) გამოსახულების საფუძველზე შეიძლება ჩავწეროთ განტოლება ბაგირის სიგრძის განსაზღვრისათვის მისი დატვირთვის შემდეგ

$$L = \frac{l}{\cos \alpha} + \frac{1}{2T^2 \cos^2 \alpha} \int_0^l Q_1^2 dx . \quad (79)$$

Q_1 სიდიდე საერთო სახით წარმოდგენს განივ ძალას მარტივი კოჭის კვეთში ორ საყრდენზე, დატვირთული ისევე როგორც ბაგირი, თანაბრადგანაწილებული q_1 დატვირთვით და l მალში ნებისმიერად განაწილებული Q ტვირთით (ნახ. 2, ბ) შედეგად $\int_0^l Q_1^2 dx$ ინტეგრალი შეიძლება წარმოდგენილი იქნას ჯამის სახით

$$\begin{aligned} \int_0^l Q_1^2 dx &= \int_0^l \left[\frac{q_1 l}{2} - q_1 Q_1 + \frac{Qb}{l} \right]^2 dx_1 + \int_0^l \left[\frac{q_1 l}{2} - q_1 x_2 + \frac{Qa}{l} \right]^2 dx_2 = \\ &= \frac{q_1 l^3}{12} + q_1 Qab + \frac{Q^2 ab}{l} . \end{aligned} \quad (80)$$

მაქსიმალური ჩაკიდულობა, მაქსიმალური დაჭიმულობა და ბაგირის უდიდესი სიგრძე, დეფორმაციის შემდეგ, შეინიშნება ტვირთის Q მალის შუაში განლაგების დროს, როცა

$$a = b = \frac{l}{2} . \quad (81)$$

ამ შემთხვევაში, ჩასმის შემდეგ გვექნება

$$q_1 = \frac{q}{\cos \alpha} , \quad (82)$$

და ინტეგრალის მნიშვნელობა იქნება

$$\int_0^l Q_1^2 dx = \frac{q^2 l^3}{12 \cos^2 \alpha} + \frac{q Q l^2}{4 \cos \alpha} + \frac{Q^2 l}{4} , \quad (83)$$

მაშინ ბაგირის მთლიანი სიგრძე ტოლია

$$L = \frac{l}{\cos \alpha} + \frac{1}{2T^2 \cos^2 \alpha} \left[\frac{q^2 l^3}{12 \cos^2 \alpha} + \frac{qQl^2}{4 \cos \alpha} + \frac{Q^2 l}{4} \right]. \quad (84)$$

(69) გამოსახულებაში შესაბამისი მნიშვნელობების L_0 , L და ΔL შეტანის და მსგავსი წევრების დაყვანით მივიღებთ ტოლობას

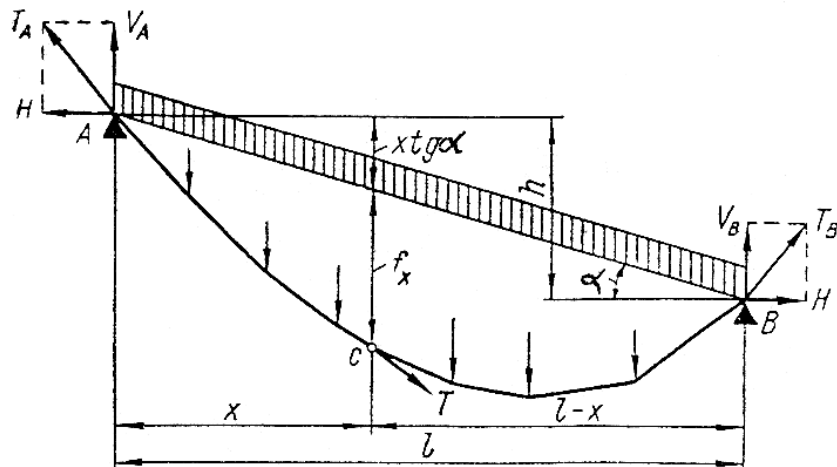
$$\frac{8 f_0^2 \cos^3 \alpha}{3 l} = \frac{1}{2T^2 \cos^2 \alpha} \int_0^l Q_1^2 dx - \frac{(T-T_0)l}{E_k F \cos \alpha}, \quad (85)$$

რომელშიაც f_0 -ის მნიშვნელობის ჩასმით და შესაბამისი გარდაქმნების შემდეგ მიიღება ბაგირის საერთო მდგომარეობის კუბური განტოლება.

2.5.2. საბაგირო მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის საანგარიშო კუბური განტოლება

საანგარიშო სქემის (ნახ. 25) აღნიშვნების მიხედვით ვპოულობთ ბაგირის საყრდენების ვერტიკალური რეაქციების გამოსახულებებს V_A და V_B . თუ აღვნიშვნავთ $M_B^{\circ 3}$ და $M_A^{\circ 3}$ მომენტებს ვერტიკალური დატვირთვებისაგან B და A საყრდენების მიმართ, მაშინ ბაგირის წონასწორობის პირობიდან გამომდინარე შეიძლება ჩაიწეროს

$$\begin{aligned} \sum M_A = 0; \quad M_A^{\circ 3} - V_B l - Hh = 0; \quad \sum M_B = 0; \\ -M_B^{\circ 3} + V_A l - Hh = 0, \end{aligned}$$



ნახ. 25. ბაგირის დატვირთვის სქემა

საიდანაც, იმის მხედველობაში მიღებით, რომ $tg \alpha = \frac{h}{l}$ და სიდიდეები $\frac{M_A^{\circ 3}}{l}$ და $\frac{M_B^{\circ 3}}{l}$ წარმოადგენენ ორ საყრდენზე კოჭის რეაქციებს საერთო სახით მივიღებთ

$$V = V^{\pm} \pm Htg\alpha, \quad (86)$$

სადაც V – ბაგირის რეაქცია;

V^{\pm} – ორ საყრდენზე კოჭის რეაქცია, რომელიც დატვირთულია ბაგირის მსგავსად, ამასთან (+) შეესაბამება მალის ზედა, ხოლო (–) – ქვედა საყრდენს [30].

f_x ჩაკიდულობის განსაზღვრისათვის ნებისმიერ C წერტილში გააკვეთოთ ბაგირი ამ წერტილში და მარჯვენა მხარის გადაადგილებით შევცვალოთ ის ბაგირის T დაჭიმულობით, მაშინ ბაგირის AC მონაკვეთის წონასწორობის პირობიდან გვექნება

$$\sum M_C = 0; \quad V_A x - H(f_x + xtg\alpha) - M_A^{\delta\delta} = 0,$$

სადაც $M_B^{\delta\delta}$ – AC მონაკვეთზე ყველა ძალების მომენტი C წერტილის მიმართ.

(86) ტოლობიდან $V = V^{\pm} \pm Htg\alpha$ მნიშვნელობის ჩასმით ვპოულობთ

$$f_x = \frac{V_A x - M_c^{\delta\delta}}{H} = \frac{M_x}{H}, \quad (87)$$

რადგანაც ამ გამოსახულების მრიცხველი წარმოადგენს M_x მღუნავ მომენტს ორ საყრდენზე კოჭისათვის, რომელიც დატვირთულია ბაგირის ანალოგიურად.

შესაბამისად, ბაგირის ჩაკიდულობა ტოლია ორ საყრდენზე კოჭის მღუნავი მომენტისა გაყოფილი ბაგირის დაჭიმულობის ჰორიზონტალურ მდგენელზე. H სიდიდე ბაგირის ვერტიკალურად დატვირთვის პირობის დროს ყველა მის კვეთში იქნება ერთნაირი.

(87) გამოსახულებიდან შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1) ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდი შეესაბამება ორ საყრდენზე კოჭის მღუნავ მომენტებს $1/H$ მასშტაბში;

2) ბაგირის მრუდის სიგრძე ტოლია კოჭის მღუნავი მომენტების ეპიურების პერიმეტრის სიგრძისა.

მაშასადამე, ბაგირის ჩაკიდულობის სიდიდის განსაზღვრისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას ყველა ფორმულები, ცხრილები და მეთოდები, რომლებიც ეკუთვნის ორ საყრდენზე კოჭის მღუნავი მომენტების სიდიდეების ძიებას.

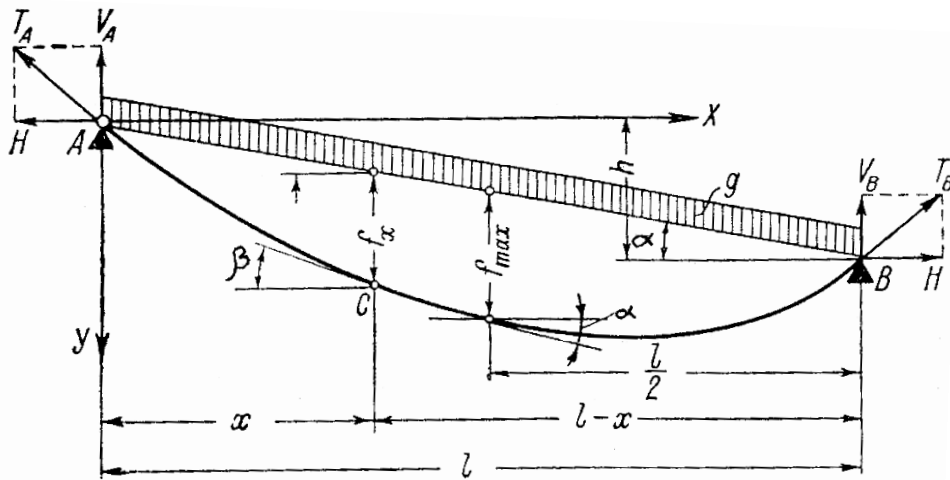
ბაგირის მრუდის ჩაკიდულობის განტოლება, რომელიც ეკუთვნის კოორდინატების დასაწყისს ზედა A საყრდენთან (ნახ. 26), აქვს შემდეგი სახე

$$y = x \operatorname{tg} \alpha + f_x = x \operatorname{tg} \alpha + \frac{M_x}{H},$$

საიდანაც მრუდთან მხების დახრის კუთხე ჰორიზონტალთან ტოლი იქნება

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{H} \frac{dM_x}{dx} = \operatorname{tg} \alpha + \frac{V_\delta}{H}, \quad (88)$$

სადაც V_δ – ორ საყრდენზე კოჭის გადამჭრელი ძალა.



ნახ. 26. ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდი პარაბოლას მიხედვით

ბაგირის ჩაკიდულობებსა და კოჭის მღუნავ მომენტებს შორის მიღებული ანალოგია (87) გამოვიყენოთ (85) ტოლობაში და გვექნება

$$\frac{8 f_0^2 \cos^3 \alpha}{3 l} = \frac{1}{2T^2 \cos^2 \alpha} \int_0^l Q_1^2 dx - \frac{(T - T_0)l}{E_k F \cos \alpha},$$

მიღებულ განტოლებაში შემავალი f_0 სიდიდის საპოვნელად, ბაგირის საკუთარი წონის მოქმედებით ჩაკიდულობის შემთხვევისათვის, როცა ეს წონა დატვირთვის სახით განაწილებულია მალის ქორდაზე q ინტენსივობით

$$f_0 = \frac{qx(l-x)}{2H \cos \alpha}, \quad (89)$$

ამასთან მაქსიმალური ჩაკიდულობა იქნება მალის შუაში, როცა $x = \frac{l}{2}$ ანუ

$$f_{0(\max)} = f_{l/2} = \frac{ql^2}{8H \cos \alpha}, \quad (90)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ $H \approx T \cos \alpha$, მივიღებთ

$$f_0 = \frac{ql^2}{8T_0 \cos^2 \alpha}. \quad (91)$$

(85) ტოლობის მარცხენა ნაწილში f_0 -ის მისი მნიშვნელობით შეცვლით ფორმულიდან (91) და შესაბამისი გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ

$$T_0^3 - T_0^2 \left(T_0 - \frac{E_K F}{L_0} \frac{q^2 l^3}{24 \cos \alpha T_0^2} \right) = \frac{E_K F}{L_0} \frac{1}{8} \left(\frac{q^2 l^2}{3 \cos \alpha} + Q^2 \cos \alpha + Qql \right). \quad (92)$$

ფორმულაში (92) L_0 -ის მნიშვნელობის შეტანით გვექნება

$$T_0^3 - T_0^2 \left(T_0 - \frac{E_K F \cos \alpha}{T_0^2 l} \frac{q^2 l^3}{24 \cos \alpha} \right) = \frac{E_K F \cos \alpha}{l} \frac{1}{8} \left(\frac{q^2 l^2}{3 \cos \alpha} + Q^2 \cos \alpha + Qql \right). \quad (93)$$

შემდეგ ვადგენთ სამონტაჟო დაჭიმულობის A_0 და მუშა დაჭიმულობის A სატვირთო ფაქტორების მნიშვნელობებს.

სამონტაჟო დაჭიმულობის სატვირთო ფაქტორი იანგარიშება დატვირთვის სახის მიხედვით (ნახ. 27, I შემთხვევა)

$$A_0 = \frac{G^2 l}{24}, \quad A_0 = \frac{G^2 l}{24} \cos \alpha, \quad (94)$$

სადაც G – ბაგირის წონა მალში

$$G = \frac{ql}{\cos \alpha}, \quad (95)$$

მაშინ

$$A_0 \frac{q^2 l^2}{24 \cos^2 \alpha} \cos \alpha = \frac{q^2 l^2 l \cos \alpha}{24 \cos^2 \alpha} = \frac{q^2 l^3}{24 \cos \alpha}. \quad (96)$$

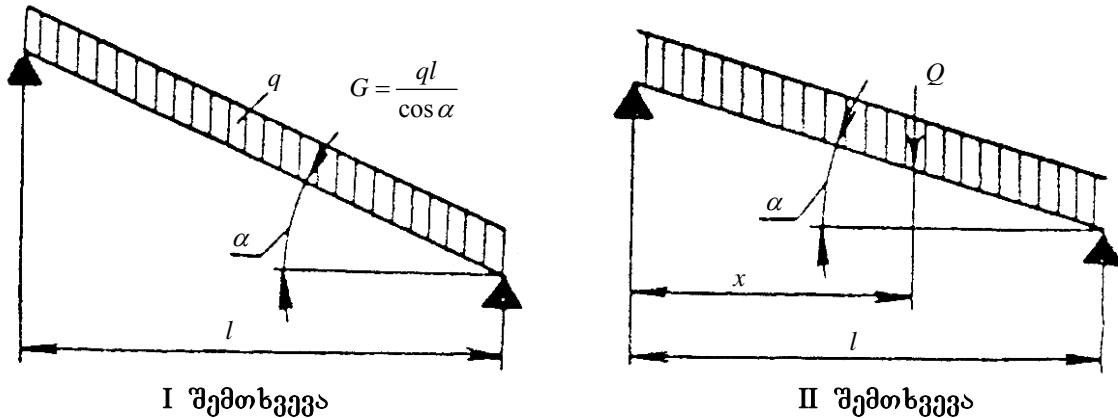
მუშა დაჭიმულობის სატვირთო ფაქტორიც იანგარიშება დატვირთვის სახის მიხედვით (ნახ. 27, II შემთხვევა)

$$A = A_0 + Q(Q + G) \frac{x(l-x)}{2l} \cos \alpha, \quad (97)$$

სადაც Q – ტვირთის წონა;

$$x = \frac{l}{2} - \text{მალის ნახევარი მანძილი.}$$

მაშინ



ნახ. 27. ბაგირის მდგომარეობის სქემები, სამონტაჟო A_0 და მუშა A დაჭიმულობების სატვირთო ფაქტორის დასადგენად

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{q^2 l^3}{24 \cos \alpha} + Q \left(Q + \frac{ql}{\cos \alpha} \right) \frac{l}{2} \left(\frac{l - l/2}{l} \right) \cos \alpha = \frac{q^2 l^3}{24 \cos \alpha} + \\
 &+ Q \left(Q + \frac{ql}{\cos \alpha} \right) \frac{l \cos \alpha}{8} = \frac{q^2 l^3}{24 \cos \alpha} + \frac{Q^2 l \cos \alpha}{8} + \frac{Qql^2}{8} = \\
 &= \frac{l}{8} \left(\frac{q^2 l^2}{3 \cos \alpha} + Q^2 \cos \alpha + Qql \right). \tag{98}
 \end{aligned}$$

ფორმულაში (93) A_0 და A მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ ბაგირის საერთო მდგომარეობის გამოსახულებას, რომელიც აკავშირებს ბაგირის დაჭიმულობებს T_a და T_0 , დატვირთვების ნებისმიერი ცვლილებების დროს

$$\begin{aligned}
 T_a^3 - T_a^2 \left[T_0 - \frac{E_k F \cos \alpha}{l} \frac{A_0}{T_0^2} \right] &= \frac{E_k F \cos \alpha}{l} A, \\
 T_a^3 - T_a^2 T_0 &= \frac{E_k F \cos \alpha}{l} A - T_a^2 \frac{E_k F \cos \alpha}{l} \frac{A_0}{T_0^2},
 \end{aligned}$$

და ბოლოს

$$T_a^3 - T_a^2 T_0 = \frac{E_k F \cos \alpha}{l} \left(A - T_a^2 \frac{A_0}{T_0^2} \right). \tag{99}$$

გამოსახულება (99) აერთიანებს ღუნვადი ბაგირების ანგარიშის თეორიის ყველა სამი მხრის ამოცანას და წარმოადგენს ერთმალის დანადგარის ბაგირის საერთო მდგომარეობის კუბურ განტოლებას, რომელიც განსაზღვრავს დამოკიდებულებას ბაგირის საწყის სამონტაჟო

დაჭიმულობას T_0 და საბოლოო მუშა დაჭიმულობას T_a შორის ტვირთის Q ყველაზე უფრო არახელსაყრელ საანგარიშო მალის l შუა მდგომარეობაში განლაგების დროს.

2.5.3. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის მუშა და სამონტაჟო დაჭიმულობების განსაზღვრა მაქსიმალური ჩაკიდულობის საშუალო მნიშვნელობის მიხედვით

მაქსიმალური დაჭიმულობა T_{max} ბაგირის საკუთარი წონის ზეგავლენის გათვალისწინებით იქნება მისი დაკიდების ყველაზე მაღალ წერტილში (კვეთი, ნახ. 3) ანუ B საყრდენთან

$$T_{max} = T_a + q \frac{h}{2}. \quad (100)$$

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ მზიდი ბაგირის დაჭიმულობის გაანგარიშების ანალიტიკური ხერხები საკმაოდ რთულია, ამასთან სრულიად არ აკმაყოფილებენ მათდამი წაყენებულ მოთხოვნებს [12, 13, 30, 39]:

1. შუალედური საყრდენების მინიმალური რაოდენობა;
2. მზიდი ბაგირის დიამეტრის ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევა, რაც უზრუნველყოფს დანადგარის მწარმოებლურ მუშაობას, მონტაჟის და დემონტაჟის დროს გაწეული შრომითი დანახარჯების მინიმუმს, მომსახურე პერსონალის უსაფრთხოება;
3. დანადგარის მთელ ტრასაზე ტვირთების თავისუფალი მოძრაობა;
4. დანადგარის ექსპლუატაციის დროს მზიდი ბაგირის რეალური დაჭიმულობის განსაზღვრა.

აღნიშნული მოთხოვნები უზრუნველყოფილი იქნება, თუ შევირჩევთ მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის ოპტიმალურ სიდიდეს, რისთვისაც პირველ რიგში აუცილებელია ჩატარდეს ტრასის უმარტივესი გამოკვლევა ბუსოლის, ეკლიმეტრის და საზომი ლენტის საშუალებით.

აღსანიშნავია, რომ ჩაკიდულობის ისარი არის ის პარამეტრი, რომელიც უზრუნველყოფს ტვირთის გავლას მთელ ტრასაზე და განსაზღვრავს შუალედური საყრდენების რაოდენობას. აქედან გამომდინარე, ბაგირის ჩაკიდულობის ისარია სიდიდე, რომლის საშუალებითაც ხდება მზიდი ბაგირის დაჭიმულობის განსაზღვრა.

ბაგირის ნებისმიერ კვეთში ჩაკიდულობის ისრის f_x განსაზღვრისათვის, რომელიც გამოწვეულია მისი საკუთარი წონით q და ჩაწერტებული-თავმოყრილი ტვირთით Q , განვიხილოთ ბაგირის მარცხენა ნაწილის წონასწორობის პირობა, რისთვისაც უკუგდებული მარჯვენა ნაწილის მოქმედება შევცვალოთ T_c ძალით (ნახ. 25).

