

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

გიორგი დარახველიძე

ორმხრივი განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი  
დანადგარის საწევი ბაგირის გაანგარიშების მეთოდის  
დამუშავება

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის  
მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა – მანქანათმცოდნეობა, მანქანათმშენებლობა და  
საწარმოო ტექნოლოგიური პროცესები. შიფრი – 0408

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
თბილისი, 0175, საქართველო  
2017 წელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

ჩვენ, ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით გიორგი დარახველიძის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „ორმხრივი განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის საწევი ბაგირის გაანგარიშების მეთოდის დამუშავება“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

„ \_\_\_\_\_ 2017 წელი

ხელმძღვანელები:

ტ.მ.დ. პროფესორი

ზ. ბალამწარაშვილი

ტ.მ.დ. პროფესორი

ზ. ჩიტბე

რეცენზენტი:

ტ.მ.დ. პროფესორი

თ. მჭედლიშვილი

რეცენზენტი:

ტ.მ.კ.

ნ. მახარაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
გიორგი დარახველიძე

ორმხრივი განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი  
დანადგარის საწევი ბაგირის გაანგარიშების მეთოდის  
დამუშავება

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
2017 წელი

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

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 ის მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციალურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

ავტორის ხელმოწერა \_\_\_\_\_

## რეზიუმე

სადისეტაციო ნაშრომში დასმული პრობლემა დაკავშირებულია, საქართველოს მთაგორიან ტყესაკაფებზე ხე-ტყის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის სირთულეს თან. აღნიშნული პრობლემა არ არის ერთადერთი და მოიცავს ეკოლოგიურად უვნებელ ტექნოლოგიებს და მორსათრევე ტექნიკასთან დაკავშირებულ საკითხებს, რომლებიც საჭიროებენ თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარებას მოწინავე ტექნოლოგიების და მორსათრევი ტექნიკის დასამუშავებლად და შესაქმნელად.

თანამედროვე ანალიზის საფუძველზე, დასაბუთებელია მთაგორიან ტყესაკაფებზე, ხე-ტყის დამზადების წარმოებაში მორსათრევის პროცესის მიზანშეწონილობა, განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების გამოყენებით.

არსებული ტექნოლოგიების, ტექნოლოგიური სქემების და მორსათრევი მანქანა-დანადგარების კვლევის მეთოდებისა და მეთოდიკების ანალიზის საფუძველზე, და მუშავებულია თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების აგების ახალი ორიგინალური მეთოდები და მეთოდიკები, მოწინავე ტექნოლოგიების, ტექნოლოგიური სქემების დასამუშავებლად და მოდერნიზებული, ახალი განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების შესაქმნელად.

დამუშავებულია, მთიან ტყესაკაფზე მორსათრევის სამუშაო პროცესის კომპლექსური მექანიზაციის ეკოლოგიურად უვნებელი №7ა ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც ითვალისწინებს სხვადასხვა დახრილობის რთული ტყესაკაფების ათვისების სირთულესთან დაკავშირებულ თავისებურებებს, შერჩეულია მანქანა-დანადგარები და გადაწყვეტილია მორსათრევის ტექნოლოგიური პროცესის ოპერაციების დასაბუთებული თანმიმდევრობა.

შექმნილია ახალი განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარი ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირით.

მორსათრევის ტექნოლოგიური პროცესის თითოეული ძირითადი ოპერაციისათვის კვლევის მეთოდიკის საფუძველზე, საწევ ბაგირში წვევის ძალის განსაზღვრის მიზნით, შედგენილია, ტრასებზე ბაგირების მოძრაობის სქემები და დადგენილია წინააღმდეგობის ძალების აღძვრის წერტილები; წინააღმდეგობის ძალების თანმიმდევრობითი შეკრებით მიღებულია საწევ ბაგირებში თითოეული ოპერაციისათვის მაქსიმალური საანგარიშო ჯამური წვევის ძალის სიდიდე, როგორც ინერციის ძალების გათვალისწინებით, აგრეთვე მათ გარეშე;