დავუშვათ ტვირთი Q განლაგებულია C წერტილში მარცხენა A საყრდენიდან x მანძილზე (ნახ. 3). ამასთან ბაგირის რეაქციის ვერტიკალური მდგენელები საყრდენებთან ტოლია

$$V_A = \frac{ql}{2\cos\alpha} + \frac{Q(l-x)}{l} - Htg\alpha, \quad (101)$$

$$V_B = \frac{ql}{2\cos\alpha} + \frac{Qx}{l} - Htg\alpha. \quad (102)$$

ბაგირის ჩაკიდულობა f_x c წერტილში განისაზღვრება მარცხენა ნაწილზე მოქმედი ყველა ძალების მომენტების ჯამის ნულთან ტოლობის პირობიდან

$$\sum M_c = V_A x - Hy - \frac{qx^2}{2\cos\alpha} = 0. \quad (103)$$

ტოლობაში (103) V_A მნიშვნელობის შეტანით და შესაბამისი გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ

$$y + xtg\alpha = \frac{qx(l-x)}{2H\cos\alpha} + \frac{Qx(l-x)}{Hl}. \quad (104)$$

ნახაზიდან 3 გვაქვს

$$y + xtg\alpha = f_x, \quad (105)$$

შესაბამისად

$$f_x = \frac{qx(l-x)}{2H\cos\alpha} + \frac{Qx(l-x)}{Hl}. \quad (106)$$

განტოლების (106) პირველი შესაკრები წარმოადგენს ბაგირის ჩაკიდულობას საკუთარი წონისაგან q , ხოლო მეორე – ბაგირის ჩაკიდულობას ტვირთისაგან Q , ე.ი. ბაგირის ჩაკიდულობა f_x ნებისმიერ კვეთში ტოლია საკუთარი წონით და ტვირთით გამოწვეული ჩაკიდულობების ჯამისა

$$f_x = f_q + f_Q. \quad (107)$$

კვეთის განსაზღვრისათვის, რომელშიაც ბაგირის ჩაკიდულობა იქნება მაქსიმალური, (106) განტოლების პირველი რიგის წარმოებულს უტოლებთ ნულს

$$\frac{df_x}{dx} = \frac{q(l-2x)}{2H \cos \alpha} + \frac{Q(l-2x)}{Hl} = 0, \quad (108)$$

საიდანაც მივიღებთ

$$x = \frac{l}{2}. \quad (109)$$

გამომდინარე, ბაგირის მაქსიმალური ჩაკიდულობა კვეთში $x = \frac{l}{2}$

ტოლი იქნება

$$f_{\max} = \frac{ql^2}{8H \cos \alpha} + \frac{Ql}{4H}. \quad (110)$$

მიღებული ფორმულის საფუძველზე შეგვიძლია დავწეროთ

$$f_{\max} = \frac{M}{H \cos \alpha} + \frac{M'}{H}, \quad (111)$$

სადაც $M = \frac{ql^2}{8}$ – მაქსიმალური მღუნავი მომენტი მარტივი კოჭის კვეთში საკუთარი წონისაგან;

$M' = \frac{Ql}{4}$ – იგივე გამოწვეული ჩაწერტებული ტვირთისაგან.

ფორმულაში (110) შევცვალოთ H მისი მნიშვნელობით $H = T \cos \alpha$ და მივიღებთ T დაჭიმულობისაგან ღუნვადი ბაგირის მაქსიმალური ჩაკიდულობის საანგარიშო გამოსახულებას

$$f_{\max} = \frac{ql^2}{8T \cos^2 \alpha} + \frac{Ql}{4T \cos \alpha}. \quad (112)$$

პროექტირების დროს ბაგირის ჩაკიდულობის f_x მრუდის ორდინატას გამოსათვლელად ნებისმიერ x კვეთში ხელსაყრელია ვისარგებლოთ დამოკიდებულებით

$$f_x = f(f_{\max}). \quad (113)$$

ამისათვის f_x -ის და f_{\max} -ის გამოსახულებები (106) და (112) წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით

$$f_x = \frac{x(l-x)}{2H} \left[\frac{q}{\cos \alpha} + \frac{2Q}{l} \right]. \quad (114)$$

როცა $x = \frac{l}{2}$

$$f_{\max} = \frac{l^2}{8H} \left[\frac{q}{\cos \alpha} + \frac{2Q}{l} \right], \quad (115)$$

ვღებულობთ ჩაღუნვების ფარდობას

$$\frac{f_x}{f_{\max}} = \frac{x(l-x)}{2H} \frac{8H}{l^2} = 4 \frac{x(l-x)}{l^2} = 4 \frac{x}{l} \left[1 - \frac{x}{l} \right], \quad (116)$$

საიდანაც, თუ პროფილის პირობის მიხედვით მოცემულია მაქსიმალური დასაშვები ჩაღუნვის f_{\max} მნიშვნელობა, შესაძლებელია გამოვთვალოთ ჩაღუნვა ნებისმიერ კვეთში $-\frac{x}{l}$ ფარდობის ნებისმიერი მნიშვნელობისათვის.

პროექტირების დროს ღუნვადი ბაგირის მრუდის ჩაკიდულობის ორდინატები ხელსაყრელია გამოვთვალოთ ცხრილ 1-ის გამოყენებით.

პრაქტიკული გამოცდილებიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ გადასატანი საბაგირო დანადგარების დატვირთული მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისარი არ უნდა აღემატებოდეს მალის ქორდის სიგრძის 6%-ს და რეკომენდებულია მალის ქორდის სიგრძის $l' = 0,03 - 0,06$ ფარგლებში.

საბაგირო მორსათრევი დანადგარებისათვის პროფესორ ა. დუკელსკის შემოთავაზებით შესაძლებელია ძლიერად დაიჭიმოს მზიდი ბაგირი, ვინაიდან სიმტკიცის მარაგის 2-მდე შემცირებით მისი მუშაობის ხანგრძლივობა არ მცირდება, ხოლო ამავე დროს სამონტაჟო დაჭიმულობის ზრდა ანუ მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის შემცირება იწვევს მზიდი ბაგირის მაქსიმალური მუშა დაჭიმულობის ზრდას, რაც დაკავშირებულია მეტი დიამეტრის ბაგირის შერჩევის აუცილებლობასთან. მეტი დიამეტრის მზიდი ბაგირი კი უფრო მძიმეა, რაც მონტაჟის დროს მეტ სიძნელეებს იწვევს. აღნიშნულთან დაკავშირებით ჩატარებულია კვლევები და გამოთვლილია, რომ თუ მალის სიგრძე არის 580 მ, ტყეკაფის დახრილობა 30° და ჩაკიდულობის ისარი ტოლია $0,03l'$ -სა, მაშინ მაქსიმალური მუშა დაჭიმულობა უდრის 31 ტონას, ხოლო როცა ისარი ტოლია $0,06l'$ -სა, მაშინ $T_{\max} = 15,9$ ტონას, ე.ი. ორჯერ ნაკლები. ორივე შემთხვევაში ტვირთის წონა $Q = 3,0$ ტ.

ერთი და იგივე პირობებში, როცა ბაგირის სიმტკიცის მარაგის სტატიკური კოეფიციენტი $n = 2$, პირველ ვარიანტში გვექნება 37 მმ

დიამეტრის ბაგირი, რომლის ერთი გრძივი მეტრის წონა ტოლია 4,9 კგ. ხოლო მეორე ვარიანტში ბაგირის დიამეტრი ტოლია 28 მმ-სა და ერთი გრძივი მეტრის წონა, შესაბამისად, ტოლია 2,74 კგ.

აღნიშნული შედეგებიდან გამომდინარე მიღებულია, რომ გაანგარიშებების დროს მზიდი ბაგირის მაქსიმალური ჩაკიდულობის ისარი, მორსათრევი საბაგრო დანადგარებისათვის შეიძლება მივიღოთ

$$f_{\max} = \frac{(0,03+0,06)l'}{2} = 0,045l' . \quad (117)$$

ჩვენს მიერ დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე ვანგარიშობთ ერთმალის მორსათრევი საბაგრო დანადგარის მზიდი ბაგირის მაქსიმალურ დაჭიმულობას T_3 მუშა მდგომარეობაში (ტვირთის ქვეშ) და შემდგომ კი მის სამონტაჟო დაჭიმულობას T_0 , როცა ცნობილია შემდეგი სიდიდეები:

α – მალის ქორდის დახრის კუთხე ჰორიზონტალთან, 30° ;

l – მალის უდიდესი სიგრძე ჰორიზონტალით, 500 მ;

f_{\max} – მზიდი ბაგირის მაქსიმალური ჩაკიდულობის ისარი, როცა ტვირთი იმყოფება მალის შუა წერტილში

$$f_{\max} = 0,045L_0 = 0,45 \frac{l}{\cos \alpha} = 0,045 \frac{500}{0,86603} = 26 \text{ მ};$$

Q – ურიკის და ტვირთის წონა – 3,0 ტ;

q – ერთი გრძივი მეტრი ბაგირის წონა, 2,7 კგ;

E_k – ბაგირის დრეკადობის მოდული, 1600 ტ/სმ²;

F – ბაგირის მეტალის კვეთი, 0,000275 მ²;

l' – მალის ქორდის სიგრძე, მ.

ფორმულაში (112) ჩავსვათ f_{\max} -ის მნიშვნელობა (117) ფორმულიდან

$$0,045l' = \frac{ql^2}{8T_3 \cos^2 \alpha} + \frac{Ql}{4T_3 \cos \alpha} . \quad (118)$$

შევიტანოთ l -ის მაგივრად მისი მნიშვნელობა

$$l' = \frac{l}{\cos \alpha} = \frac{500}{0,86603} = 577 \text{ მ} \quad (119)$$

და მივიღებთ

$$0,045l' = \frac{q(l')^2 \cos^2 \alpha}{8T_3 \cos^2 \alpha} + \frac{Ql' \cos \alpha}{4T_3 \cos \alpha} , \quad (120)$$

საიდანაც

$$T_a = \frac{qL_0 + 2Q}{0,36} = \frac{0,0027 \cdot 577 + 2 \cdot 3}{0,36} = 21 \text{ ტ.} \quad (121)$$

სამონტაჟო დაჭიმულობის საანგარიშო კუბურ განტოლებას (99) ექნება შემდეგი სახე

$$T_0^3 - T_0^2 T_a = \frac{E_k F \cos \alpha}{l} \left(A_0 - T_0^2 \frac{A}{T_a^2} \right). \quad (122)$$

(96) და (98) ფორმულებით ვანგარიშობთ სამონტაჟო A_0 და მუშა A დაჭიმულობების სატვირთო ფაქტორების მნიშვნელობებს:

$$\begin{aligned} A_0 &= \frac{q^2 l^3}{24 \cos \alpha} = \frac{0,0027^2 \cdot 500^3}{24 \cdot 0,87} = 43 \text{ ტ}^2/\text{მ}, \\ A &= \frac{l}{8} \left(\frac{q^2 l^2}{3 \cos \alpha} + Q^2 \cos \alpha + Qql \right) = \\ &= \frac{500}{8} \left(\frac{0,0027^2 \cdot 500^2}{3 \cdot 0,87} + 3^2 \cdot 0,87 + 3 \cdot 0,0027 \cdot 500 \right) = \\ &= 62,5(0,69 + 7,87 + 4,05) = 62,5 \cdot 12,6 = 788 \text{ ტ}^2/\text{მ}. \end{aligned}$$

შევიტანოთ A_0 და A მნიშვნელობები (122) განტოლებაში და ვიანგარიშოთ სამონტაჟო დაჭიმულობა

$$\begin{aligned} T_0^3 - 21T_0^2 &= \frac{16 \cdot 10^6 \cdot 0,000275 \cdot 0,87}{500} \left(43 - T_0^2 \frac{788}{21^2} \right); \\ T_0^3 - 21T_0^2 &= 7,7(43 - 1,79T_0^2); \\ T_0^3 - 21T_0^2 &= 331 - 13,8T_0^2; \\ T_0^3 - 7,2T_0^2 - 331 &= 0; \\ T_0 &= 10,2 \text{ ტ.} \end{aligned}$$

ამრიგად, მივიღეთ სამონტაჟო დაჭიმულობის ნამდვილი სიდიდე $T_0 = 10,2$ ტ, რომლის მიხედვითაც უნდა დაიჭიმოს მზიდი ბაგირი, რათა უზრუნველყოფილი იყოს ჩაკიდულობის ისრის მაქსიმალური სიდიდე მალის საანგარიშო ნაწილში.

მზიდი ბაგირის საჭირო დიამეტრის შესარჩევად უნდა განისაზღვროს მალის ზედა ანძასთან მაქსიმალური დაჭიმულობა T_m^A . თუ ვისარგებლებთ ღუნვადი ბაგირის ძირითადი კანონით, T_m^A შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი დამოკიდებულებით

$$T_m^A = T_m + \left(\frac{h}{2} + f_{\max} \right) q.$$

შევცვალოთ h თავისი მნიშვნელობით, რომელიც ტოლია $l' \sin \alpha$

$$T_m^A = T_m + \frac{ql' \sin \alpha}{2} + qf_{\max}, \quad (123)$$

ჩავსვათ რიცხობრივი მნიშვნელობები და მივიღებთ

$$T_m^A = 21 + \frac{0,0027 \cdot 577 \cdot 0,5}{2} + 0,0027 \cdot 26 = 21 + 0,4 + 0,1 = 21,5 \text{ ტ.}$$

თუ მდგრადობის მარაგის სტატიკური კოეფიციენტი $n=2$, მაშინ გამგლეჯი დაჭიმულობის ძალა ტოლია

$$T_{\delta} = T_m^A \cdot 2 = 21,5 \cdot 2 = 43 \text{ ტ.}$$

მიღებული სიდიდის $T_{\delta} = 43$ ტ მიხედვით ცხრილიდან ვირჩევთ ბაგირის დიამეტრს 27,5 ან 30,5 მმ, შესაბამისად მავთულების სიმტკიცის ზღვრის 180-150 კგ/მმ² მიხედვით.

2.6. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ბაგირ-ბლოკური სქემის დამუშავება და კვლევა

განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის საწვევი ბაგირი შეიძლება მუშაობდეს შემდეგ რეჟიმებში (ნახ. 28, ა, ბ, გ) [39]:

- ა – ხე-ტყის მთლიანად მიწისზედა მორსათრევის რეჟიმში;
- ბ – ხე-ტყის ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მიწისზედა მორსათრევის რეჟიმში;
- გ – ხე-ტყის ნახევრად დაკიდულ მდგომარეობაში მორსათრევის რეჟიმში.

წვევის ძალის სიდიდე წერტილებში დამოკიდებულია ბაგირის საწვეის მდებარეობაში დაბრუნების ხერხზე. ხე-ტყის მორსათრევის დროს სატვირთო ბაგირი ტყეკაფზე შეიძლება დავაბრუნოთ, როგორც ხელით, ასევე სპეციალური ჯალამბარით ან საწვევი ჯალამბარის მეორე დოლის დახმარებით.

საწვევი ჯალამბარის ბაგირში მაქსიმალური საანგარიშო წვევის ძალის განსაზღვრის დროს საჭიროა შედგეს ბაგირის მოძრაობის სქემა, დადგინდეს ადგილები, სადაც აღიძვრება წინააღმდეგობები და მათი თანმიმდევრობითი შეჯამებით გამოითვალოს მაქსიმალური წვევის ძალა,

მოძრაობის საწყისი წერტილიდან დოლზე ბაგირის მიწოდების წერტილამდე.

2.6.1. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის საწევ ბაგირში საანგარიშო წვეის ძალის განსაზღვრის მეთოდика

ნახ. 28-ზე მოყვანილია ტყეკაფზე საწევი ჯალამბარით ხე-ტყის მორსათრევის შესაძლო სქემები: ა – მიწისზედა; ბ – მიწისზედა ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში სპეციალური ორთველიანი ურიკით; გ – ნახევრად დაკიდულ მდგომარეობაში განივგადასატან მზიდ ბაგირზე დაყენებული დამატებითი – დამხმარე ურიკით, რომელშიც სატვირთო ბაგირის უკან ტყეკაფზე დაბრუნება წარმოებს ჯალამბარის მეორე დოლით [12, 13, 39].

შოლტის ან მორის სახით მოჭრილი ხე გადაადგილდება საწევი ბაგირით, რომელიც ეხვევა ძირითად დოლზე, ხოლო ტვირთზე ან ურიკაზე ჩაბმული დასაბრუნებელი ბაგირი გადმოიხვევა დასაბრუნებელი დოლიდან. საბაგირო ტრასის მზიდ ბაგირამდე შოლტის მიტანის შემდეგ ურიკა თავისუფლდება ტვირთისაგან და სატვირთო ურიკა დასაბრუნებელი დოლის და ბაგირის დახმარებით ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში.

განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის შემთხვევაში (ნახ. 28. ა, ბ, გ) აღიძვრება წინააღმდეგობები, რომლებიც უნდა გადაილახოს ჯალამბარის საწევი ბაგირით.

ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ტვირთის გადაადგილების წინააღმდეგობა:

$$W_1 = Q\omega ; \tag{124}$$

დახრილ სიბრტყეზე:

ზევით

$$W_1 = Q(\sin \alpha + \omega \cos \alpha) ; \tag{125}$$

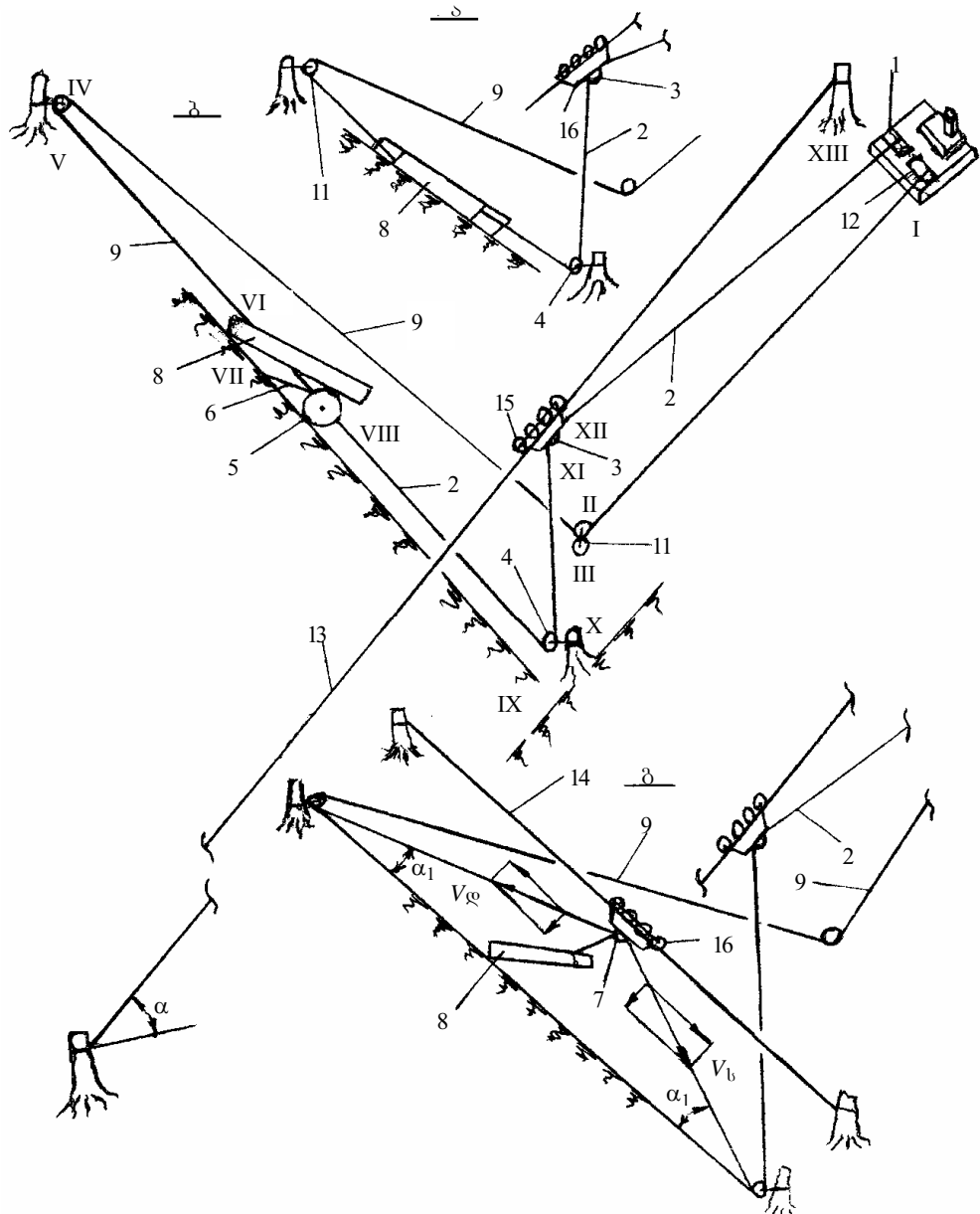
ქვევით

$$W_1 = Q(\omega \cos \alpha - \sin \alpha) . \tag{126}$$

საწევი ბაგირის სიბრტყეზე გადაადგილების წინააღმდეგობა:

ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე

$$W_2 = G_1 L_1 \omega_1 ; \tag{127}$$



ნახ. 28. ა, ბ, გ. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სქემები:
 ა - ხე-ტყის მიწისზედა მორსათრევის რეჟიმი; ბ - ხე-ტყის ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მიწისზედა მორსათრევის რეჟიმი, სპეციალური ურიკის გამოყენებით; გ - ხე-ტყის ნახევრად დაკიდულ მდგომარეობაში მორსათრევის რეჟიმი, განივგადასატანი მზიდი ბაგირის და დამხმარე ურიკის გამოყენებით. 1 - სატვირთო დოლი; 2 - სატვირთო ბაგირი; 3 - ძირითად ურიკაზე დასმული ბლოკი; 4 - მიწისზედა ბლოკი; 5 - ორთვალა ურიკა; 6 - ორთვალა ურიკის დასატვირთი ფარი; 7 - დამხმარე ურიკის ბლოკი; 8 - მორი; 9 - დასაბრუნებელი ბაგირი; 10 - ბლოკი; 11 - ორმაგი ბლოკი; 12 - დასაბრუნებელი დოლი; 13 - მთავარი მზიდი ბაგირი; 14 - დამხმარე განივგადასატანი მზიდი ბაგირი; 15 - დამატებითი ურიკის საწვევი ბაგირის ბლოკი; 16 - ძირითადი ურიკა; 17 - დამხმარე ურიკა; I-XIII წერტილები, რომლებშიც განისაზღვრება წინააღმდეგობის ძალები

დახრილ სიბრტყეზე:
ზევით

$$W_2 = G_1 L_1 (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha), \quad (128)$$

ქვევით

$$W_2 = G_1 L_1 (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha). \quad (129)$$

სადაც Q – გადასაადგილებელი ტვირთის წონა, კგ;

α – გადაადგილების სიბრტყის დახრის კუთხე, 35° ;

ω – ტყის გრუნტზე ხე-ტყის გადაადგილების წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, 0,6;

L_1 – საწვეი ბაგირის მაქსიმალური თავისუფალი სიგრძე, მ;

ω_1 – ტყის გრუნტზე ბაგირის გადაადგილების წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, 0,2.

$G_1 - 1$ გრძ.მ საწვეი ბაგირის წონა, 0,53 კგ;

ტყის გრუნტზე ხე-ტყის მორთრევის დროს საჭიროა გავითვალისწინოთ ω -ს ცვლილება წლის დროსთან და საწვევ ბაგირზე ტვირთის ჩაბმის ხერხთან დამოკიდებულებაში. ω -ს მნიშვნელობა შეიძლება მივიღოთ: ზამთარში – თოვლზე 0,35-0,45 და ზაფხულში ტყის გრუნტზე – 0,7-0,8. ფოლადის ბაგირის გადაადგილების წინააღმდეგობის კოეფიციენტი ტყის გრუნტზე $\omega_1 = 0,2$.

მიმართველ ბლოკებზე ბაგირის შემოვლების წინააღმდეგობა:

$$W_3 = S_{\text{ბოკ}} \omega_2, \quad (130)$$

სადაც $S_{\text{ბოკ}}$ – ბაგირის შტოში ბლოკზე მიმწყდომი ძალა, კგ;

ω_2 – წინააღმდეგობის კოეფიციენტი ბლოკში, გამოწვეული ბაგირის სიხისტით და ხახუნით ბლოკის საყრდენებში, სრიალის ხახუნის დროს საყრდენებში $\omega_2 = 0,1$.

ტვირთის ინერციით გამოწვეული წინააღმდეგობა, აღძრული მისი ადგილიდან დაძვრის მომენტში

$$W_4 = ma = \frac{Q}{g} \cdot \frac{V}{t}, \quad (131)$$

სადაც m – ტვირთის მასა, კგ.წმ²/მ;

a – ტვირთის აჩქარება, მ/წმ²;

V – ტვირთის მოძრაობის სიჩქარე, 1,0 მ/წმ;

t – პერიოდი, რომლის დროსაც ტვირთი მიიღებს საწვეი ბაგირის საბოლოო სიჩქარეს, 3-4 წმ;

g – სიმძიმის ძალის აჩქარება, მ/წმ².

ამასთან

$$V = V_{\text{საბ}} - V_{\text{საწ}}, \quad (132)$$

სადაც $V_{\text{საბ}}$ და $V_{\text{საწ}}$ – ტვირთის საბოლოო და საწყისი სიჩქარეები.

თუ $V_{\text{საწ}} = 0$, მაშინ

$$W_4 = \frac{QV_{\text{საბ}}}{gt}. \quad (133)$$

თუ ტვირთი წაიტაცება ბაგირის მოძრაობის საბოლოო სიჩქარით, მაშინ დრო, რომელსაც ტვირთი იძენს შეიძლება იყოს ძალზე მცირე; ამ შემთხვევაში W_4 -ის მნიშვნელობამ შეიძლება მიაღწიოს დიდ სიდიდეს.

საწყის მდგომარეობაში ბაგირის მექანიკურად დაბრუნების სქემებში ტვირთის მოჭიმვის დროს, საჭიროა გადაილახოს დოლიდან ბაგირის დასაბრუნებელი შტოს გაშლისა და სიბრტყეზე მისი გადაადგილების წინააღმდეგობა, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$W_5 = W_5' + W_5'' + W_5''', \quad (134)$$

სადაც W_5' – დასაბრუნებელი ბაგირდახვეული დოლის ბრუნვის წინააღმდეგობა, კგ;

W_5'' – დასაბრუნებელი დოლის და მასზე დახვეული ბაგირის ინერციით აღძრული წინააღმდეგობა, კგ;

W_5''' – დასაბრუნებელი ბაგირის გადაადგილების წინააღმდეგობა, კგ. აღნიშნული სიდიდეების საანგარიშო ფორმულებია:

$$W_5' = j'G_{\text{დ}}f_0 \frac{d_{\text{დ}}}{D_{\text{დ}}}; \quad (135)$$

$$W_5'' = \frac{0,7G_{\text{დ}}D_{\text{დ}}^2\pi m_{\text{დ}}}{R_{\text{საწ}}4g30t}. \quad (136)$$

დასაბრუნებელი ბაგირის ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე გადაადგილების წინააღმდეგობა ტოლია:

$$W_5''' = G_2L_2\omega_1; \quad (137)$$

დახრილ სიბრტყეზე:

ზევით

$$W_5''' = G_2L_2(\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha); \quad (138)$$

ქვევით

$$W_5''' = G_2 L_2 (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha), \quad (139)$$

სადაც j' – ფრიქციულ ქუროზე და ჯალამბარის მუხრუჭზე შემუხრუჭების გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი; ლენტური ფრიქციული ქუროს დროს – $j' = 1,3$, კონუსურის – $j' = 1,2$;

$G_{\text{გ}}$ – დასაბრუნებელი დოლის წონა მასზე დახვეული ბაგირით, 355 კგ;

f_0 – დოლის საყრდენებში ხახუნის კოეფიციენტი, 0,15;

$d_{\text{გ}}$ – დასაბრუნებელი დოლის ღერძის დიამეტრი, 0,05 მ;

$D_{\text{გ}}$ – დასაბრუნებელი დოლის დიამეტრი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით, 0,3085 მ;

$n_{\text{გ}}$ – დასაბრუნებელი დოლის ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ;

$R_{\text{საშ}}$ – დასაბრუნებელი დოლის რადიუსი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით, 0,1543 მ;

t – დასაბრუნებელი დოლის გაქანების დრო სიჩქარემდე, რომელიც ტოლია საწვეი ბაგირის სიჩქარისა, (საშუალოდ 3-4 წმ), 3 წმ;

$G_2 - 1$ გრძ.მ დასაბრუნებელი ბაგირის წონა, 0,33 კგ;

L_2 – დასაბრუნებელი ბაგირის თავისუფალი ნაწილის სიგრძე, მ.

განივიდასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ბაგირ-ბლოკური სქემების (ნახ. 28, ა, ბ, გ) სამივე შემთხვევაში საწვეი და დასაბრუნებელი ბაგირები განლაგებულია ტყის გრუნტზე, როგორც ჰორიზონტალურ და დახრილ, ასევე საყრდენის გარეშე ვერტიკალურ და დახრილ სიბრტყეებში – საწვეი ბაგირის ძირითადი ურიკის ბლოკში გავლის შემდეგ. ჯალამბარის საწვევ ბაგირში საანგარიშო ძალას განსაზღვრავენ თანმიმდევრობით I წერტილიდან ანუ ჩაშვების ადგილიდან – დასაბრუნებელი ბაგირის დოლიდან, მუშა დოლზე საწვეი ბაგირის მიწყდომის XIII წერტილამდე.

ძალა S_1 I წერტილში (ნახ. 28, ბ) ტვირთის დაუმყარებელი – არათანაბარი მოძრაობის დროს ტოლია

$$S_1 = W_5' + W_5'' = j' G_{\text{გ}} f_0 \frac{d_{\text{გ}}}{D_{\text{გ}}} + \frac{0,7 G_{\text{გ}} D_{\text{გ}}^2 \pi n_{\text{გ}}}{R_{\text{საშ}} 4 g 30 t}, \quad (140)$$

ხოლო VIII წერტილში ტვირთის დაუმყარებელი მოძრაობის დროს გვაქვს

$$S_{VIII} = S_{VI} + W_6 + W_4 = S_{VI} + Q\omega + \frac{QV_b}{gt}.$$

დასაბრუნებელი დოლის ბრუნთა რიცხვი იანგარიშება საწვეი ბაგირის საშუალო სიჩქარიდან გამომდინარე, დასაბრუნებელი ბაგირდახვეული დოლის n'_0 რიგისათვის

$$n'_g = \frac{60 \cdot V_{b.s.a}}{\pi \cdot D_g} = \frac{60 \cdot 0,5}{3,14 \cdot 0,3085} = 31 \text{ ბრ/წთ},$$

სადაც $V_{b.s.a}$ – საწვეი ბაგირის საშუალო სიჩქარე, 0,5 მ/წმ.

დასაბრუნებელი ბაგირდახვეული დოლის საშუალო დიამეტრი იანგარიშება ფორმულით:

$$D_g = D + n'_0 d'_g = 160 + 15 \cdot 9,9 = 308,5 \text{ მმ},$$

სადაც D – დასაბრუნებელი დოლის დიამეტრი ბაგირის გარეშე,

$$D_g \geq 16d'_g = 148,5 \text{ მმ};$$

d'_g – დასაბრუნებელი ბაგირის კვეთის დიამეტრი, 9,9 მმ;

n'_0 – დასაბრუნებელ დოლზე დახვეული ბაგირის რიგების მაქსიმალური რაოდენობა, 15.

დამყარებული თანაბარი მოძრაობის დროს I–XIII წერტილებში წინააღმდეგობების ძალები იანგარიშება ფორმულებით:

$$\left. \begin{aligned} \text{I} - S_I &= W'_5 = j'G_g f_0 \frac{d_g}{D_g}; \\ \text{II} - S_{II} &= S_I + W''_{5.1} = S_I + G_2 L_{I-II} (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha); \\ \text{III} - S_{III} &= S_{II} + W_{3.1} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = S_{II} (1 + \omega_2); \\ \text{IV} - S_{IV} &= S_{III} + W''_{5.2} = S_{III} + G_2 L_{III-IV} (\omega_1); \\ \text{V} - S_V &= S_{IV} + W_{3.2} = S_{IV} (1 + \omega_2); \\ \text{VI} - S_{VI} &= S_V + W''_{5.3} = S_V + G_2 L_{V-VI} \omega_1; \\ \text{VIII} - S_{VIII} &= S_{VI} + W_6 + W_4 = S_{VI} + Q\omega; \\ \text{IX} - S_{IX} &= S_{VIII} + W_{2.1} = S_{VIII} + G_1 L_{VIII-IX} \omega_1; \\ \text{X} - S_X &= S_{IX} + W_{3.3} = S_{IX} + S_{IX} \omega_2 = S_{IX} (1 + \omega_2); \\ \text{XI} - S_{XI} &= S_X + W_{2.2} = S_X + G_1 L_{X-XI}; \quad \omega_1 = 0; \quad \alpha = 90^\circ; \\ \text{XII} - S_{XII} &= S_{XI} + W_{3.4} = S_{XI} + S_{XI} \omega_2 = S_{XI} (1 + \omega_2); \\ \text{XIII} - S_{XIII} &= S_{XII} + W_{2.3} = S_{XII} + G_1 L_{XII-XIII} (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= S_{XII} + G_1 L_{XII-XIII} (-\sin \alpha), \quad \omega_1 = 0, \quad \alpha = 35^\circ, \end{aligned} \right\} \quad (141)$$

სადაც L_{I-II} , L_{III-IV} , L_{V-VI} , $L_{VIII-IX}$, L_{X-XI} , $L_{XII-XIII}$ – მანძილები შესაბამის
წერტილებს შორის, მ.

ძალა S_{XIII} მეორე სქემის (ნახ. 28, ბ) მიხედვით იანგარიშება იგივე
ფორმულებით. აღნიშნული სქემისათვის განსხვავება იქნება იმაში, რომ
VII წერტილში წინააღმდეგობის ძალა S_{VII} , ხე-ტყის Qn_1 მასის
ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში ტყის გრუნტზე სპეციალური
ურიკის გამოყენებით მორთრევის დროს ტოლია

$$VII-S_{VII} = S_{VI} + W_{6.1} + W_{4.1} = S_{VI} + Qn_1\omega + \frac{Qn_1V_b}{gt}, \quad (142)$$

სოლო ურიკაზე დატვირთული ხე-ტყის Qn_2 ნაწილის მორთრევაზე VIII
წერტილში ძალა ტოლია

$$VIII-S_{VIII} = S_{VII} + W_{6.2} + W_{4.2} = S_{VII} + 0,86Qn_3\sqrt{\frac{Qn}{bcD_y^2n_3}} + \frac{QnV_b}{gt}, \quad (143)$$

სადაც n_1 – ტყის გრუნტზე მორთრეული ტვირთის ნაწილის
განმსაზღვრელი კოეფიციენტი, 0,4;

n_2 – ურიკაზე დატვირთული ხე-ტყის ნაწილის განმსაზღვრელი
კოეფიციენტი, 0,6;

Qn – ურიკის და ურიკაზე დატვირთული ტვირთის ნაწილის წონა,

$$Qn = Qn_2 + G_y = 1500 \cdot 0,6 + 50 = 950 \text{ კგ};$$

G_y – ურიკის წონა, 50 კგ;

n_3 – თვლების რაოდენობა ურიკაზე, 2;

b – ურიკის ფოლადის თვალის სიგანე, 10 სმ;

c – ნიადაგის სიმყარის კოეფიციენტი, 0,2 კგ/სმ³;

D_y – ურიკის თვლის დიამეტრი, 60 სმ.

V_b – საწვევი ბაგირის სიჩქარე, 1,0 მ/წმ.

ძალა S_{VIII} მესამე სქემის (ნახ. 28, გ) მიხედვით იანგარიშება იგივე
ფორმულებით. განსხვავება მეორე სქემისაგან მდგომარეობს იმაში, რომ
VIII წერტილში განივგადასატანი მზიდი ბაგირის და დამატებითი
ურიკის შემთხვევაში ძალა S_{VIII} ტოლია:

$$VIII-S_{VIII} = S_{VIII} + W_{6.2} \cos \alpha_1 + W_{4.2} = S_{VIII} + Q'_n\omega_3 \cos \alpha_1 + \frac{Q'_nV_b \cos \alpha_1}{gt}, \quad (144)$$

სადაც Q'_n – განივგადასატან მზიდ ბაგირზე დადგმული დამატებითი ურიკის და მასზე მოსული ტვირთის ნაწილის წონა,

$$Q'_n = Qn_2 + G'_y = 1500 \cdot 0,6 + 40 = 940 \text{ კგ};$$

ω_3 – მზიდ ბაგირზე დამატებითი ურიკის გადაადგილების წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, 1,5;

G'_y – დამატებითი ურიკის წონა, 40 კგ;

α_1 – ბაგირის დახრის კუთხე განივ სიბრტყეში, 30° .

მესამე სქემის მიხედვით S_{VI} და S_{IX} ძალების მნიშვნელობები იანგარიშება შემდეგი ფორმულებით:

$$VI - S_{VI} = S_V + W_{2.4} = S_V + G_2 \frac{L_{V-VI}}{\cos \alpha_1} \sin \alpha_1 = S_V + G_2 L_{V-VI} \operatorname{tg} \alpha_1;$$

$$\omega_1 = 0, \quad \alpha_{1\max} = 30^\circ; \quad (145)$$

$$IX - S_{IX} = S_{VIII} + W_{2.5} = S_{VIII} + G_1 \frac{L_{VIII-IX}}{\cos \alpha_1} (-\sin \alpha_1) = S_{VIII} + G_2 L_{VIII-IX} (-\operatorname{tg} \alpha_1);$$

$$\omega_1 = 0, \quad \alpha_{1\max} = 30^\circ. \quad (146)$$

ძალა XIII წერტილში არის ის მაქსიმალური ძალა S_{XIII} , რომლის მიხედვითაც იანგარიშება საწვეი ბაგირის დიამეტრი და განისაზღვრება საბაგირო დანადგარის ჯალამბარის ძრავას სიმძლავრე.

ჯალამბარის რგოლებში დანაკარგების გათვალისწინებით (დოლიდან ძრავამდე) ძრავას მაქსიმალური სიმძლავრე იქნება:

$$N = \frac{S_{XIII} V_b}{75 \cdot \eta_{\max}}, \quad (147)$$

სადაც η_{\max} – დოლიდან ძრავამდე ტვირთის გადაცემის ყველა რგოლების მ.ქ.კ. 0,85;

მაქსიმალური წვეის ძალა დასაბრუნებელ ბაგირზე განისაზღვრება უკუ რიგით. ამ შემთხვევაში საწყისს წარმოადგენს სატვირთო დოლიდან საწვეი ბაგირის გაშლის წინააღმდეგობის ძალა XIII წერტილში. წინააღმდეგობის ძალა XIII წერტილში სამივე სქემის (ნახ. 28, ბ, გ) მიხედვით იანგარიშება ფორმულით:

$$S_{XIII} = j' G_b f_0 \frac{d_b}{D_b} + \frac{0,7 G_b D_b^2 \pi m_b}{R'_{b,ა} 4g30t}, \quad (148)$$

სადაც G_b – სატვირთო დოლის წონა მასზე დახვეული ბაგირით, 570 კგ;

d_b – სატვირთო დოლის დერძის დიამეტრი, 0,07 მ;

D_b – სატვირთო დოლის დიამეტრი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით, 0,3975 მ;

n_b – სატვირთო დოლის ბრუნთა რიცხვი, 36 ბრ/წთ;

$R'_{b,საშ}$ – სატვირთო დოლის რადიუსი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით, 0,1987 მ;

t – სატვირთო დოლის გაქანების დრო სიჩქარემდე, რომელიც ტოლია დასაბრუნებელი ბაგირის სიჩქარისა (3-4) წმ.

საწვევი დოლის ბრუნთა რიცხვი იანგარიშება დასაბრუნებელი ბაგირის საშუალო სიჩქარიდან გამომდინარე, ბაგირდახვეული საწვევი დოლის n'_0 რივისათვის

$$n_b = \frac{60 \cdot V_{d,საშ}}{\pi \cdot D_b} = \frac{60 \cdot 0,75}{3,14 \cdot 0,3975} = 36 \text{ ბრ/წთ.}$$

საწვევი ბაგირის ბაგირდახვეული დოლის დიამეტრი იანგარიშება ფორმულით:

$$D_b = D' + n'_0 d_b = 210 + 15 \cdot 12,5 = 0,3975 \text{ მ,}$$

სადაც D' – საწვევი დოლის დიამეტრი ბაგირის გარეშე, 210 მმ;

n'_0 – საწვევ დოლზე დახვეული ბაგირის რიგების მაქსიმალური რაოდენობა, ვიდრე $n'_0 = 15$;

d_b – საწვევი ბაგირის დიამეტრი, 12,5 მმ.