- ტექნოლოგიური პროცესის პირველი ოპერაციის, მოჭრილი ხის ფერდობზე ქვევიდან ზევით თანაბარი სიჩქარით მორსათრევის დროს I წერტილიდან დოლზე მიწყდომის XII წერტილამდე წვევის ძალის მაქსიმალური სიდიდე საწევ ბაგირში ტოლია 3567 კგ, ხოლო ინერციის ძალების გათვალისწინებით 3675 კგ; ცხრილებიდან ორივე შემთხვევისათვის, შერჩეულია 11 მმ კვეთის დიამეტრის საწევი ბაგირი და ჯალამბრის ელ. ძრავა 11 კვტ სიმძლავრით;
- პირველი დამხმარე ოპერაცია ითვალისწინებს შეკრულას გადაყვანას ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში, რომლის განხორციელების დროსაც საჭიროა 2057 კგ, ხოლო მეორე ძირითადი ოპერაციის

განხორციელების დროს- 1041 კგ ინერციის ძალების გათვალისწინებით; ამ შემთხვევაში, შერჩეულია 8 მმ კვეთის დიამეტრის საწევი ბაგირი და 7,5 კვტ სიმძლავრის ჯალამბრის ელ.ძრავა;

- მესამე დამხმარე ოპერაციის, კერძოდ, შეკრულას ასაწევად და დაკიდებულ მდგომარეობაში გადასაყვანად მაქსიმალური წევის ძალა ტოლია 4104 კგ, ხოლო ძირითადი ოპერაციის დროს – 2052 კგ; რასაც შეესაბამება 11მმ კვეთის საწევი ბაგირი და 11 კვტ სიმძლავრის ჯალამბრის ელ.ძრავა.

მაშასადამე 3<sup>წ</sup>-ით დახრილ ფერდობზე მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის განხორციელება ს დროს. სამივე ძირითადი ოპერაცია ის კვლევებიდან ირკვევა, რომ მაქსიმალური წევის ძალა მორთრევაზე ვითარდება პირველი ძირითადი ოპერაციის 3675 კგ და მესამე დამხმარე ოპერაციის 4104 კგ განხორციელების დროს; აქედან გამომდინარე, საბაგირო დანადგარი აღ ჭურვილია 11 მმ კვეთის დიამეტრის საწევი ბაგირით, 8 მმ კვეთის უკუსვლის ბაგირით, 13 მმ კვეთის მზიდი ბაგირით და 11 კვტ სიმძლავრის ჯალამბრის ელ.ძრავათი – 1500 ბრ/წთ-ში.

ექსპერიმენტული კვლევებიდან დადგენილია:

- 13 მმ კვეთის დიამეტრის ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირისათვის, მაქსიმალური სიგრძის ძალებისა და დატვირთვების შემთხვევაში, მორთრევის პროცესი, ჩაკიდულობის ისრის გაზრდასთან დაკავშირებით, შეუძლებელია; აღნიშნულის აღმოსაფხვრელად, რეკომენდებულია 15მმ და ზოგჯერ 16,5მმ კვეთის დიამეტრის მზიდი ბაგირის გამოყენების აუცილებლობა;
- დადგენილია, რომ ექსპერიმენტებით მიღებული ჩაკიდულობის ისრის სიდიდეები, მატების თვალსაზრისით, განსხვავდება პარაბოლის მეთოდით მიღებული იგივე სიდიდეებისაგან, განპირობებული ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ორმაგი სიგრძით, რაც არ არის გათვალისწინებული პარაბოლის მეთოდით კვლევის დროს;
- დამუშავებულია, განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის პარამეტრების განსაზღვრის მეთოდიკა; დადგენილია, რომ მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის სიდიდეების მნიშვნელობები არ უნდა აღემატებოდეს მალის  $l$  სიგრძის 0,02-0,03-ს.

ნაშრომში თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების საფუძველზე დასაბუთებულია მაღალმთიან ტყესაკაფებზე ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირით აღჭურვილი განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების უპირატესობა სხვა საბაგირო დანადგარებთან და მორსათრევი აგრეგატებთან შედარებით; გადაწყვეტილია მნიშვნელოვანი ტექნიკური პრობლემა და რეკომენდირებულია აღნიშნული მორსათრევი დანადგარების წარმოებაში ფართოდ დანერგვის აუცილებლობა.