ძალა წერტილებში დასაბრუნებელი ბაგირის დამყარებული მოძრაობის დროს ტოლია:

$$\left. \begin{aligned} \text{XIII} - S_{\text{XIII}} &= j' G_b f_0 \frac{d_b}{D_b}; \\ \text{XII} - S_{\text{XII}} &= S_{\text{XIII}} + W_{2,1} = S_{\text{XIII}} + G_1 L_{\text{XIII-XII}} (-\sin \alpha), \alpha = 35^\circ, \omega_1 = 0; \\ \text{XI} - S_{\text{XI}} &= S_{\text{XII}} + W_{3,1} = S_{\text{XII}} + S_{\text{XII}} \omega_2 = S_{\text{XII}} (1 + \omega_2); \\ \text{X} - S_{\text{X}} &= S_{\text{XI}} + W_{2,2} = S_{\text{XI}} + G_1 L_{\text{XI-X}}; \omega_1 = 0; \alpha = 90^\circ; \\ \text{IX} - S_{\text{IX}} &= S_{\text{X}} + W_{3,2} = S_{\text{X}} + S_{\text{X}} \omega_2 = S_{\text{X}} (1 + \omega_2); \\ \text{V} - S_{\text{V}} &= S_{\text{IX}} + W_{2,3} = S_{\text{IX}} + \left(\frac{G_2}{2} + \frac{G_1}{2} \right) L_{\text{IX-V}} \omega_1; \\ \text{IV} - S_{\text{IV}} &= S_{\text{V}} + W_{3,3} = S_{\text{V}} + S_{\text{V}} \omega_2 = S_{\text{V}} (1 + \omega_2); \\ \text{III} - S_{\text{III}} &= S_{\text{IV}} + W_{2,4} = S_{\text{IV}} + G_2 L_{\text{IV-III}} \omega_1; \\ \text{II} - S_{\text{II}} &= S_{\text{III}} + W_{3,4} = S_{\text{III}} + S_{\text{III}} \omega_2 = S_{\text{III}} (1 + \omega_2); \\ \text{I} - S_{\text{I}} &= S_{\text{II}} + W_{2,5} = S_{\text{II}} + G_2 L_{\text{II-I}} (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha). \end{aligned} \right\} \quad (149)$$

ძალები მეორე სქემის მიხედვით (ნახ. 28, ბ) დასაბრუნებელ ბაგირზე წერტილებში I-XIII იანგარიშება იგივე ფორმულებით იმ განსხვავებით, რომ მეორე სქემის დროს ხდება ორთველიანი ურიკის დაბრუნება საწეის მდგომარეობაში, საიდანაც გამომდინარე VIII, VII და V წერტილებში წვეის ძალის საანგარიშო ფორმულები მიიღებენ შემდეგ სახეს:

$$\text{VIII} - S_{\text{VIII}} = S_{\text{IX}} + W_{2.4} = S_{\text{IX}} + G_1 L_{\text{IX-VIII}} \omega_1 ; \quad (150)$$

$$\text{VII} - S_{\text{VII}} = S_{\text{VIII}} + 0,85 G_{\text{უ}} \sqrt[3]{\frac{G_{\text{უ}}}{bc D_{\text{უ}}^2 n_3}} + \frac{G_{\text{უ}} V_{\text{გ}}}{gt} ; \quad (151)$$

$$\text{V} - S_{\text{V}} = S_{\text{VII}} + W_{2.6} = S_{\text{VII}} + G_2 L_{\text{VII-V}} . \quad (152)$$

იგივე პირობებში ძალები მესამე სქემის მიხედვით (ნახ. 28, გ) წერტილებში I-XIII იანგარიშება იგივე ფორმულებით, იმ განსხვავებით, რომ ურიკა უკუსვლის დროს გადაადგილება არა გრუნტზე, არამედ განიგება დასატან მზიდ ბაგირზე, საიდანაც გამომდინარე VIII, VII და V წერტილებში წვეის ძალის საანგარიშო ფორმულები, დასაბრუნებელ ბაგირზე მიიღებენ შემდეგ სახეს:

$$\text{VIII} - S_{\text{VIII}} = S_{\text{IX}} + W_{2.6} = S_{\text{IX}} + G_1 \frac{L_{\text{IX-VIII}}}{\cos \alpha_1} (-\sin \alpha_1) = S_{\text{VIII}} + G_1 L_{\text{IX-VIII}} (-tg \alpha_1) ;$$

$$\omega_1 = 0, \quad \alpha_{1\text{max}} = 30^\circ ; \quad (153)$$

$$\text{VII} - S_{\text{VII}} = S_{\text{VIII}} + W_{6.1} = S_{\text{VIII}} + G_{\text{უ}} \omega_3 \cos \alpha_1 + \frac{G_{\text{უ}} V_{\text{გ}} \cos \alpha_1}{gt} ; \quad (154)$$

$$\text{V} - S_{\text{V}} = S_{\text{VII}} + W_{2.7} = S_{\text{VII}} + G_2 \frac{L_{\text{VII-V}}}{\cos \alpha_1} \sin \alpha_1 = S_{\text{VII}} + G_2 L_{\text{VII-V}} tg \alpha_1 ;$$

$$\omega_1 = 0, \quad \alpha_{1\text{max}} = 30^\circ . \quad (155)$$

ჯალამბარის ძრავას სიმძლავრე სატვირთო და დასაბრუნებელი ბაგირების უკუსვლის დროს, მარგი დატვირთვის გარეშე ტოლია

$$N = \frac{S_1 V_{\text{გ}}}{75 \cdot \eta_{\text{max}}} ,$$

სადაც $V_{\text{გ}}$ – დასაბრუნებელი ბაგირის სიჩქარე, მ/წმ.

ამრიგად, ჩვენს მიერ დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე მიღებულია ფორმულები საწევ ბაგირში წინააღმდეგობის ძალების საანგარიშოდ I წერტილიდან XIII წერტილის ჩათვლით და შესაბამისად,

დასაბრუნებელ ბაგირში წვევის ძალის საანგარიშოდ XIII წერტილიდან I წერტილის ჩათვლით, რის საფუძველზედაც შესაძლებელია საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ბაგირ-ბლოკური სქემისათვის ვიანგარიშით საწვეი და დასაბრუნებელი ბაგირების დიამეტრები და განვსაზღვროთ ძრავას სიმძლავრე.

2.6.2. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის საწვევ ბაგირში მაქსიმალური წვევის ძალის ანგარიში

განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ბაგირ-ბლოკური სქემის (ნახ. 28, ბ) მიხედვით ტვირთი გადაადგილდება ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში დამხმარე ურიკით, რომელიც აღჭურვილია მორების დასატვირთი დახრილი ფარით. საწვეი და დასაბრუნებელი ბაგირები განლაგებულია ტყის გრუნტზე, როგორც ჰორიზონტალურ და დახრილ, ასევე საყრდენის გარეშე ვერტიკალურ და დახრილ სიბრტყეებში – საბაგირო დანადგარის ურიკის ბლოკში გავლის შემდეგ. ჯალამბარის საწვევ ბაგირში საანგარიშოდ ძალას განსაზღვრავენ თანმიმდევრობით I წერტილიდან ანუ ჩაშვების ადგილიდან – დასაბრუნებელი ბაგირის დოლიდან. მუშა დოლზე საწვეი ბაგირის მიწყდომის XIII წერტილამდე [39].

I წერტილიდან სატვირთო დოლზე საწვეი ბაგირის მიწყდომის XIII წერტილამდე წინააღმდეგობის ძალებია

$$S_{XIII} = W'_5 + W''_5 + W'''_{5,1} + W_{3,1} + W'''_{5,2} + W_{3,2} + W'''_{5,3} + W_{6,1} + W_{4,1} + W_{6,2} + W_{4,2} + W_{2,1} + W_{3,3} + W_{2,2} + W_{3,4} + W_{2,3}.$$

დაუმყარებელი მოძრაობის დროს I წერტილიდან XIII წერტილის ჩათვლით წინააღმდეგობის ძალები იანგარიშება (140) და (141) ფორმულებით:

$$I - S_I = W'_5 + W''_5 = 1,3 \cdot 355 \cdot 0,15 \frac{0,05}{0,3085} + \frac{0,7 \cdot 355 \cdot 0,3085^2 \cdot 3,14 \cdot 31}{0,1543 \cdot 4 \cdot 9,81 \cdot 30 \cdot 3} = ,$$

$$= 11,2 + 4,2 = 15,4 \text{ კგ.}$$

$$S_I = 15,4 \text{ კგ.}$$

$$II - S_{II} = S_I + W_{5,1} = S_I + G_2 L_{I-II} (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha) =$$

$$= 15,4 + 0,33 \cdot 1000 (0,2 \cdot \cos 35^\circ - \sin 35^\circ) =$$

$$= 15,4 + 330 \cdot (0,2 \cdot 0,81915 - 0,57358) = -119,8 \text{ კბ};$$

$$S_{II} = -119,8 \text{ კბ}.$$

სადაც L_{I-II} - I და II წერტილებს შორის მანძილი, 1000 მ.

$$III - S_{III} = S_{II} + W_{3,1} = S_{II} + S_{II} \omega_2 =$$

$$= -119,8 + 119,8 \cdot 0,1 = -119,8 + 12 = -107,8 \text{ კბ};$$

$$S_{III} = -107,8 \text{ კბ}.$$

$$IV - S_{IV} = S_{III} + W_{5,2}''' = S_{III} + G_2 L_{III-IV} \cdot \omega_1 = -107,8 + 0,33 \cdot 100 \cdot 0,2 = -101,2 \text{ კბ};$$

$$S_{IV} = -101,2 \text{ კბ}.$$

სადაც L_{III-IV} - III და IV წერტილებს შორის მანძილი, 100 მ;

$$V - S_V = S_{IV} + W_{3,2} = S_{IV} + S_{IV} \omega_2 = -101,2 + 101,2 \cdot 0,1 = -91,1 \text{ კბ};$$

$$S_V = -91,1 \text{ კბ}.$$

$$VI - S_{VI} = S_V + W_{5,3}''' = S_V + G_2 L_{V-VI} \omega_1 = -91,1 + 0,33 \cdot 50 \cdot 0,2 = -87,8 \text{ კბ};$$

$$S_{VI} = -87,8 \text{ კბ},$$

სადაც L_{V-VI} - V და VI წერტილებს შორის მანძილი, 50 მ;

$$VII - S_{VII} = S_{VI} + W_{6,1} + W_{4,1} = S_{VI} + Q n_1 \omega + W_{4,1},$$

$$\text{სადაც } W_{4,1} = \frac{Q \cdot n_1 V_b}{gt} = \frac{1500 \cdot 0,4 \cdot 1,0}{9,81 \cdot 3} = 20,4 \text{ კბ},$$

რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ:

$$VII - S_{VII} = -87,8 + 1500 \cdot 0,4 \cdot 0,6 + 20,4 = -87,8 + 360 + 20,4 = 292,6 \text{ კბ}.$$

$$S_{VII} = 292,6 \text{ კბ}.$$

$$VIII - S_{VIII} = S_{VII} + W_{6,2} + W_{4,2},$$

(143) ფორმულის მიხედვით ვანგარიშობთ $W_{6,2}$ და $W_{4,2}$ სიდიდეებს:

$$W_{6,2} = 0,86 \cdot 950 \cdot \sqrt[3]{\frac{950}{10 \cdot 0,2 \cdot 60^2 \cdot 2}} = 326,8 \text{ კბ};$$

$$W_{4,2} = \frac{Q_n V_{\text{საბ}}}{gt} = \frac{950 \cdot 1,0}{9,81 \cdot 3} = 32,3 \text{ კბ}.$$

ვანგარიშობთ წინააღმდეგობის ძალას VIII წერტილში

$$VIII - S_{VIII} = 292,6 + 326,8 + 32,3 = 651,7 \text{ კბ}.$$

$$S_{VIII} = 651,7 \text{ კბ};$$

$$IX - S_{IX} = S_{VIII} + W_{2,1} = S_{VIII} + G_1 L_{VIII-IX} \omega_1 = 651,7 + 0,53 \cdot 50 \cdot 0,2 = 657 \text{ კბ};$$

სადაც $L_{VIII-IX}$ – VIII და IX წერტილებს შორის მანძილი, 50 მ;

$$S_{IX} = 657 \text{ კბ.}$$

$$X - S_X = S_{IX} + W_{3,3} = S_{IX} + S_{IX} \omega_2 = S_{IX} (1 + \omega_2) = 657(1 + 0,1) = 722,7 \text{ კბ};$$

$$S_X = 722,7 \text{ კბ.}$$

X წერტილიდან XI წერტილამდე საწვევი ბაგირი გადაადგილდება საყრდენის გარეშე ძირითადი ურიკის ბლოკის მიმართულებით; ამ შემთხვევაში

$$XI - S_{XI} = S_X + W_{2,2},$$

სადაც

$$W_{2,2} = G_2 L_{IX-X} (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha),$$

რადგანაც $\alpha = 90^\circ$ და $\omega_1 = 0$, გვექნება

$$W_{2,2} = G_1 L_{IX-X} = 0,53 \cdot 10 = 5,3 \text{ კბ,}$$

სადაც L_{IX-X} – მაქსიმალური მანძილი ტყის გრუნტზე განლაგებული ბლოკიდან ძირითად ურიკაზე დამაგრებულ ბლოკამდე მივიღოთ 10 მ (გამომდინარე იქიდან, რომ შესაძლებელი იყოს მორების პირდაპირი დატვირთვა ტყესაზიდ ტრანსპორტზე);

$$XI - S_{XI} = S_X + W_{2,2} = 722,7 + 5,3 = 728 \text{ კბ};$$

$$S_{XI} = 728 \text{ კბ.}$$

$$XII - S_{XII} = S_{XI} + W_{3,4} = S_{XI} + S_{XI} \omega_2 = S_{XI} (1 + \omega_2) = 728(1 + 0,1) = 800,8 \text{ კბ};$$

$$S_{XII} = 800,8 \text{ კბ.}$$

XII წერტილიდან XIII წერტილამდე საწვევი ბაგირი გადაადგილდება 35°-იანი დახრის კუთხით

$$XIII - S_{XIII} = S_{XII} + W_{2,3} = 800,8 + 304 = 1104,8 \text{ კბ,}$$

სადაც

$$W_{2,3} = G_1 L_{XII-XIII} \sin \alpha = 0,53 \cdot 1000 \cdot \sin 35^\circ = 530 \cdot 0,57358 = 304 \text{ კბ};$$

$$S_{XIII} = 1104,8 \text{ კბ.}$$

სადაც $L_{XII-XIII}$ – XII და XIII წერტილებს შორის მანძილი, 1000 მ.

XIII წერტილში იქნება მაქსიმალური საანგარიშო ძალა, რომლის მიხედვითაც განისაზღვრება სატვირთო ბაგირის დიამეტრი და ჯალამბარის ძრავას სიმძლავრე.

ჯალამბარის ამძრავის რგოლებში დანაკარგების გათვალისწინებით (დოლიდან ძრავამდე) ძრავას მაქსიმალური სიმძლავრე იქნება:

$$N = \frac{S_{\text{XIII}} V_b}{75 \cdot \eta_{\text{max}}} = \frac{1104,8 \cdot 1,0}{75 \cdot 0,85} = 17,3 \text{ ცხ.ძ.} = 12,7 \text{ კვტ.}$$

N -ის მიხედვით ვირჩევთ ელექტრო ძრავას 4A160S₂Y3, რომლის $N_{\text{არ}}=15$ კვტ, $n = 3000$ ბრ/წთ.

სატვირთო ბაგირის საანგარიშოდ მივიღოთ მდგრადობის მარაგის სტატიკური კოეფიციენტი $n' = 2$ და გვექნება:

$$T_{\text{გ}} = S_{\text{XIII}} n' = 1104,8 \cdot 2 = 2209,6 \text{ კგ.}$$

სადაც $T_{\text{გ}}$ – გამგლეჯი ძალა.

მიღებული სიდიდის $T_{\text{გ}}$ -ის მიხედვით ბაგირის დიამეტრი შეგვიძლია მივიღოთ 12,5 მმ, რომლის დროებითი წინააღმდეგობა ტოლია 160 კგ/მმ².

დამყარებული მოძრაობის დროს I წერტილიდან XIII წერტილის ჩათვლით წინააღმდეგობის ძალებია:

$$S_{\text{XIII}} = W'_5 + W'''_{5,1} + W_{3,1} + W'''_{5,2} + W_{3,2} + W'''_{5,3} + W_{6,1} + W_{6,2} + W_{2,1} + \\ + W_{3,3} + W_{2,2} + W_{3,4} + W_{2,3},$$

რომლებიც, დოლის და ტვირთის ინერციით გამოწვეული ძალების გამოკლებით, იანგარიშება შემდეგი ფორმულებით:

$$\text{I} - S_{\text{I}} = W'_5 = 11,2 \text{ კგ.}$$

$$\text{II} - S_{\text{II}} = S_{\text{I}} + W'''_{5,1} = W'_5 + W'''_{5,1} = W'_5 + G_2 L_{\text{I-II}} (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ = 11,2 + 0,33 \cdot 1000 \cdot (0,2 \cos 35^\circ - \sin 35^\circ) = \\ = 11,2 + 330(0,2 \cdot 0,81915 - 0,57358) = -124 \text{ კგ.}$$

$$\text{III} - S_{\text{III}} = S_{\text{II}} + W_{3,1} = -124 + 124 \cdot 0,1 = -111,6 \text{ კგ.}$$

$$\text{IV} - S_{\text{IV}} = S_{\text{III}} + W'''_{5,2} = S_{\text{III}} + G_2 L_{\text{III-IV}} \cdot \omega_1 = -111,6 + 0,33 \cdot 100 \cdot 0,2 = -105 \text{ კგ.}$$

$$\text{V} - S_{\text{V}} = S_{\text{IV}} + W_{3,2} = S_{\text{IV}} + S_{\text{IV}} \omega_2 = -105 + 105 \cdot 0,1 = -94,5 \text{ კგ.}$$

$$\text{VI} - S_{\text{VI}} = S_{\text{V}} + W'''_{5,3} = S_{\text{V}} + G_2 L_{\text{V-VI}} \omega_1 = -94,5 + 0,33 \cdot 50 \cdot 0,2 = -91,2 \text{ კგ.}$$

$$\text{VII} - S_{\text{VII}} = S_{\text{VI}} + W_{6,1} = S_{\text{VI}} + Q n_1 \omega = -91,2 + 1500 \cdot 0,4 \cdot 0,6 = 268,8 \text{ კგ.}$$

$$\text{VIII} - S_{\text{VIII}} = S_{\text{VII}} + W_{6,2} = 268,8 + 326,8 = 595,6 \text{ კგ.}$$

$$\text{IX} - S_{\text{IX}} = S_{\text{VIII}} + W_{2,1} = S_{\text{VIII}} + G_1 L_{\text{VIII-IX}} \omega_1 = 595,6 + 0,53 \cdot 50 \cdot 0,2 = 600,9 \text{ კგ.}$$

$$X - S_X = S_{IX} + W_{3,3} = S_{IX} + S_{IX}\omega_2 = S_{IX}(1 + \omega_2) = 600,9(1 + 0,1) = 661 \text{ კგ};$$

$$XI - S_{XI} = S_X + W_{2,2} = 661 + 5,3 = 666,3 \text{ კგ};$$

$$XII - S_{XII} = S_{XI} + W_{3,4} = S_{XI} + S_{XI}\omega_2 = S_{XI}(1 + \omega_2) = 666,3(1 + 0,1) = 732,9 \text{ კგ};$$

$$XIII - S_{XIII} = S_{XII} + W_{2,3} = 732,9 + 304 = 1036,9 \text{ კგ}.$$

$$N = \frac{S_{XIII}V_b}{75 \cdot \eta_{\max}} = \frac{1036,9 \cdot 1,0}{75 \cdot 0,85} = 16,3 \text{ ცხ.ძ} = 12,0 \text{ კვტ}.$$

როგორც ანგარიშებიდან ჩანს, წინააღმდეგობის ძალების მნიშვნელობები დაუმყარებელი მოძრაობის დროს არის 1104,8 კგ, ხოლო დამყარებული მოძრაობის დროს იგივე ძალის მნიშვნელობა ტოლია 1036,9 კგ. მათ შორის განსხვავება უმნიშვნელოა, საიდანაც ელ. ძრავას სიმძლავრის ანგარიშის დროს, პირველ შემთხვევაში მიღებულია $N = 12,7$ კვტ, ხოლო მეორე შემთხვევაში 12 კვტ. აქედან გამომდინარე, ელ. ძრავა აღებული გვაქვს $N_{\text{ძრ}} = 15$ კვტ, ხოლო პირველი შემთხვევიდან გამომდინარე საწვეი ბაგირის დიამეტრი რჩება 12,5 მმ.

2.6.3. განივ გადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრის განსაზღვრა სამუშაო ციკლის ექვივალენტური სიმძლავრის მიხედვით

ბაგირ-ბლოკურ სქემებში (ნახ. 28, ბ) დასაბრუნებელი ბაგირით, რომელიც გადაადგილდება საწვეი ჯალამბრის მეორე დოლით, ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრე განისაზღვრება მისი სამუშაო ციკლის ექვივალენტური სიმძლავრიდან გამომდინარე [12, 13, 39].

ჯალამბრის სამუშაო ციკლის ხანგრძლივობა წამებში განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6, \quad (156)$$

სადაც t_1 – ტვირთის ადგილიდან დაძვრის დრო, 30 წმ;

t_2 – ტვირთის გადაადგილების დრო, 230 წმ;

t_3 – ტვირთის ჩახსნისათვის საჭირო დრო (დოლები გამორთულია, ძრავას სიმძლავრე იხარჯება ამძრავის გადაცემების უქმ ბრუნვაზე), 120 წმ;

t_4 – უკუსვლის ბაგირით საწვეი ბაგირის გადაადგილების დრო, 30 წმ;

t_5 – ტვირთის ჩაბმის დრო (სატვირთო და უკუსვლის ბაგირის დოლები გამორთულია, ძრავას სიმძლავრე იხარჯება ორივე დოლის ამძრავის გადაცემების უქმ ბრუნვაზე), 120 წმ;

t_6 – სატვირთო ბაგირის მოშვებულობის ამოკრეფის დრო, 20 წმ.

t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 და t_6 – დროის მნიშვნელობები დადგენილია, თეორიული გაანგარიშებების და პრაქტიკული გამოცდილებიდან გამომდინარე, საბაგირო დანადგარის მონაცემებისა და ტექნოლოგიური პროცესის გათვალისწინებით.

ძრავას ეკვივალენტური სიმძლავრე იანგარიშება შემდეგი ფორმულით

$$N_{\text{აგ}} = \sqrt{\frac{N_1^2 t_1 + N_2^2 t_2 + N_3^2 t_3 + N_4^2 t_4 + N_5^2 t_5 + N_6^2 t_6}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6}}, \quad (157)$$

სადაც $N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6$ – ძრავების სიმძლავრეები შესაბამის პერიოდებში.

ელექტრო ძრავა შეირჩევა გამოანგარიშებული $N_{\text{აგ}}$ სიმძლავრის მიხედვით.

სქემის (ნახ. 28, ბ) მიხედვით t_1 დროს შესაბამისი წინააღმდეგობის ჯამური ძალის მნიშვნელობა ტვირთის დაძვრის მომენტში, როგორც პარაგრაფ 6.2-ის ანგარიშიდან ჩანს $S_{\text{XIII}} = 1104,8$ კგ. შესაბამისი ძრავას სიმძლავრით 17,3 ცხ.ძ. ანუ 12,7 კვტ, ხოლო ტვირთის დამყარებული – თანაბარი სიჩქარით გადაადგილების პროცესში t_2 დროის განმავლობაში $S_{\text{XIII}} = 1036,9$ კგ, შესაბამისი ძრავის სიმძლავრით 16,3 ცხ.ძ. ანუ 12 კვტ.

ძრავების N_3 და N_5 სიმძლავრეები, რომლებიც შეესაბამება ტვირთის ჩახსნისა t_3 და ჩაბმის t_5 პერიოდებს, გადაცემების ყველა რგოლების მქკ-ის ჯალამბარის ტექნიკური მონაცემების და სამუშაო პირობების გათვალისწინებით, ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევებიდან გამომდინარე, შეიძლება მივიღოთ 0,5 ცხ.ძ ტოლი

$$N_3 = N_5 = 0,5 \text{ ცხ.ძ.} \quad (158)$$

ჯალამბარის ძრავას სიმძლავრე N_4 , საწვეი ბაგირის დასაბრუნებლად მარგი დატვირთვის გარეშე უკუსვლის t_4 პერიოდში ტოლია

$$N_4 = \frac{S'_{IV} V_g}{75 \cdot \eta_{\max}}, \quad (159)$$

სადაც V_g – დასაბრუნებელი ბაგირის სიჩქარე, 1,5 მ/წმ.

მაქსიმალურ წვევის ძალა S'_{IV} , დასაბრუნებელ ბაგირში განისაზღვრება შექცეული რიგით. ამ შემთხვევაში ამოსავალს წარმოადგენს მუშა დოლიდან ბაგირის გაშლის წინააღმდეგობა ანუ ძალა XIII წერტილში იანგარიშება (148) ფორმულით. რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ:

$$S_{XIII} = 1,3 \cdot 570 \cdot 0,15 \frac{0,07}{0,3975} + \frac{0,7 \cdot 570 \cdot 0,3975^2 \cdot 3,14 \cdot 36}{0,1987 \cdot 4 \cdot 9,81 \cdot 30 \cdot 3} = 19,6 + 10,2 = 29,8 \text{ კგ.}$$

t_4 პერიოდში წინააღმდეგობის S'_{IV} ძალის საანგარიშოდ ნახ. 28, ბ სქემის მიხედვით, როცა სრულდება საწვევი ბაგირის გადაადგილება დასაბრუნებელი ბაგირით ანუ საწვევი ბაგირის დაბრუნება მუშა მდგომარეობაში, სასარგებლო დატვირთვის გარეშე, საჭიროა შეიკრიბოს XIII-I წერტილებში აღძრული წინააღმდეგობის ძალები:

$$S'_{IV} = W'_{5,1} + W''_{5,1} + W_{2,3} + W_{3,1} + W_{2,4} + W_{3,2} + W'''_{5,1} + W_{6,3} + W_{4,3} + \\ + W'''_{5,2} + W_{3,3} + W'''_{5,3} + W_{3,4} + W'''_{5,4}; \quad (160)$$

$$W'_{5,1} = 19,6 \text{ კგ}; \quad W''_{5,1} = 10,2 \text{ კგ};$$

$$XIII - S_{XIII} = W'_5 + W''_5 = 19,6 + 10,2 = 29,8 \text{ კგ};$$

$$XII - S_{XII} = S_{XIII} + W_{2,3} = S_{XIII} + G_1 L_{XIII-XII} (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha) =$$

$$= 29,8 + 0,53 \cdot 1000 (-\sin 35^\circ) = 29,8 + 530 (-0,57358) = 29,8 - 304 = -274,2 \text{ კგ};$$

$$XI - S_{XI} = S_{XII} + W_{3,1} = S_{XII} + S_{XII} \cdot \omega_2 = -274,2 + (274,2 \cdot 0,1) =$$

$$-274,2 + 27,4 = -246,8 \text{ კგ};$$

$$X - S_X = S_{XI} + W_{2,4} = S_{XI} + G_1 L_{XI-X} (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha) = -246,8 + 0,53 \cdot 10 (-\sin 90^\circ) =$$

$$= -0,246,8 + 0,53 \cdot 10 (-1) = -246,8 - 5,3 = -252,1; \quad \omega = 0, \quad \alpha = 90^\circ;$$

$$IX - S_{IX} = S_X + W_{3,2} = S_X + S_X \omega_2 = -252,1 + 252,1 \cdot 0,1 = -252,1 + 25,2 = -226,9 \text{ კგ};$$

$$VIII - S_{VIII} = S_{IX} + W'''_{5,1} = S_{IX} + G_1 L_{IX-VIII} \omega_1 = -226,9 + 0,53 \cdot 50 \cdot 0,2 =$$

$$= -226,9 + 5,3 = -221,6 \text{ კგ};$$

$$\begin{aligned} \text{VII} - S_{\text{VII}} &= S_{\text{VIII}} + W_{6,3} = -221,6 + 0,86 G_{\text{III}} \sqrt[3]{\frac{G_{\text{III}}}{bcD_{\text{III}}^2 n_3}} = \\ &= -221,6 + 0,86 \cdot 50 \sqrt[3]{\frac{50}{10 \cdot 0,2 \cdot 60^2 \cdot 2}} = \\ &= -221,6 + 43 \sqrt[3]{0,0034} = -221,6 + 43 \cdot 0,15 = -221,6 + 6,5 = -215,1 \text{ კბ}; \end{aligned}$$

$$\text{VII} - S_{\text{VII}} = S_{\text{VII}} + W_{4,3} = S_{\text{VII}} + \frac{G_{\text{III}} \cdot V_{\text{საბ}}}{gt} = -215,1 + \frac{50 \cdot 1,0}{9,81 \cdot 3} = -215,1 + 1,7 = -213,4 \text{ კბ};$$

$$\begin{aligned} \text{V} - S_{\text{V}} &= S_{\text{VII}} + W_{5,2}''' = S_{\text{VII}} + G_2 L_{\text{VIII-V}} \omega_1 = -213,4 + 0,33 \cdot 50 \cdot 0,2 = \\ &= -213,4 + 3,3 = 210,1 \text{ კბ}; \end{aligned}$$

$$\text{IV} - S_{\text{IV}} = S_{\text{V}} + W_{3,3} = S_{\text{V}} + S_{\text{V}} \omega_2 = 210,1 + 210,1 \cdot 0,1 = -210,1 + 21 = -189,1 \text{ კბ};$$

$$\begin{aligned} \text{III} - S_{\text{III}} &= S_{\text{IV}} + W_{5,3}''' = S_{\text{IV}} + G_2 L_{\text{IV-III}} \omega_1 = -189,1 + 0,33 \cdot 100 \cdot 0,2 = \\ &= -189,1 + 6,6 = -182,5 \text{ კბ}; \end{aligned}$$

$$\text{II} - S_{\text{II}} = S_{\text{III}} + W_{3,4} = S_{\text{III}} + S_{\text{III}} \cdot \omega_2 = -182,5 + 182,5 \cdot 0,1 = -182,5 + 18,3 = -164,2 \text{ კბ};$$

$$\begin{aligned} \text{I} - S_{\text{I}} &= S_{\text{II}} + W_{5,4} = S_{\text{II}} + G_2 L_{\text{II-I}} \omega_1 = -164,2 + 0,33 \cdot 1000 (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha) = \\ &= -164,2 + 330 (0,57358 + 0,2 \cdot 0,81915) = -164,2 + 243,3 = 79,1 \text{ კბ}. \end{aligned}$$

(160) ფორმულის თანახმად

$$\begin{aligned} S'_{\text{IV}} &= 19,6 + 10,2 - 304 + 27,4 - 5,3 + 25,2 + 5,3 + 6,5 + 1,7 + 3,3 + \\ &+ 21 + 6,6 + 18,3 + 243,3 = 79,1 \text{ კბ}. \end{aligned}$$

(159) ფორმულიდან

$$N_4 = \frac{79,1 \cdot 1,5}{75 \cdot 0,85} = 1,9 \text{ ცხ.ძ} = 1,4 \text{ კვტ.}$$

დამყარებული მოძრაობის დროს

$$S'_1 = S_1 - W_5'' - W_{4,3} = 79,1 - 10,2 - 1,7 = 67,2 \text{ კბ}.$$

$$N_4 = \frac{67,2 \cdot 1,5}{75 \cdot 0,85} = 1,6 \text{ ცხ.ძ} = 1,2 \text{ კვტ.}$$

t_6 პერიოდში წინააღმდეგობის S'_{VI} ძალის საანგარიშოდ (ნახ. 28, ბ), როცა საწვეი დოლით ხორციელდება საწვეი ბაგირის მოშვებულობის ამოკრება I წერტილიდან VIII წერტილამდე, რის შემდეგაც წვევის ძალა მოედება დატვირთულ ურიკას და იწყება საწვეი დოლის სასარგებლო დატვირთვა; საჭიროა შეიკრიბოს I-XIII წერტილებში აღძრული წინააღმდეგობის ძალები:

$$S'_{VI} = W'_5 + W''_5 + W'''_{5.1} + W_{3.1} + W'''_{5.2} + W_{3.2} + W'''_{5.3}. \quad (161)$$

$$S_{XIII} = W'_5 + W''_5 = 19,6 + 10,2 = 29,8 \text{ კბ.}$$

$$\begin{aligned} XII - S_{XII} = S_{XIII} + W'''_{5.1} = S_{XIII} + G_1 L_{I-II} (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha) &= 29,8 + 0,53 \cdot 1000 \cdot \sin 35^\circ = \\ &= 29,8 + 530 \cdot 0,57358 = 29,8 + 304 = 333,8 \text{ კბ, } \omega_1 = 0. \end{aligned}$$

$$XI - S_{XI} = S_{XII} + W_{3.1} = S_{XII} + S_{XI} \omega_2 = 333,8 + 333,8 \cdot 0,1 = 333,8 + 33,4 = 367,2 \text{ კბ.}$$

$$\begin{aligned} X - S_X = S_{XI} + W'''_{5.2} = S_{XI} + G_1 L_{IX-X} (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha) &= 367,2 + 0,53 \cdot 10 \cdot \sin 35^\circ = \\ &= 367,2 + 5,3 \cdot 0,57358 = 367,2 + 3,0 = 370,2 \text{ კბ, } \omega_1 = 0. \end{aligned}$$

$$IX - S_{IX} = S_{IX} + W_{3.2} = S_{IX} + S_{IX} \omega_2 = 370 + 370 \cdot 0,1 = 370 + 37 = 407 \text{ კბ.}$$

$$\begin{aligned} VIII - S_{VIII} = S_{IX} + W'''_{5.3} = S_{IX} + G_1 L_{IX-VIII} \omega_1 &= 407 + 0,53 \cdot 100 \cdot 0,2 = \\ &= 407 + 10,6 = 417,6 \text{ კბ.} \end{aligned}$$

(161) ფორმულაში მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ:

$$S'_{VI} = 29,8 + 304 + 33,4 + 3 + 37 + 10,6 = 417,8 \text{ კბ.}$$

ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრე, რომელიც საჭიროა საწვეი ბაგირის მოშვებულობის ამოსაკრეფად ტოლია

$$N_6 = \frac{S'_{VI} \cdot V_{საბ}}{75 \cdot \eta_{\max}} = \frac{417,8 \cdot 10}{75 \cdot 0,85} = 6,6 \text{ ცხ.ძ} = 4,9 \text{ კვტ.}$$

ფორმულით (157) ვანგარიშობთ ძრავას ეკვივალენტურ სიმძლავრეს

$$\begin{aligned} N_{\text{ძრ}} &= \sqrt{\frac{17,3^2 \cdot 30 + 16,3^2 \cdot 230 + 0,5^2 \cdot 120 + 1,9^2 \cdot 30 + 0,5^2 \cdot 120 + 6,6^2 \cdot 20}{30 + 230 + 120 + 30 + 120 + 20}} \\ &= \sqrt{\frac{8979 + 61109 + 30 + 108,3 + 30 + 871,2}{550}} = \sqrt{\frac{71127,5}{550}} \\ &= \sqrt{129,3} = 11,4 \text{ ცხ.ძ.} = 8,4 \text{ კვტ.} \end{aligned}$$

მაშასადამე, ბაგირ-ბლოკური საბაგირო მორსათრევი დანადგარის (ნახ. 28, ბ) ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრე განსაზღვრული ჯალამბრის სამუშაო ციკლის ეკვივალენტური სიმძლავრიდან გამომდინარე ტოლია 11,4 ცხ.ძ. ანუ 8,4 კვტ. სიმძლავრის მიხედვით ვირჩევთ ელექტრო ძრავას $N_{\text{ძრ}} = 11$ კვტ, ძრავის ტიპი 4A132M2Y3, $n = 3000$ ბრ/წთ.

დასკვნა განსჯაზე

დამუშავებულია ახალი ტექნოლოგიური სქემები, რომელთა განსახორციელებლად შექმნილია განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარები და მოწყობილობები. სხვადასხვა სიმაღლეზე განლაგებულ საყრდენებზე დაკიდული ერთმალისანი ღუნვადი ბაგირის საანგარიშოდ, ჩაკიდულობის მცირე ისრებით, შერჩეულია ფიზიკური ვარიანტი და მიღებულია განტოლება ბაგირის სიგრძის განსაზღვრისათვის, სადაც მაქსიმალური ჩაკიდულობა, მაქსიმალური დაჭიმულობა და ბაგირის უდიდესი სიგრძე მიღებულია ტვირთის ძალის შუაში განლაგების დროს. დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე განსაზღვრულია მზიდი ბაგირის მაქსიმალური დაჭიმულობა მუშა და სამონტაჟო მდგომარეობაში. შერჩეულია მზიდი ბაგირის დიამეტრი. საწვე ბაგირში მაქსიმალური საანგარიშო წვევის ძალის განსაზღვრის დროს, ბაგირის მოძრაობის სქემის და წინააღმდეგობების მოდების წერტილების მიხედვით, შეკრებილია წინააღმდეგობის ძალები საწვისი წერტილიდან დოლზე ბაგირის მიწყდომის წერტილამდე, რომლის მიხედვითაც იანგარიშება ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრე და საწვეი ბაგირის დიამეტრი.

2.7. ექსპერიმენტული ნაწილი

მორსათრევი ურიკის თვლების თანაბარი გორვის წინააღმდეგობის ძალის და კოეფიციენტის ექსპერიმენტული კვლევა

2.7.1. მორსათრევი ურიკაზე მოქმედი გარე ძალები

განივიდასატანი მორსათრევი დანადგარის, სქემისათვის (ნახ. 28, ბ), განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ურიკით შოლტების ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მიწაზე მორსათრევი დროს ურიკის თვლების თანაბარი გორვის წინააღმდეგობის ძალის და კოეფიციენტის ექსპერიმენტული კვლევა და მათი სიდიდეების დადგენა-რეგონში გავრცელებული ნიადაგობრივი და რელიეფური პირობებისათვის. აღნიშნულთან დაკავშირებით, აუცილებელია ვიცოდეთ მორსათრევი ურიკაზე მოქმედი წინააღმდეგობის ძალების ცვალებადობის ხასიათი და მათი მნიშვნელობები. ეს ძალებია: P_f , აწვევის P_i , ინერციის P_j , ჰაერის P_w და მორსათრევი შოლტების ან მორების გადაადგილებაზე წინააღმდეგობის ძალა $P_{კაკ}$ [18].

გორვის წინააღმდეგობის ძალა აღიძვრება ურიკის თვალის გზის ვაკისის ზედაპირთან კონტაქტით. ხისტი თვალის დეფორმირებულ გრუნტზე თავისუფალი გორვის მარტივ შემთხვევაში მის ღერძზე მოქმედებს ვერტიკალური ძალა G_k – წარმოდგენილი ურიკის წონის ნაწილით, თვალთან მოყვანილი მბრუნავი მომენტით (ნახ. 29, ა).

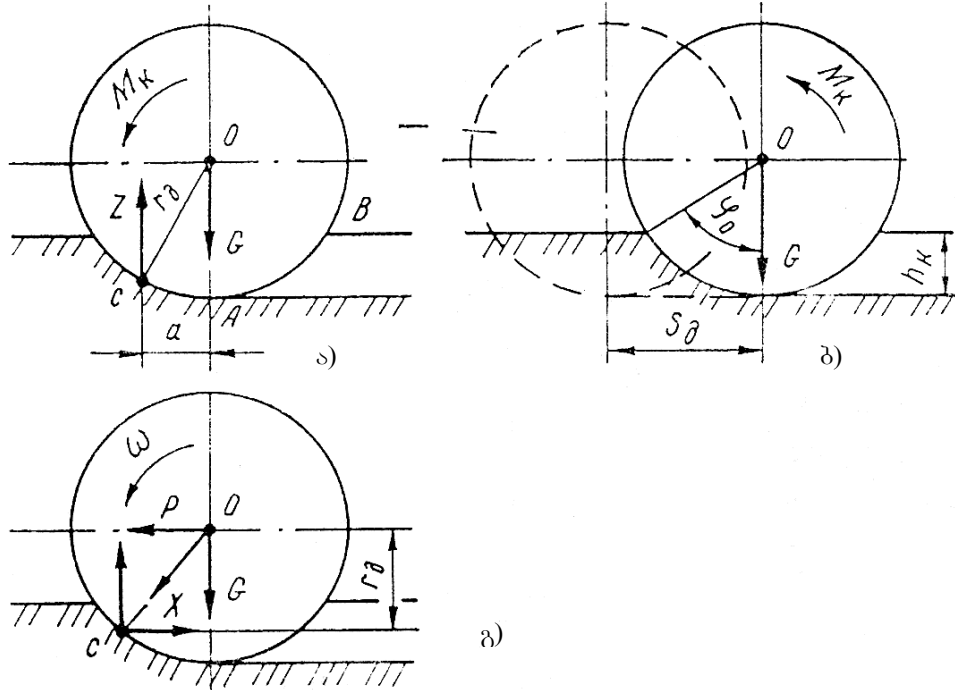
გორვის პროცესში თვალი თავის ქვეშ ტკეპნის გრუნტს და მის უკან რჩება კვალი – ლიანდი. რამდენადაც ფერსოს AB უბანი არ ეხება გრუნტს, გრუნტის Z ტოლქმედი გადაწეულია ვერტიკალურ ღერძზე და გატანილია წინ რომელიმე a მანძილზე. C წერტილი, სადაც ტოლქმედი Z მოდებულია თვალზე, შეესაბამება თვალის გრუნტზე დაწოლის მყისიერ ცენტრს. C წერტილის მიმართ მოქმედი გარე ძალების მომენტების ჯამის ნულთან ტოლობის პირობიდან

$$\sum M_c = M_k - G_k a = 0. \quad (162)$$

შედგვიდან გამომდინარე, მბრუნავი მომენტი M_k გაწონასწორებულია გორვის წინააღმდეგობის მომენტით $M_f = G_k a$. თუ გავყოფთ M_f

წინააღმდეგობის მომენტს თვალის რადიუსზე r , განვსაზღვრავთ გორვის წინააღმდეგობის ძალას

$$P_f = G_k \frac{a}{r}. \quad (163)$$



ნახ. 29. ურიკის თვალის გორვის სქემა: ა - ხისტი თვალის გორვა თავისუფალ რეჟიმში; ბ - ლიანდის წარმოქმნა; გ - ხისტი თვალის გორვა ამყობ რეჟიმში, აქ G არის G_k .