## Abstract

The problem, discussed in the thesis is associated to the difficulties of technological process of lumber processing on Georgian hilly cutting areas. This mentioned problem is not an only one and includes the questions regarding the ecologically safe technologies and log -pulling technique requiring theoretical and experimental researches for processing and creating the modern technologies and log -pulling technique.

On the basis of the modern analysis one has justifies expediency of log -pulling process in lumber processing on hilly cutting areas, using the wide -carrying cableway log-pulling adjustments.

On the basis of analyzing research methods of existing technologies, technological schedules and log -pulling machineries one has elaborated new original methods of constructing the theoretical and experimental research for processing the advanced technologies, technological schedules and for creating the modernized, new wide-carrying cableway log-pulling adjustments.

One has elaborated N7a ecologically safe technological scheme of complex mechanization of log -pulling working process on hilly cutting area, providing characteristics regarding the challenges of difficult cutting area of different inclination, one has selected the machineries and decided the documented sequence of log-pulling technological process.

One has created new side -carrying cableway log -pulling adjustment with closed-contour movable haul rope.

On the basis of the research method for each main operation of log -pulling technological process, with the purpose of determining the traction power in haul rope, one has done the schedules of cable moving on traces and established the points of raising the resistance forces; by sequence gathering the resistance powers, we get the intensity of maximal accounting total traction for each operation in traction cables, foreseeing the inertia forces as well without them;

During the first operation of technological process as well during log -pulling on the cut tree plain from the bottom towards the top with equal speed, from I point up to XII one, maximal volume of traction power in traction cable is equal to 3567 kg, and foreseeing the inertia powers – 3675 kg; for both cases from the schedules is selected the traction cable of 11 mm cut diameter and electric motor of the winch with 11 kw.

- The first supporting operation foresees moving the knots in semi-hanging position, during implementation of which it is necessary 2057 kg and during implementing the second main operation - 1041 kg inertia forces; in such case one has selected 8 mm diameter traction cable and 7,5 kw winch electric motor;
- Maximal traction power for holding the third additional operation, lifting the knots and taking into the hanging position is equal to 4101 kg, and during the main operation – 2052 kg, corresponding to 11mm traction cable and 11 kw winch electric motor.

Therefore, during determining the log -pulling technological process on 25 ° inclined plain, from three main operation researches it becomes clear that maximal traction power on log -pulling has been developing during the first operation 3672 kg and during implementing the third additional operation 4104 kg; Following from here the cable way adjustment is equipped with 11 mm diameter traction rope, 8 mm

backsliding cable, 13 mm haul rope and 11 kw winch electric motor – 1500 rotation in a minute.

From the experimental researches one has established:

- For 13 mm diameter closed -contour haul rope, in case of vertebrae of maximal longitude and loading, log -pulling process, regarding increasing the hanging arrow, is impossible; For eradicating the above -mentioned, it is recommended necessity of using 15 mm and sometimes 16,5 mm diameter haul rope;
- It is established, that volumes of hanging arrow, gained from the experiment, by the view of increasing, differs from the same volumes gained by the parabola method, caused by double longitude of closed -contour haul rope, what is not foreseen during researching by parabola method;
- One has elaborated the methodic of determining the parameters of closed -contour moving haul rope of the wide -carrying cable log -pulling adjustment; it is established that values of the hanging arrows of the haul rope must not exceed 0,02-0,03 of vertebra longitude.

In the work on the basis of theoretical and experimental researches one has certified the advantage of wide -carrying cable log -pulling adjustments equipped with closed-contour haul rope on high-mountain cutting areas comparing to other cableway adjustments and log -pulling aggregations; an important technical problem is decided and necessity of wide -spreading of the above -mentioned log -pulling adjustments is recommended.

## შინაარსი

შესავალი .....	14
1. ლიტერატურის მიმოხილვა	
1.1. მთავორიანი ტყესაკაფების ათვისების პრობლემები .....	18
1.2. ტყესაკაფი სამუშაო პროცესების ტექნოლოგიური სქემები და მორსათრევი მანქანა-დანადგარები .....	21
1.2.1. ტყესაკაფი სამუშაო პროცესების ტექნოლოგიური სქემების მიმოხილვა .....	21
1.2.2. განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარების დახასიათება .....	25
1.3. საბაგრო სისტემების ელემენტები .....	34
1.4. მზიდი ბაგირის გაანგარიშება ჩაკიდულობის დიდი ისრებით	37
1.5. საწვე-მზიდი ბაგირის ანგარიში .....	43
1.6. საბაგრო მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის საანგარიშო კუბური განტოლება .....	48
1.7. ბაგირის ჩაკიდულობა საკუთარი წონის და ჩაწერტებული (თავმოყრილი) წონების მოქმედებით .....	53
დასკვნა ლიტერატურის მიმოხილვაზე .....	56
2. შედეგები და მათი განსჯა	
2.1. მაღალმთიანი ტყესაკაფების ათვისების რთული ტექნოლოგიური პროცესის დახასიათება და მორსათრევი ტექნიკის ძიება .....	57
2.2. ტყესაკაფი სამუშაო პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის ეკოლოგიურად უვნებელი ტექნოლოგიური სქემების დახასიათება და ახალი №7ა ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება .....	61
2.3. განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარების ახალი სქემების ძიება და დამუშავება .....	65
2.4. განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის კვლევა .....	74
2.4.1. მაღალმთიანი ტყესაკაფების ათვისების ახალი ტექნოლოგიის და ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირით აღჭურვილი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის სამუშაო პროცესის დახასიათება .....	74
2.4.2. განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის ჯალამბრის წვეის ძალის განსაზღვრა ფერდობზე ქვევიდან ზევით განივ ტრასამდე მოჭრილი ხის მორსათრევის დროს .....	76



2.4.3. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ჯალამბრის წვეის ძალის განსაზღვრა განივი მიმართულებით ტრასამდე მორების ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში მორთრევის დროს .....	99
2.4.4. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ჯალამბრის წვეის ძალის განსაზღვრა ტრასამდე, გვერდებიდან მორთრეული ხე-ტყის ზედა საწყობზე ჩამოშვების ან აზიდვის დროს .....	123
2.5. ექსპერიმენტული ნაწილი	
2.5.1. საბაგირო მორსათრევი დანადგარების მზიდი ბაგირის პარამეტრების განსაზღვრის ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევის მეთოდის ანალიზი .....	134
2.5.2. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის განსაზღვრა ექსპერიმენტით და პარაბოლის მეთოდით .....	138
2.5.3. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის გაანგარიშების მეთოდის დამუშავება ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების მონაცემების გათვალისწინებით .....	143
2.6. ხე-ტყის დამზადების სამუშაო პროცესის ეკონომიკური ანგარიში № 7ა ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით .....	148
დასკვნა .....	158
გამოყენებული ლიტერატურა .....	162

## ცხრილების ნუსხა

ცხრ. 1. ფოლადის კონსტრუქციის ბაგირი ISO 2408 საწვეი ბაგირები საკიდი გზებისათვის 6×19(1+9+9)+7×7(1+6) ფოლადის ბაგირები ორგანული გულარით .....	91
ცხრ. 2. ფოლადის კონსტრუქციის ბაგირი ISO 2408 საწვეი ბაგირები საკიდი გზებისათვის 6×19(1+9+9)+7×7(1+6) ფოლადის ბაგირები მეტალის გულარით .....	129
ცხრ. 3. ფოლადის სატვირთო ბაგირები მარკირების ჯგუფი, ნ/მმ <sup>2</sup> (კგ/მმ <sup>2</sup> ) 1570 (160) .....	139
ცხრ. 4. მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის სიდიდის განსაზღვრა პარაბოლის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის მეთოდებით მზიდი ბაგირის დაჭიმულობა $H = 5000$ კგ .....	140
ცხრ. 5. მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის სიდიდის განსაზღვრა პარაბოლის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის მეთოდებით მზიდი ბაგირის დაჭიმულობა $H = 7500$ კგ .....	140
ცხრ. 6. მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის სიდიდის განსაზღვრა პარაბოლის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის მეთოდებით მზიდი ბაგირის დაჭიმულობა $H = 10000$ კგ .....	141
ცხრ. 7. ფოლადის სატვირთო ბაგირები მარკირების ჯგუფი, ნ/მმ <sup>2</sup> (კგ/მმ <sup>2</sup> ) 1860 (190) .....	144
ცხრ. 8. ფოლადის სატვირთო ბაგირები მარკირების ჯგუფი, ნ/მმ <sup>2</sup> (კგ/მმ <sup>2</sup> ) 1960 (200) .....	145