P_f და G ძალებს შორის პროპორციულობის კოეფიციენტს ეწოდება გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი

$$f = \frac{P_f}{G_k} = \frac{a}{r}, \quad (164)$$

სადაც a გრუნტის ნორმალური რეაქციის ნარიის მხარია.

ტყეკაფებზე, სადაც თვალი წარმოქმნის ღრმა ლიანდს, გორვისათვის აუცილებელი ენერგია იხარჯება გრუნტის დეფორმაციაზე. თვალის φ_0 კუთხით მობრუნების დროს (ნახ. 29, ბ), რომელიც ახასიათებს ფერსოს გრუნტთან კონტაქტის S_T სიგრძეს, გორვის წინააღმდეგობის დაძლევაზე დახარჯული ენერგია ტოლი იქნება

$$A_f = M_f \varphi_0 = P_f r \varphi_0 = P_f S_T. \quad (165)$$

φ_0 კუთხით მობრუნების განმავლობაში თვალი წინ გადაადგილდება რომელიმე S_D მანძილზე, რომელიც როგორც ცდები გვიჩვენებენ, არ

შეესაბამება S_T (თეორიული გადაადგილების) სიგრძეს. გრუნტის ვერტიკალური დეფორმაციის მუშაობა S_D გზაზე გამოითვლება ფორმულით

$$A_{np} = bS_D \int_0^{h_k} q dh, \quad (166)$$

სადაც b – თვალის სიგანე; q – დაწოლა; h_k – გრუნტის მაქსიმალური დეფორმაცია (ლიანდის სიღრმე); h – დეფორმაცია. გრუნტის დეფორმაციის ხვედრითი მუშაობა $\int_0^{h_k} q dh$ წარმოვადგინოთ საშუალო ინტეგრალური დაწოლის q_c ნამრავლის სახით, ლიანდის სიღრმეზე h_k და მივიღებთ

$$A_{np} = bS_D q_c h_k. \quad (167)$$

ამასთან q_c დაწოლა არის გრუნტის დეფორმაციის გამომწვევი G_k ძალა მიყვანილი შემკვრივებული გრუნტის ზედაპირთან, ე.ი.

$$q_c = \frac{G_k}{bS_D}. \quad (168)$$

ამიტომ გრუნტის ვერტიკალური დეფორმაციის მუშაობა S_D გზაზე ტოლია

$$A_{np} = G_k h_k. \quad (169)$$

ენერგეტიკული ბალანსის განტოლებიდან $A_f = A_{np}$, ვპოულობთ

$$P_f S_T = G_k h_k,$$

საიდანაც

$$f = \frac{P_f}{G_k} = \frac{h_k}{S_1}. \quad (170)$$

(170) განტოლების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი წარმოადგენს დეფორმაციის h_k ფარდობას დეფორმირებული ზედაპირის სიგრძესთან.

თვალის გორვა ამჟამად რეჟიმში ხდება მბიძგავი ძალის P -ს მოქმედებით (ნახ. 29, გ). გარე ძალების ტოლქმედი $\bar{R} = \bar{G}_k + \bar{P}$ მოდებული გრუნტთან დაწოლის მყისიერ ცენტრში c . გარე ძალების მომენტების ჯამის ნულთან გატოლების პირობიდან გამომდინარე, რომლებიც მოქმედებენ c წერტილის მიმართ, გვექნება:

$$\sum M_c = Pr_D - G_k a = 0, \quad (171)$$

საიდანაც ვპოულობთ, რომ თვალის მამოძრავებელი ძალა

$$P = G_k \frac{a}{r_D}, \quad (172)$$

სადაც r_D თვალის დინამიური რადიუსია.

ამყოლი თვალის გორვის ფიზიკური არსი მდგომარეობს შემდეგში. ძალა P , რომელიც უბიძგებს თვალის ღერძს, ცდილობს დაძრას ის წინ. ამას ეწინააღმდეგება გრუნტის ჰორიზონტალური რეაქცია X , ხოლო მომენტის Pr_D მოქმედებით ხდება თვალის თანაბარი გორვა. ამასთან მგორავი თვალი, ღიანდის წარმოქმნის პროცესში ტკეპნის თავის ქვეშ გრუნტს, რის შედეგადაც გრუნტის ვერტიკალური დეფორმაცია ხორციელდება G_k წონის, ხოლო ჰორიზონტალური დეფორმაცია – მბიძგავი ძალის P -ს მოქმედებით. გრუნტის ჰორიზონტალური დეფორმაციის შედეგად ამყოლი თვალის გზა, ერთი ბრუნვის შედეგად აღმოჩნდება მეტი, ვიდრე ფერსოს წრეხაზის სიგრძე.

რადგანაც გორვის დინამიკური რადიუსი r_D მცირედ განსხვავდება ურიკის თვალის ფიზიკური რადიუსისაგან r , უშვებენ, რომ ეს რადიუსები ერთმანეთის ტოლია და შემოაქვთ გორვის წინააღმდეგობის პირობითი ძალის ცნება, რომელიც შეესაბამება მბიძგავ ძალას და საჭიროა ამყოლი თვალის მოძრაობისათვის. ამრიგად

$$P_f \equiv P = G_k \frac{a}{r_D}. \quad (173)$$

ამასთან არ არის საჭირო შეურიოთ თავისუფალი გორვის წინააღმდეგობის ძალა გრუნტის ჰორიზონტალურ რეაქციასთან X . თავისუფალი გორვის რეჟიმში გრუნტის რეაქციის ტოლქმედი Z მიმართულია ვერტიკალურად და მისი თარაზული პროექცია $X = 0$. ამის მიუხედავად თვალი თავისუფალი გორვის რეჟიმში გადალახავს წინააღმდეგობის P_f ძალას.

2.7.2. შოლტების ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მიწაზე ურიკით გორვის წინააღმდეგობის ძალის და კოეფიციენტის განსაზღვრა

ტყეკაფზე შოლტების ურიკით ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მორთრევის დროს წინააღმდეგობის ძალა გადაადგილებაზე შეიძლება ვიანგარიშოთ ფორმულით:

$$W_6 = W_{6.1} + W_{6.2}, \quad (174)$$

სადაც $W_{6.1}$ – მიწის ზედაპირზე მორთრეული შოლტების ნაწილის გადაადგილების წინააღმდეგობის ძალა:

$$W_{6.1} = Qn_1\omega, \quad \text{კგ}, \quad (175)$$

სადაც Q – შოლტების შეკრულის წონა;

n_1 – შეკრულის მიწაზე მორთრეული ნაწილის განმსაზღვრელი კოეფიციენტი, 0,4;

ω – შეკრულის მიწის ზედაპირზე გადაადგილების წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, 0,6.

$W_{6.2}$ – ურიკაზე დატვირთული შოლტების ნაწილის გადაადგილების წინააღმდეგობის ძალა.

შოლტების მიწაზე ურიკით გადაადგილების ძალების წონასწორობის პირობიდან გამომდინარე (ნახ. 30) საკისრებში ხახუნის M , მომენტი უგულებელყოფილია:

$$\begin{aligned} Y_n &= Q_n, & X_n &= W_n - m_n j; \\ X_n r_n &= M_{jn} + Y_n a_n, \end{aligned} \quad (176)$$

სადაც Q_n – დატვირთვა თვლებზე;

X_n და Y_n – გრუნტის რეაქციები;

M_{jn} – ურიკის თვლების ინერციის ძალის წინააღმდეგობის მომენტი;

W_n – მბიძგავი ანუ მოძრაობის წინააღმდეგობის ძალა;

$Y_n a_n = M_{c-n}$ – ურიკის თვლების გორვის წინააღმდეგობის მომენტი;

a_n – ურიკის თვლების ხახუნის კოეფიციენტი;

m_n და j – ურიკის თვალის წინსვლითი მოძრაობის მასა და აჩქარება.

ლიანდის სიღრმის h და მბიძგავი ძალის $W_{6.2}$ განსაზღვრის დროს, თვალის ფერსოს ნიადაგთან ხახუნის ძალების უგულებელყოფის

შემთხვევაში, მიღებულია, რომ გრუნტის დაძაბულობა σ ლიანდის ჩაძირვის სიღრმის პროპორციულია (ნახ. 31):

$$Q_n = \int b\sigma \cos \alpha d_s = bc \int (h-y) dx; \quad (177)$$

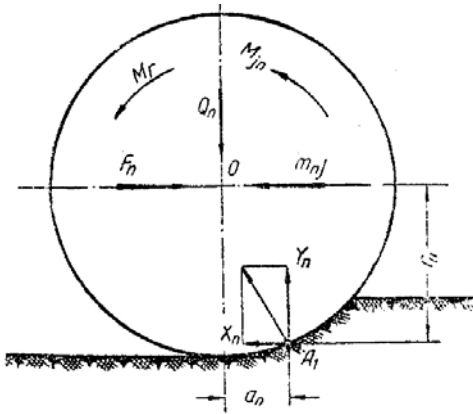
$$Q_n = \frac{2}{3} bc \sqrt{D} h^{2/3}, \quad (178)$$

საიდანაც

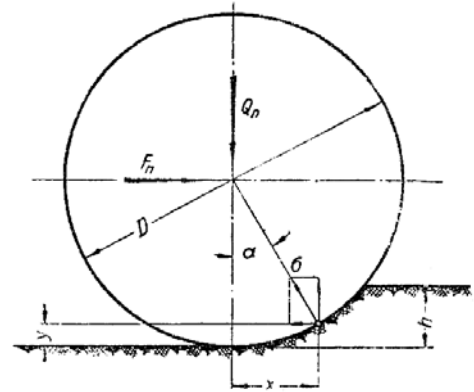
$$h = \left[\frac{1,5 Q_n}{bc \sqrt{D}} \right]^{3/2}, \quad (179)$$

სადაც b – თვალის ფერსოს სიგანე;

d_s – ფერსოს რკალის ელემენტი.



ნახ. 30. მორსათრევი ურიკის მიმმართველ თვლებზე მოქმედიგარე ძალები დეფორმირებულ გრუნტზე გადაადგილების დროს



ნახ. 31. ლიანდის სიღრმის და მბიძგავი ძალის განმსაზღვრელი სქემა

ლიანდის სიღრმე h დამოკიდებულია: თვალის დატვირთვაზე, თვალის ძირითად კონსტრუქციული ზომებზე და ნიადაგის მექანიკურ თვისებებზე, რომლებიც ხასიათდებიან პროპორციულობის c კოეფიციენტით.

ყველა ძალების პორიზონტალურ დერძზე დაპროექტებით მივიღებთ

$$W_{6,2} = \int b\sigma \sin \alpha d_s = bc \int_0^h (h-y) dy - \frac{bch^2}{2} = 0,86 \cdot Q_n \sqrt[3]{\frac{Q_n}{bcD^2 n_3}}, \quad (180)$$

სადაც Q_n – ურიკის და შოლტის ურიკაზე დატვირთული ნაწილის წონა

$$Q_n = Q_{n_2} + G_n, \quad (181)$$

სადაც n_2 – ურიკაზე დატვირთული შოლტის ნაწილის განმსაზღვრელი კოეფიციენტი, 0,6;

G_y – ურიკის წონა.

მზიკავი ძალის W_6 ფარდობას Q_n დატვირთვასთან, ურიკის თვალის პორიზონტალზე თანაბარი გადაადგილების დროს ეწოდება გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი f

$$f = \frac{W_{6.2}}{Q_n} = 0,863 \sqrt{\frac{Q_n}{bcD^2n_3}}, \quad (182)$$

სადაც b – ურიკის ფოლადის თვალის სიგანე, 10 სმ;

c – ნიადაგის სიმყარის კოეფიციენტი 0,2 კგ/სმ³;

D – ურიკის თვალის დიამეტრი, 60 სმ;

n_3 – ურიკის თვლების რაოდენობა, 2.

ტყეკაფზე რეალურ პირობებში ურიკის გადაადგილების დროს დეფორმირდება გრუნტი და მიმდინარეობს რთული პროცესი, რომელიც ექვემდებარება რთულ მათემატიკურ აღწერას. ამიტომ წვეითი ანგარიშების ჩასატარებლად შეიძლება ვისარგებლოთ გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტების ექსპერიმენტული განსაზღვრის შედეგებით, რომლებიც მიღებულია ტყეკაფებში გავრცელებულ დამახასიათებელ პირობებში სპეციალურად შექმნილი, დასატვირთი ფართო აღჭურვილი, ორთვალა ურიკით შოლტების ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მორთრევის დროს.

რეგიონში გავრცელებული – დამახასიათებელ პირობებში ხდებოდა ურიკით ნახევრად დატვირთული შოლტების მორთრევა ჯალამბრის გამოყენებით. დინამომეტრის საშუალებით წარმოებდა საწვე ბაგირზე განვითარებული წვეის ძალის ცვალებადობის დაფიქსირება და ცხრილებში შეტანა ტყეკაფის სხვადასხვა სახის გრუნტებზე ურიკის მუშაობის დროს. შოლტების ურიკაზე და მიწაზე მოსული ნაწილების წონების განსაზღვრა, შოლტების საერთო წონიდან გამომდინარე წარმოებდა შესაბამისი კოეფიციენტების დახმარებით: 0,4 – მიწაზე, 0,6 – ურიკაზე. დინამომეტრით მიღებული საერთო წვეის ძალის მნიშვნელობა W_6 , ითვალისწინებს მიწაზე მორთრევის $W_{6.1}$ და ურიკის გორვის წინააღმდეგობის $W_{6.2}$ ძალებს. განსაზღვრულია წინააღმდეგობა დატვირთული ურიკის გორვაზე

$$W_{6.2} = W_6 - W_{6.1} = W_6 - Q \cdot 0,4,$$

სადაც W_6 – დინამომეტრით მიღებული წევის ძალა.

ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში შოლტების ურიკით მორთრევაზე გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტების მნიშვნელობები იანგარიშება (182) ფორმულით.

ცხრილ 3-ში მოცემულია გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტ f -ის მნიშვნელობები.

ცხრილი 3

მორსათრევი ურიკის ფოლადის გლუვი თვლების გრუნტზე გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი

გრუნტი	$f = W_{6.2}/Q_n$
თიხნარი მშრალი მკვრივი	0,11
თიხნარი მშრალი საშუალო	0,13
ქვიშნარი მშრალი საშუალო	0,15
ქვიშნარი მშრალი მსუბუქი	0,18
თიხნარი ტენიანი	0,22
თიხნარი ბლანტი	0,26
ქვიშნარი ფხვიერი	0,25
ტყეკაფი მკვრივ ნიადაგებზე	0,18
ტყეკაფი მკვრივ საშუალოზე	0,20
ტყეკაფი მკვრივ რბილზე	0,22
ტყეკაფი დარბილებული წვიმით	0,21-0,27
ტყეკაფი აჩქილი	0,21-0,23
ტყეკაფი მოსნული	0,25-0,29
ტყეკაფი კულტივირებული	0,28-0,35

როგორც თეორიული გაანგარიშებები და ექსპერიმენტული კვლევები გვიჩვენებენ, ჩვენს მიერ დამუშავებული და შექმნილი ორთვალა ურიკის გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი შოლტების ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მორთრევის დროს, სხვადასხვა სახეობის გრუნტებზე იცვლება საკმაოდ ინტენსიურად და მერყეობს ზღვრებში 0,11-0,35-მდე.

2.8. ტყეკაფითი სამუშაო პროცესების ეკონომიკური ანგარიში № 7 ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით

ტყეკაფითი სამუშაო პროცესების ეკონომიკური ანგარიში № 7 ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით (ნახ. 17) ჩატარებული სტშ-ს მერქნული მასალების დამზადება-დამუშავების კათედრაზე შექმნილი განივგადასატანი ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის (ნახ. 23) გამოყენებით, რადგანაც 30°-ზე მეტი დახრილობის ფერდობების ათვისება შესაძლებელია მხოლოდ საბაგირო მორსათრევი დანადგარებით [12, 13].

№ 7 ტექნოლოგიური სქემის ეკონომიკური გაანგარიშების დროს გასათვალისწინებელია ორი მომენტი:

- ხე-ტყის მორთრევა წარმოებს საბაგირო დანადგარის ტრასის ორივე მხრიდან განივგადასატან მზიდ ბაგირებზე;
- ხე-ტყის ჩამოშვებას აწარმოებს იგივე დანადგარი ძირითადი მზიდი და საწვევი ბაგირების საშუალებით.

ეკონომიკურ ანგარიშში გამოყენებული პირობითი ტყეკაფის საორიენტაციო სატაქსაციო მონაცემები და თვით ტყეკაფის დახასიათება მოცემულია ცხრ. 4 და ცხრ. 5-ში.

ცხრილი 4

სატაქსაციო მონაცემები

უბნის საერთო საორიენტაციო ფართი	63 ჰა, 630000 მ ²
საშუალო მარაგი ჰექტარზე	250 მ ³
საექსპლუატაციო მარაგი	10000 მ ³
სალიკვიდაციო მარაგი	1575 მ ³

განვსაზღვროთ 1 მ³ ხე-ტყის მორთრევის თვითღირებულება განივგადასატან მზიდ ბაგირებზე დაყენებული ურიკით მიწაზე თრევით

$$K_{გან} = K_{1გ} + K_{2გ},$$

სადაც $K_{1გ} - 1$ მ³ ხე-ტყეზე კუთრი დანახარჯები, მოსული გადასატანი განივი მზიდი ბაგირების მონტაჟზე და დემონტაჟზე, ლარი;
 $K_{2გ} - 1$ მ³ ხე-ტყეზე მოსული კუთრი დანახარჯები, მოსული განივგადასატანი მზიდი ბაგირების საექსპლუატაციო ხარჯებზე, ლარი;

ტყეკაფის დახასიათება

ტყეკაფის ჯგუფი	I
კორომის შემადგენლობა	9 წიწ.
საშუალო სისშირე	0,7
საექსპლუატაციო მარაგებიდან სისშირეების მიხედვით შეიძლება მოიჭრას	0,6-0,7-12%
ჭრის სისტემა	ნებით ამორჩევითი
მოსატრელი ხეების	
საშუალო დიამეტრი	45 სმ
მოცულობა	2,5-3 მ ³
სიმაღლე	28 მ
მათ შორის	
სამასალე, სახერხი ხე-ტყე	70%
შემა ტექნოლოგიური	15%
შემა საწვავი	5%
ნარჩენები	10%

$$K_{1\phi} = \frac{2C_{\phi}}{l l_x V}; \quad K_{2\phi} = \frac{C_3 A_2 \frac{l_x}{2}}{2q_1(420 - t_{\phi\text{თ}})\phi};$$

სადაც C_{ϕ} – განივგადასატანი მზიდი ბაგირის მონტაჟის და დემონტაჟის ღირებულება, 25 ლარი.

თუ ავიღებთ წარმოებულს $K_{\phi\text{თ}}$ – ახ l_x -ით და გაუტოლებთ ნულს, მივიღებთ გადასატან განივ ბაგირებთან ხე-ტყის მიწაზე მოთრევის მანძილის განმსაზღვრელ ფორმულას (ნახ. 32)

$$l_x = \sqrt{\frac{C_{\phi} q_1 \phi (420 - t_{\phi\text{თ}})}{l V C_3 0,5 A_3}} = \sqrt{\frac{25 \cdot 2 \cdot 0,8 (420 - 30)}{628 \cdot 0,0025 \cdot 57,5 \cdot 0,5 \cdot 0,075}} =$$

$$= \sqrt{\frac{15600}{3,4}} = \sqrt{4588} = 68 \text{ მ,}$$

სადაც q_1 – საბაგირო ტრასის ერთი მხრიდან განივგადასატან მზიდ-ბაგირზე დამხმარე ურიკით მოთრეული მორების მოცულობა, 2,0, მ³;

ϕ – სამუშაო ცვლის დროს გამოყენების კოეფიციენტი, 0,8;

$t_{\phi\text{თ}}$ – მოსამზადებელ-დასკენითი დრო, 30 წთ;

420 – სამუშაო ცვლის დრო წთ.

l – საბაგირო დანადგარებს შორის ოპტიმალური მანძილი

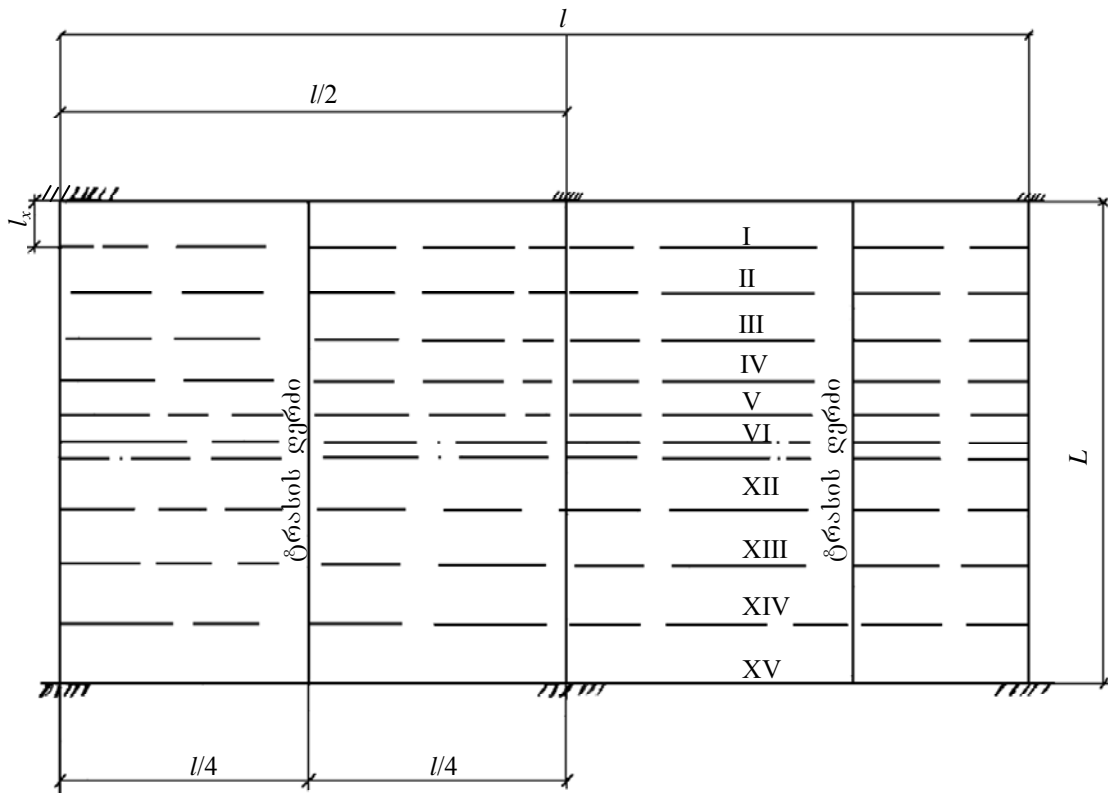
$$l = 2 \sqrt{\frac{C q \phi (420 - t_{\phi\text{თ}})}{L V C'_3 A_2}} = 2 \sqrt{\frac{1200 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,8 (420 - 30)}{1000 \cdot 0,0025 \cdot 2 \cdot 57,5 \cdot 0,053}} =$$

$$= 2\sqrt{\frac{1200 \cdot 4 \cdot 0,8 \cdot 390}{1000 \cdot 0,0025 \cdot 115 \cdot 0,053}} = 2\sqrt{\frac{149600}{15,2}} = 2\sqrt{98526} = 2 \cdot 314 = 628 \text{ მ,}$$

სადაც L – საბაგირო ტრასის სიგრძე, 1000 მ;

V – ერთდროული ტვირთსარგებლობა ფართის ერთეულიდან, 0,0025 მ³/მ², 25 მ³/ჰა;

q – ტრასის ორივე მხრიდან მორთრეული მორების მოცულობა, 4 მ³.



ნახ. 32. თვითმორთრევის ოპტიმალური მანძილის საანგარიშო სქემა

C'_3 – ჯალამბარის სამანქანო ცვლის თვითღირებულება, ხელფასის ჩათვლით მორთრევაზე და მორთრევაზე ტრასის ორივე მხარისათვის, 115 ლარი;

A_2 – გამარტივების კოეფიციენტი

$$A_2 = \frac{U_{\text{უბ}} + U_{\text{ტბბ}}}{U_{\text{უბ}} U_{\text{ტბბ}}} = \frac{50 + 30}{50 \cdot 30} = 0,053,$$

სადაც $U_{\text{უბ}}$ – დამხმარე-გვერდითი ურიკის უკუსვლის სიჩქარე, 50 მ/წთ;

$U_{\text{ტბბ}}$ – დამხმარე-გვერდითი ურიკის სიჩქარე ტვირთით, 30 მ/წთ;

$$A_3 = \frac{U_{\text{უბ}^b} + U_{\text{ტბბ}^b}}{U_{\text{უბ}^b} U_{\text{ტბბ}^b}} = \frac{30 + 24}{30 \cdot 24} = 0,0753,$$

სადაც $U_{\text{გბ}}$ – განივი მზიდი ბაგირიდან ხელით კაკვის ქვევით სორტიმენტამდე გათრევის სიჩქარე, 30 მ/წთ;

$U_{\text{ბგ}}$ – ჯალამბრით განივგადასატან მზიდ ბაგირთან სორტიმენტის მოთრევის სიჩქარე, 24 მ/წთ.

$$K_{\text{გა6}} = \frac{2 \cdot 25}{628 \cdot 68 \cdot 0,0025} + \frac{2 \cdot 57,5 \cdot 0,053 \cdot \frac{68}{2}}{2 \cdot 2 \cdot (420 - 30)0,8} = 0,47 + 0,17 = 0,64 \text{ ლარი.}$$

მივიღეთ $K_{\text{გა6}}$ მნიშვნელობა განივგადასატანი ბაგირის ახალ საკაფ ზოლზე ერთხელ გადატანის შემთხვევაში, რადგანაც აღნიშნული ბაგირის გადატანა ხდება 15-ჯერ, გვექნება

$$K_{\text{გა615}} = K_{\text{გა6}} \cdot 15 = 0,64 \cdot 15 = 9,6 \text{ ლარი.}$$

იმისათვის, რომ განესაზღვროთ საბაგრო დანადგარებს შორის ოპტიმალური მანძილი ვადგენთ განტოლებას

$$K = K_1 + K_2,$$

სადაც K – საბაგრო დანადგარით 1 მ³ ხე-ტყის ჩამოშვების თვითღირებულება, ლარი;

$\frac{l}{2}$ – განივ მზიდ ბაგირებზე მორთრევის ოპტიმალური მანძილი, 314მ;

$\frac{l}{4}$ – განივ მზიდ ბაგირებზე მორთრევის საშუალო მანძილი, 157 მ;

K_1 – 1 მ³ ხე-ტყეზე მოსული კუთრი დანახარჯები განივი მზიდი ბაგირებით მორთრევაზე და მის დაშვებაზე.

$$K_1 = \frac{C}{LIV} = \frac{1200}{1000 \cdot 628 \cdot 0,0025} = 0,8 \text{ ლარი,}$$

$$K_2 = \frac{2 \cdot C_3}{\Pi_{\text{გ3}}} = \frac{2 \cdot 57,5}{70} = 1,7 \text{ ლარი,}$$

სადაც C – საბაგრო დანადგარის მონტაჟის და დემონტაჟის ხარჯები, 1200 ლარი;

$\Pi_{\text{გ3}}$ – საბაგრო დანადგარის ცვლური მწარმოებლობა ხე-ტყის მორთრევაზე და ჩამოშვებაზე;

$$\Pi_{\text{გ3}} = \frac{(420 - t_{\text{ბოი}})2q_1\varphi}{A_1 \frac{L}{2} + A_2 \frac{l}{4} + t} = \frac{(420 - 30)2 \cdot 2 \cdot 0,8}{0,007 \frac{1000}{2} + 0,053 \frac{628}{4} + 6} =$$

$$= \frac{1248}{3,5+8,3+6} = \frac{1248}{17,8} = 70 \text{ მ}^3,$$

სადაც A_1 – გამარტივების კოეფიციენტი

$$A_1 = \frac{U_{\text{უ}} + U_{\text{ბგ}}}{U_{\text{უ}} U_{\text{ბგ}}} = \frac{360 + 240}{360 \cdot 240} = 0,007,$$

სადაც $U_{\text{უ}}$ – ურიკის სიჩქარე მზიდ ბაგირზე უკუსვლის დროს, 240 მ/წთ;

$U_{\text{ბგ}}$ – ურიკის სიჩქარე დატვირთულ მდგომარეობაში, 240 მ/წთ;

t – მორების ჩაბმაზე და ჩახსნაზე დახარჯული დრო, 6 წთ.

მივიღებთ, რომ

$$K = K_1 + K_2 = 0,8 + 1,7 = 2,5 \text{ ლარი.}$$

l -ის საანგარიშო ფორმულის მისაღებად ვიღებთ წარმოებულს კუთრი დანახარჯებიდან K საბაგირო დანადგარებს შორის l მანძილით და უტოლებთ ნულს

$$\frac{dK}{dl} = \frac{C}{LlV} + \frac{C_3 A_2}{(420 - t_{\text{მოს}}) q \varphi} = 0,$$

საიდანაც $l = 2 \sqrt{\frac{Cq\varphi(420 - t_{\text{მოს}})}{LVC_3 A_2}}.$

ვიციტ რა, საბაგირო დანადგარებს შორის ოპტიმალური მანძილი, განვსაზღვროთ გადასატან მზიდ ბაგირებზე დამხმარე ურიკებით მორთრევის ოპტიმალური მანძილი $\frac{l}{4} = 157 \text{ მ.}$

ვინაიდან, საბაგირო დანადგარის ტრასის სიგრძე არის 1000 მ, განვი ბაგირების გადატანის რიცხვი მასთან შოლტებისა და მორების მორთრევის მანძილის შემთხვევაში $l_x = 68 \text{ მ,}$ ტოლია

$$n = \frac{L}{l_x} = \frac{1000}{68} = 14,7; \text{ მივიღოთ } n = 15.$$

მოცემულობიდან ვიციტ, რომ ტყეკაფის უბნის საორიენტაციო ფართი ტოლია 63 ჰა ანუ 630000 მ², რადგანაც ტყეკაფის სიღრმე არის 1000 მ, სიგანე ტოლი იქნება:

$$l = \frac{630000}{L} = \frac{630000}{1000} = 630 \text{ მ.}$$

ვინაიდან ტყეკაფის სიღრმე არის 1000 მ და სიგანე 630 მ, განვიგადასატანი ორმხრივი დანადგარის შემთხვევაში, როცა $l/4 = 157 \text{ მ}$

საჭიროა საბაგრო მორსათრევი დანადგარის ტრასის ორჯერ დამონტაჟება. ე.ი. გამოყოფილი ტყეკაფის 63 ჰა ასათვისებლად პირველადი დამონტაჟების შემდეგ, მოხდება ერთხელ გადატანა და ახალ ადგილზე დამონტაჟება $n_1 = 2$.

აქედან გამომდინარე საბაგრო დანადგარით 1 მ³ ხე-ტყის ჩამოშვების თვითღირებულება K გაიზრდება ორჯერ

$$K_1 = K \cdot n_1 = 2,5 \cdot 2 = 5 \text{ ლარი.}$$

საბაგრო დანადგარის მიერ ათვისებული ფართი ტოლია:

$$W = L \cdot l = 1000 \cdot 628 = 628000 \text{ მ}^2 \approx 63 \text{ ჰა.}$$

საბაგრო დანადგარის ტრასასთან მოსაზიდი ხე-ტყის სალიკვიდაციო მოცულობა

$$Q = W \cdot V = 63 \cdot 25 = 1575 \text{ მ}^3.$$

მოცემული სქემისათვის მორთრევის საშუალო მანძილი იქნება

$$L_{\text{საშ}} = \frac{L}{2} + \frac{l}{2} + \frac{l_x}{2} = \frac{1000}{2} + \frac{628}{2} + \frac{68}{2} = 500 + 314 + 34 = 848 \text{ მ.}$$

1 მ³ ხე-ტყის ტრანსპორტირების ჯამური თვითღირებულება ტყეკაფზე ტოლია

$$K_{\text{ჯამ}} = K_1 + K_{\text{გაბ15}} = 5 + 9,6 = 14,6 \text{ ლარი.}$$

№ 7 ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით გამოყენებული ძირითადი მანქანა-დანადგარები:

1. განივგადასატანი საბაგრო დანადგარი 1 ც.
2. ბენზოძრავიანი ხერხი 3 ც (ერთი სათადარიგო).
3. ჰიდროდომკრატი – 2 ც.

ვიანგარიშით 1 მ³ ხე-ტყის თვითღირებულება № 7 ტექნოლოგიური სქემის დროს, საწვავ-საცხები მასალებისა და ძირითადი საწარმოო ფონდების თვითღირებულების გათვალისწინებით.

ძირითადი საწარმოო ფონდის თვითღირებულება:

1. ძირითადი დანადგარი	25000 ლარი.
2. ბენზოძრავიანი ხერხი 3 ც	3000 ლარი.
3. ჰიდროდომკრატი 2 ც	1000 ლარი
	29000 ლარი

ამორტიზაციის წლიური ნორმა 20% ძირითადი საწარმოო ფონდი იქნება

29000 – 20% – 5800 ლარი.

ვანგარიშობთ სამუშაო დღეებს ცველური მწარმოებლობიდან გამომდინარე, ერთი დღის განმავლობაში ცველური მწარმოებლობიდან გამომდინარე სამუშაო დღეების რაოდენობა ტოლია:

$$Q : \Pi_{\text{ცვ}} = 1575 : 70 = 22,5 \text{ დღე,}$$

მივიღოთ 23 სამუშაო დღე.

დღიური დახარჯული თანხა ძირითადი საწარმოო ამორტიზაციიდან არის

$$5800 : 365 = 15,9 \text{ ლარი.}$$

23 სამუშაო დღეში გვექნება

$$15,9 \times 23 = 365,5 \text{ ლარი.}$$

1 მ³ დამზადებულ ხე-ტყეზე საწარმოო ფონდის თვითღირებულებიდან გვექნება $365,5 : 1575 = 0,23$ ლარი.

საწვავ-საცხები მასალები გამოყოფილ სალიკეიდო მარაგზე

1. საბაგირო დანადგარი – 1 ც სიმძლავრე 50 ცხ.ძ., საწვავი, ბენზინი
60 გ/ცხ.ძ. საათში $60 \times 50 = 3000$ გრ, 3 ლიტრი;

8 საათის განმავლობაში ბენზინის ხარჯი $3 \times 8 = 24$ ლიტრი;

23 დღის განმავლობაში ბენზინის ხარჯი $24 \times 23 = 552$ ლიტრი;

2. ბენზოძრავიანი ხერხი – 2 ც

8 საათის განმავლობაში ბენზინის ხარჯი $2 \times 10,5 = 21$ ლიტრი;

23 დღის განმავლობაში ბენზინის ხარჯი $23 \times 21 = 483$ ლიტრი;

ზეთის ხარჯი $0,5 \times 2 = 1$ ლიტრი;

23 დღის განმავლობაში ზეთის ხარჯი $1 \times 23 = 23$ ლიტრი.

საწვავ-საცხები მასალების საორიენტაციო ღირებულება 2012.

წლის მარტის თვის საბაზრო ფასებით:

1. ბენზინი $(552 + 483) \times 2,35 = 2432$ ლარი;

2. ზეთი $23 \times 4 = 92$ ლარი.

სულ საწვავ-საცხები მასალების ღირებულება შეადგენს 2524 ლარი.

$$2524 : 1575 = 1,6 \text{ ლარი.}$$

მაშასადამე, ძირითადი საწარმოო ფონდის და საწვავ-საცხები მასალების თვითღირებულების გათვალისწინებით, საბოლოოდ 1 მ³ ხეტის ზედა საწვობზე ტრანსპორტირების ჯამური თვითღირებულება იქნება:

$$K'_{\text{ჯამ}} = 14,6 + 0,24 + 1,6 = 16,5 \text{ ლარი.}$$

ეკონომიკური გაანგარიშება პრაქტიკულ-რეალურ პირობებში მოითხოვს არსებული ნორმების, სატაქსაციო მონაცემების, საწვავ-საცხებ მასალებზე ფასების, ახალი ტექნიკის გამოყენებით მიღებული ეკონომიის და სხვა მაჩვენებლების დაზუსტებას.

დასკვნა

1. საქართველოს მთიანი რელიეფის ეკოლოგიურად დატვირთულ ტყეებში, ფერდობებზე 25°-დან 40°-მდე ქანობით დაშვებულია მხოლოდ ნებით-ამორჩევითი ჭრები, არანაკლებ 0,5 სიხშირის დატოვებით; ნებით ამორჩევითი ჭრების პირველხარისხოვან ამოცანას წარმოადგენს აღმონაცენის, მოზარდის, ზეზემდგომი ხეების და, რაც ყველაზე მთავარია, ნიადაგის საფარის დაცვა და შენარჩუნება; ამასთან დაკავშირებით, მთავორიან ტყეკაფებზე ხე-ტყის მორთრევა ყველაზე შრომატევად და რთულ ოპერაციათა კატეგორიას მიეკუთვნება, რაც რელიეფის სირთულის და აღნიშნული სპეციფიკური პირობების გარდა კიდევ მრავალ ფაქტორთანაა დაკავშირებული; ამ შემთხვევაში ოპტიმალური ტექნოლოგიური პროცესის და შედარებით ეფექტური მორსათრევი სატრანსპორტო საშუალებათა შერჩევის მიზნით აუცილებელია, სამუშაო პირობების კლასიფიკაცია, რაც განაპირობებს გამოყენებული ტექნოლოგიური სქემების და ტექნიკის მრავალსახეობის და რაოდენობის ოპტიმიზაციას.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ხე-ტყის დამზადების პროცესების მექანიზაციის და ავტომატიზაციის თანამედროვე ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, მთავორიან ტყეკაფებზე გამოყენებული ტექნოლოგიების და მომუშავე მორსათრევი ტექნიკის ეკოლოგიურ პირობებთან შეუთავსებლობა და დასაბუთებულია ხე-ტყის დამზადების წარმოებაში ტყეკაფზე მოჭრილი ხეების, შოლტებისა და მორების მორთრევის მიზანშეწონილობა საბაგრო მორსათრევი დანადგარების გამოყენებით, რისთვისაც სტშ-ის მერქნული მასალების დამზადება-დამუშავების მიმართულებაზე დამუშავებულია, ახალი ტექნოლოგიური სქემები და შექმნილია, განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარები, რომლებშიც გამოყენებული მორთრევის ახალი ხერხი ითვალისწინებს, ჯალამბრის საწვეი ბაგირით შოლტების და მორების განივ მორთრევას ნახევრად დაკიდულ მდგომარეობაში და იგივე საწვეი ბაგირით მათ დაშვებას დაკიდულ მდგომარეობაში.

2. მორთრევის ახალი ორიგინალური ხერხის გათვალისწინებით ტყეკაფითი სამუშაო პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის

ტექნოლოგიური სქემების განხორციელების მიზნით შექმნილია, განივგადასატანი ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები: პირველი-ორი საწვეი და ერთი უკუსვლის ბაგირით, სადაც საწვეი ბაგირები გატარებულია ძირითადი სატვირთო ურიკის ორღარიან ბლოკში და ერთმანეთთან ბაგირით დაკავშირებული დამხმარე ურიკების თვითხსნად ბლოკებში ცალ-ცალკე, ხოლო უკუსვლის ბაგირი მიბმულია ერთ-ერთ დამხმარე ურიკასთან; მეორე – ორი საწვეი და ორი უკუსვლის ბაგირით, სადაც საწვეი ბაგირები გატარებულია ძირითადი ურიკის ორი განმხოლოებული ერთღარიანი ბლოკისაგან შემდგარ სატვირთო ბლოკში და დამხმარე ურიკების თვითხსნად ბლოკებში, ხოლო უკუსვლის ბაგირები ბლოკების საშუალებით ცალ-ცალკე მიბმულია საბაგირო ტრასის სხვადასხვა მხარეს მზიდ ბაგირებზე დაყენებულ დამხმარე ურიკებთან.

3. განხილულია სხვადასხვა სიმაღლეზე განლაგებულ საყრდენებზე დაკიდული ერთმალისანი ღრეკადი მზიდი ბაგირი – ჩაკიდულობის მცირე ისრებით და ხისტად დამაგრებული ბოლოებით; ბაგირის საანგარიშოდ შერჩეულია ფიზიკური ვარიანტი, რომელიც ადგენს დამოკიდებულებას მასზე მოქმედ ძალებსა და დეფორმაციებს შორის, რომლის დროსაც ღრეკადი დეფორმაცია ვრცელდება ბაგირის მთელ სიგრძეზე თანაბრად; ბაგირის სიგრძის განსაზღვრისათვის მუშა მდგომარეობაში მიღებულია განტოლება, რომელშიც შემავალი ინტეგრალი წარმოდგენილია ჯამის სახით, სადაც მაქსიმალური ჩაკიდულობა და ბაგირის უდიდესი სიგრძე ფიქსირდება მალის შუაში ტვირთის განლაგების დროს; ინტეგრალის მნიშვნელობის განსაზღვრის შემდეგ მიღებულია, დატვირთული მზიდი ბაგირის მთლიანი სიგრძის საანგარიშო ფორმულა.

4. მზიდი ბაგირის საწყისი სამონტაჟო T_0 და საბოლოო T_g დაჭიმულობას შორის დამოკიდებულების განსაზღვრის მიზნით, დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე გამოყვანილია მზიდი ბაგირის საანგარიშო კუბური განტოლება, სადაც ბაგირის ჩაკიდულობებსა და კოჭის მღუნავ მომენტებს შორის ანალოგია გამოყენებულია მაქსიმალური ჩაკიდულობის $f_{0(max)}$ სიდიდის საპოვნელად, როცა ბაგირის საკუთარი წონა დატვირთვის სახით განაწილებულია ქორდაზე q ინტენსივობით, ხოლო Q ტვირთი განლაგებულია მალის შუა წერტილში.

5. დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე საბაგრო მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის პრაქტიკული გამოცდილებით დადგენილი მნიშვნელობის მიხედვით, რომლის სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს მალის ქორდის სიგრძის 6%-ს და რეკომენდებულია 0,03–0,06' -ის ფარგლებში, განსაზღვრულია მზიდი ბაგირის მაქსიმალური დაჭიმულობა $T_3 = 21$ ტ – მუშა მდგომარეობაში, სამონტაჟო T_0 , მაქსიმალური დაჭიმულობა T_3^A – მალის ზედა ანძასთან A წერტილში და გამგლეჯი ძალა $T_8 = 42$ ტ, რომლის მიხედვითაც ცხრილებიდან შერჩეულია მზიდი ბაგირის დიამეტრი – $d = 27,5$ მმ.

6. განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის ჯალამბრის საწვე ბაგირში მაქსიმალური საანგარიშო წვეის ძალის განსაზღვრისათვის შედგენილია, საწვე ბაგირის მოძრაობის სქემა და დადგენილია, წინააღმდეგობის სახეები და მათი ადკრის ადგილები – წერტილები; დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე, საწვე ბაგირში მაქსიმალური საანგარიშო წვეის ძალის განსაზღვრის დროს, ბაგირის მოძრაობის სქემის და წინააღმდეგობის მოდების წერტილების მიხედვით, თანმიმდევრობით შეკრებილია წინააღმდეგობის ძალები საწვის I წერტილიდან დოლზე ბაგირის მიწყდომის XIII წერტილამდე; წინააღმდეგობების ჯამური ძალის $S_{XIII} = 1104,8$ კგ მიხედვით განსაზღვრულია ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრე: დაძვრის მომენტში – $N_{ძრ} = 12,7$ კვტ და დამყარებული – თანაბარი მოძრაობის დროს – $S_{XIII} = 1036,9$ კგ – $N_{ძრ} = 12$ კვტ; შერჩეულია ელექტრო ძრავა 4A160S₂Y3 – $N_{ძრ} = 15$ კვტ, $n = 3000$ ბრ/წთ; მაქსიმალური ჯამური წინააღმდეგობის ძალის S_{XIII} -ის მიხედვით შერჩეულია საწვე ბაგირის დიამეტრი – $d = 12,5$ მმ.

7. სამუშაო ციკლის ექვივალენტური სიმძლავრიდან გამომდინარე, განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის ბაგირ-ბლოკური სქემისათვის ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრის საანგარიშოდ დამუშავებულია მეთოდის და დადგენილია, ჯალამბრის სამუშაო ციკლის დროის მთლიანი ხანგრძლივობა წამებში, რომელიც წარმოადგენს ციკლის ყველა ოპერაციის შესრულებაზე დახარჯული დროის პერიოდების

ჯამს; განსაზღვრულია ძრავას სიმძლავრეების მნიშვნელობები ციკლის ოპერაციების შესაბამის პერიოდებში და ჯამური სიმძლავრის მიხედვით განსაზღვრულია ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრე – 8,4 კვტ.

8. ჩატარებულია ექსპერიმენტული გამოკვლევები და დადგენილია, განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სპეციალური ორთვალა ურიკის გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტის მნიშვნელობები – მორების ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში სხვადასხვა სახეობის გრუნტებზე მორსათრევის დროს: 0,11-0,35.

9. № 7 ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით ჩატარებულია ეკონომიკური ანგარიში და მიღებულია, 1 მ³ ხე-ტყის მორსათრევის ჯამური თვითღირებულება – 16,5 ლარი, რაც პრაქტიკულ-რეალურ პირობებში მოითხოვს არსებული ნორმების, სატაქსაციო მონაცემების, საწვავ-საცხებ მასალებზე ფასების, ახალი ტექნიკის გამოყენებით მიღებული ეკონომიის და სხვა მაჩვენებლების დაზუსტებას.

10 დადგენილია, განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების უპირატესობა მთაგორიან ტყეაფებზე ხე-ტყის ტრანსპორტირებაზე გამოყენებული ყველა სხვა სახის მორსათრევი მანქანებთან და დანადგარებთან შედარებით, როგორც ეკოლოგიური, ასევე ეკონომიკური თვალსაზრისით; შექმნილია, ახალი ტექნოლოგიური სქემები და განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები, დამუშავებულია ორიგინალური მეთოდები და მეთოდიკები აღნიშნული დანადგარების მზიდი და საწვევი ბაგირების დიამეტრების საანგარიშოდ და ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრის დასადგენად; დამუშავებული და შექმნილია, განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების სრულიად ახალი სქემები, რომლებიც დაცულია პატენტებით და საავტორო მოწმობებით.

11. ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ მთაგორიან პირობებში ხე-ტყის დამზადების ერთ-ერთ ეფექტურ და ეკოლოგიურად გამართლებულ ტექნოლოგიურ პროცესად შეიძლება მივიღოთ ხე-ტყის პირდაპირი, უსაფეხურო გამოზიდვა ხის წაქცევის ადგილიდან ზედა საწყობამდე განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების გამოყენებით; ამასთან განივგადასატანი საბაგირო დანადგარების მუშაობა ახალი ტექნოლოგიური აღჭურვილობით საიმედოა საქართველოს

მთაგორიან პირობებში ნებით-ამორჩევითი ჭრების განსახორციელებლად და განაპირობებს წარმოებაში მათი ფართოდ დანერგვის აუცილებლობას.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. გიგაური გ. საქართველოს ტყეების ბიომრავალფეროვნება. თბილისი: 2000, 26 გვ.
2. გიგაური გ. ტყეთმოწყობა. თბილისი: განათლება. 2001, 255 გვ.
3. გულისაშვილი ვ. ზოგადი მეტყვეობა. თბილისი: საქართველოს ს.ს. ინსტიტუტის გამომცემლობა. 1957, 462 გვ.
4. ჯაფარიძე თ. მეტყვეობა. თბილისი: განათლება. 2003, 297 გვ.
5. ურუშაძე თ. აგროეკოლოგია. თბილისი: ქრონოგრაფია. 2001, 321 გვ.
6. მეტყვევს ცნობარი. თბილისი: გამომცემლობა „საბჭოთა საქართველო“, 1986, 175 გვ.
7. ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები და ტექნიკური საშუალებები. თბილისი: სოფლის მეურნეობის მექანიზაციისა და ელექტროფიკაციის ინსტიტუტი. ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები და ტექნიკური საშუალებები. 2007, 67 გვ.
8. ლემონჯავა პ. ბუნების გამოყენების ეკონომიკა. თბილისი: თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა. 1993, 279 გვ.
9. Кокая Г.Г. Технология лесосечных работ в горных условиях Грузии. Тбилиси: Мецниереба. 1974, 151 с.
10. აფციაური შ., სეხნიაშვილი ი. სატყეო ტექსაცია. თბილისი: განათლება. 1968.
11. Дундуа П.В., Баламцарашвили З.Г., Начкебия Д.И., Мосулишвили Д.И., Нариманашвили М.Г. Анализ современного состояния лесозаготовки и переработки древесины в Грузии. Тбилиси: Труды ГТУ. 2008, 69-73 с.
12. ბალამწარაშვილი ზ., კოკაია გ., დუნდუა პ., მჭედლიშვილი თ., ჩიტძე ზ. ტყეკაფითი სამუშაოების მანქანები და ტექნოლოგია მთიან პირობებში. თბილისი: სმმსპ ინსტიტუტი. 2008. 252 გვ.
13. კოკაია გ., ბალამწარაშვილი ზ., დუნდუა პ., ჩიტძე ზ. ტყეკაფითი სამუშაოების ტექნოლოგია მთიან პირობებში. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2005, 109 გვ.
14. Верхов И.Ф., Шестаковский Г.Ф., Пучков Ю.И. Машины и механизмы лесозаготовок. М.: «Лесная промышленность». 1975, 320 с.
15. Рахманов С.И., Гороховский К.Ф. Машины и оборудование. М.: «Лесная промышленность». 1967, 532 с.
16. Кочегаров В.Г., Бит Ю.А., Меньшиков В.Н. Технология и машины лесосечных работ. – М.: Лесная промышленность. 1990, 392 с.
17. Щелгунов Ю.В., Кутуков Г.М., Лебедев Н.И. Технология и оборудование лесопромышленных предприятий. М.: МГУЛ. 1997, 589 с.
18. Анисимов Г.М. Лесные машины. М.: Высшая школа. 1989. 511 с.
19. Застенский Л.С., Неволин Н.Н. Машины и механизмы лесного хозяйства и их эксплуатация. Вологда: 2000, 304 с.
20. Миронов Е.И., Рохленко Д.В., Беловзоров Л.Н. Машины и оборудование лесозаготовок. Справочник. М.: Лесная промышленность, 1990, 440 с.
21. Вороницын К.И., Гугелев С.И. Машинная обрезка сучьев на лесосеке. М.: Лесная промышленность. 1989, 272 с.
22. Жуков А.В., Иевин И.К., Федоренчик А.С. Заготовка сортиментов на лесосеке. Технология и машины. М.: Экология. 1993, 312 с.
23. Матвейко А.П. Малоотходные и безотходные технологии в лесной промышленности. Мн., 1999, 84 с.

24. Матвейко А.П., Федоренчик А.С., Завойских Г.И. Справочник мастера лесозаготовок. М.: 1993, 286 с.
25. Федоренчик А.С. Механизация рубок главного и промежуточного пользования при помощи процессоров. Труды Белорусского технологического института. Вып. 1, серия II. Мн., 1993, с. 7-12.
26. გვაზავა ლ. ხე-ტყის დამზადება. სახელმძღვანელო, საქართველოს ს.ს. უნივერსიტეტი. თბილისი: 2007, 160 გვ.
27. დუნდუა პ., მოსულიშვილი დ., ნატყებია დ., ჩიტოძე ზ., ნარიმანაშვილი მ. საქართველოში ხე-ტყის გადამამუშავებელი საწარმოების თანამედროვე მდგომარეობა და მისი განვითარების ორგანიზაციულ-ტექნიკური პერსპექტივები. თბილისი: სტუ შრომები № 2(468), 2008, 74-78 გვ.
28. Белая Н.М., Прохоренко А.Г. Канатные лесотранспортные установки. – М.: «Лесная промышленность», 1964. – 299 с.
29. Алябьев В.И. Типизация лесных тросовых трелевочно-погрузочных установок и унификация их оснастки. Труды ЦНИИМЭ № 53 «Вопросы тросовой трелевки леса». Химки, 1964. – С.3-20.
30. Дукельский А.И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. – М.: «Машиностроение», 1966. – С.484.
31. Скобей В.В. Статический расчет несущих канатов с большими провесами при одновременном воздействии распределенной и сосредоточенной нагрузок. Труды ЦНИИМЭ № 53 «Вопросы тросовой трелевки леса», Химки, 1964. – С. 65-86.
32. Гарькуша В.Н. Статический расчет параметров тягово-несущего каната однопролетной канатной установки. Сборник «Перспективы комплексного освоения лесосырьевых ресурсов в северо-восточных районах Иркутской области, тяготеющих к зоне строительства БАМа», Иркутск, 1979. – С.62-67.
33. Драммонд Дж.А., Рауан А.А., Трауп Л.К. (Соединенное Королевство). Значение кабель-кранов для трелевки на короткие расстояния в лесах Великобритании. Краснодар. Симпозиум по лесозаготовкам в горных районах, 1977. – 21 с.
34. А.с. № 1286132. Канатная установка для валки деревьев. Авторы: Занегин Л.А. и Гарькуша В.Н. Опубликовано: бюллетень № 4, 1987.
35. Патент США № 2. 790.622 кл. 254 – 139.1 Самоходная лесозаготовительная мачта. Патентовладелец Reld G. Priest.
36. Патент США № 2985429 кл. 254 – 139.1 Передвижная трелевочная мачта. Патентовладелец Robert G. Lelourneau.
37. Кокая Г.Г. Воздушно трелевочная установка. А.С. № 157706. М., 1963, Б.И. № 19.
38. Патент США № 3.050.285 кл. 254-139-1. Лесозаготовительная передвижная мачта. Патентовладелец Berger Industries Incorporated.
39. Занегин Л.А., Воскобойников И.В., Еремеев Н.С.. Машины и механизмы для канатной трелевки. Московский государственный университет леса, Москва. 2004, 39-67 с.
40. А.с. № 616177. Канатная трелевочная установка. Авторы: Шабалин А.С., Гарькуша В.Н., Занегин Л.А., Коншин В.Н., Теньчиков А.И. Опубликовано бюллетень № 27, 1978.
41. Патент США № 3.362.549 кл. 214-147. Трелевочно-погрузочная мачта. Патентовладелец James Mervin Ewart.

42. А.с. № 385779. Канатная трелевочная установка. Авторы: Гарькуша В.Н. Опубликовано бюллетень № 26, 1974.
43. А.с. № 435969. Канатная трелевочная установка. Авторы: Шабалин А.Н., Гарькуша В.Н., Ильяшенко Б.Р., Ханташкеев В.И. Опубликовано бюллетень № 26, 1974.
44. А.с. № 252387. Канатно-подвесная установка. Авторы: Гарькуша В.Н., Занегин Л.А., Козырев С.П., Заикин В.П., Макаревич Н.Н. Опубликовано. Бюллетень № 29, 1969.
45. А.с. № 470484. Лебедка для привода замкнутого каната трелевочной установки. Авторы: Мартынихин В.Д. Опубликовано. Бюллетень № 18, 1975.
46. Баламцарашвили З.Г., Кокая Г.Г. Транспортное средство повышенной проходимости. А.С. № 709452. М., 21.09.1978.
47. ბალამწარაშვილი ზ., ჩიტძე ზ., ლილუაშვილი დ. ხე-ტყის საჰაერო მორთრევის ხერხი და მოწყობილობა მის განსახორციელებლად. საქპატენტი. პატენტი GEP3294B. თბილისი. 07.26.04, № 14.
48. Дундуа П.В., Баламцарашвили З.Г., Ткемаладзе Р.А., Кинкладзе Д.Н., Мачавариანი Ш.Н. Канатно-подвесная трелевочная установка с поперечным несущим канатом. თბილისი: სატყეო მოამბე. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული ჟურნალი № 3, 2010. 88-91 გვ.
49. ბალამწარაშვილი ზ., ჩიტძე ზ., კოკაია გ., მჭედლიშვილი თ., მოსულიშვილი დ. მორსათრევი ავრეგატი. საქპატენტი. პატენტი GEP10332A. თბილისი. 10.04.09. № 7(275).
50. ბალამწარაშვილი ზ., ჩიტძე ზ., ტყემალაძე რ., ასანიძე გ. მორსათრევი თვითმტვირთავი ავრეგატი. საქპატენტი. პატენტი GEP10519A. თბილისი. 10.04.09. № 7(275).
51. ბალამწარაშვილი ზ., გელაშვილი ი., ტყემალაძე რ., ჩიტძე ზ., ასანიძე გ., მოსულიშვილი დ. ხე-ტყის ორმხრივი საჰაერო საბაგირო მორსათრევი დანადგარი. საქპატენტი. პატენტი GEP 4779B. 09.10.09 №17.
52. ბალამწარაშვილი ზ. გელაშვილი ი., ტყემალაძე რ., ჩიტძე ზ., ასანიძე გ. ხე-ტყის ორმხრივი საჰაერო საბაგირო მორსათრევი დანადგარი. საქპატენტი. პატენტი GEP 4776B. 09.10.09 №17.
53. Анисимов Г.М. Лесные машины. М.: Лесная промышленность. 1989. с. 225-326.
54. Энциклопедический справочник. Машиностроение. Раздел IV, Конструирование машин, том 11. Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. Москва, 1948, 274-296 с.
55. ნარიმანაშვილი მ., ბალამწარაშვილი ზ., ნარიმანაშვილი პ., ტყემალაძე რ., მოსულიშვილი დ. ტყეკაფზე სამუშაო პროცესების ეკოლოგიურად უვნებელი კომპლექსური მექანიზაციის ტექნოლოგიური სქემა და ეკონომიკური ანგარიში. ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი, სტუ. გამომცემლობა „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, თბილისი, 2010, № 2(18), 58-63 გვ.
56. მოსულიშვილი დ., ბალამწარაშვილი ზ., ნარიმანაშვილი პ., ტყემალაძე რ., დუნდუა პ. ტყესაკაფი სამუშაოების ეკოლოგიურად უვნებელი ტექნოლოგიები და მანქანა-დანადგარები მთიან პირობებში. ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი, სტუ. გამომცემლობა „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, თბილისი, 2010, № 2(18), 90-95 გვ.

57. ბალამწარაშვილი ზ., მოსულიშვილი დ. ტყეკაფითი სამუშაოების ეკოლოგიურად უვნებელი ტექნოლოგიები და მანქანები მთიან პირობებში. საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო-წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, სამეცნიერო შრომათა კრებული, 2009, № 64, 39-44 გვ.
58. მოსულიშვილი დ., ბალამწარაშვილი ზ., ნარიმანაშვილი მ. ტყეკაფითი სამუშაოების ეკოლოგიურად უვნებელი განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები. საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო-წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, სამეცნიერო შრომათა კრებული, 2010, № 65, 180-185 გვ.
59. ნარიმანაშვილი მ., ბალამწარაშვილი ზ., მოსულიშვილი დ., ტყემალაძე რ. მორსათრევი თვითდამტვირთავი აგრეგატის გამავლობის გამოკვლევა მთიანი ტყის ქანობებზე ექსპლუატაციის დროს. ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი, სტუ. გამომცემლობა „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, თბილისი, 2010, № 4(19), 48-55 გვ.
60. ნარიმანაშვილი მ., ბალამწარაშვილი ზ., მოსულიშვილი დ., ტყემალაძე რ. მორსათრევი თვითდამტვირთავი აგრეგატის დინამიკური განივი მდგრადობის გამოკვლევა. ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი, სტუ. გამომცემლობა „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, თბილისი, 2010, № 4(19), 103-111 გვ.
61. ნარიმანაშვილი მ., ბალამწარაშვილი ზ., მოსულიშვილი დ., ტყემალაძე რ. მორსათრევი თვითდამტვირთავი აგრეგატის დინამიკური განივი მდგრადობის გამოკვლევა. ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი, სტუ. გამომცემლობა „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, თბილისი, 2010, № 4(19), 117-123 გვ.
62. ბალამწარაშვილი ზ., დუნდუა პ., გელაშვილი ი., ნარიმანაშვილი მ., მოსულიშვილი დ., ტყემალაძე რ. მორსათრევი თვითდამტვირთავი აგრეგატის გრძივი მდგრადობის გამოკვლევა ფერდობის კრიტიკული დახრის კუთხის მიხედვით. სატყეო მოამბე, საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული ჟურნალი, თბილისი, 2011, № 4. 86-90 გვ.
63. ბალამწარაშვილი ზ., ჩიტძე ზ., გელაშვილი ი., დუნდუა პ., ასანიძე გ., ტყემალაძე რ. ორნამენტის მოსაჭრელი ავტომატური ჩარხის ბიჭური კონვეიერი. საქპატენტი. პატენტი GEP4777B 10.04.2009 AP 2008 01 0518: 19.02.2008.
64. ბალამწარაშვილი ზ., კოკაია გ., ჩიტძე ზ., ტყემალაძე რ., გელაშვილი ი., ასანიძე გ. ხე-ტყის განივი საჰაერო საბაგირო მორსათრევი დანადგარები. „მშენებლობა“. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი, სტუ. თბილისი, 2008. № 2(9), 19-24 გვ.
65. ბალამწარაშვილი ზ., კოკაია გ., ტყემალაძე რ., ასანიძე გ. ხე-ტყის ორმხრივი განივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ძიება და დამუშავება. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“. სტუ. თბილისი, 2008. № 3(11), 148-154 გვ.
66. ნაჭყებია დ., ტყემალაძე რ., ბალამწარაშვილი ზ., დუნდუა პ., გელაშვილი ი. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ბაგირო-ბლოკური სქემის დამუშავება და საწევი ბაგირის ანგარიში. „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი, სტუ. თბილისი, 2012. № 2(24), 88-98 გვ.

67. ნაჭყებია დ., ტყემლაძე რ., ბალამწარაშვილი ზ., დუნდუა პ., გოგოჭური ბ. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ჯალამბარის ძრავის სიმძლავრის განსაზღვრა სამუშაო ციკლის ექვივალენტური სიმძლავრის მიხედვით. „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი, სტუ. თბილისი, 2012. № 2(24), 129-139 გვ.