## ნახაზების ნუსხა

ნახ. 1. ტყესაკაფი სამუშაო პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის ტექნოლოგიური სქემები: № 2, № 3 და № 4	22
ნახ. 2. ტყესაკაფი სამუშაო პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის ახალი ტექნოლოგიური სქემები: № 5, № 4ა და № 7	24
ნახ. 3. განივგადასატანი ორმხრივი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის სქემა ერთი საწევი და ერთი უკუსვლის ბაგირით	26
ნახ. 4. განივგადასატანი ორმხრივი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის სქემა ორი საწევი და ერთი უკუსვლის ბაგირით	30
ნახ. 5. განივგადასატანი ორმხრივი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის სქემა ორი საწევი და ორი უკუსვლის ბაგირით	32
ნახ. 6. საბაგრო სისტემების თეორიული სქემები	36
ნახ. 7. ბაგირის ჩაკიდულობა ორი ურთიერთგადამკვეთი პარაბოლათი	38
ნახ. 8. საწევ-მზიდი ბაგირის საანგარიშო სქემა ტვირთის დაკიდული ტრანსპორტირების დროს	44
ნახ. 9. საწევ-მზიდი ბაგირის საანგარიშო სქემა ტვირთის ნახევრადდაკიდული ტრანსპორტირების დროს	46
ნახ. 10. ბაგირის დატვირთვის სქემა	49
ნახ. 11. ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდი პარაბოლას მიხედვით	50
ნახ. 12. ბაგირის მდგომარეობის სქემები, სამონტაჟო $A_0$ და მუშა $A$ დაჭიმულობების სატვირთო ფაქტორის დასადგენად	52
ნახ. 13. ბაგირის ჩაკიდულობა თავისი საკუთარი წონით და ტვირთით	54
ნახ. 14. № 7ა ტექნოლოგიური სქემა: I – ტყესაკაფის ზედა ზონა 30°-ზე მეტი დახრილობის ფერდობით; II – ტყესაკაფის ქვედა ზონა 30°-მდე დახრილობის ფერდობით	63
ნახ. 15. განივგადასატანი ორმხრივი ბაგირ-ბლოკური საბაგრო დანადგარის სქემა	66
ნახ. 16. განივგადასატანი ორმხრივი ბაგირ-ბლოკური საბაგრო დანადგარის სქემა	68
ნახ. 17. განივგადასატანი ორმხრივი საბაგრო მორსათრევი დანადგარი ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირით	71

ნახ. 18. განივგადასატანი ჩაკეტილკონტურიანი ბაგირ-ბლოკური საბაგრო მორსათრევი დანადგარის კვლევის საერთო სქემა .....	77
ნახ. 19. მოჭრილი ხის ქვევიდან ზევით ფერდობზე მორთრევის საანგარიშო სქემა .....	81
ნახ. 20. ა, ბ – განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა: ა – მოჭრილი ხის ქვევიდან ზევით ფერდობზე მორთრევის ტრასა; ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-XII მოდების წერტილები .....	86
ნახ. 21. ა, ბ – განივგადასატანი ჩაკეტილკონტურიანი ბაგირ-ბლოკური საბაგრო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა: ა – კაკვიანი საწევი ბაგირის ტყესაკაფზე ხელით უკან დაბრუნების ტრასა; ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-XI მოდების წერტილები .....	93
ნახ. 22. ა, ბ – განივგადასატანი ჩაკეტილკონტურიანი ბაგირ-ბლოკური საბაგრო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა: ა – საწევი ბაგირის მოძრაობის ტრასა მორის ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში გადაყვანის დროს; ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-XI მოდების წერტილები .....	100
ნახ. 23. ა, ბ – განივგადასატანი ჩაკეტილკონტურიანი ბაგირ-ბლოკური საბაგრო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა: ა – ჩაკეტილკონტურიან მზიდ ბაგირზე ნახევრად-დაკიდებულ მდგომარეობაში განივი მიმართულებით მორების მორთრევის ტრასა; ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-XXIII მოდების წერტილები ..	105
ნახ. 24. ა, ბ – განივგადასატანი ჩაკეტილკონტურიანი ბაგირ-ბლოკური საბაგრო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა: ა – კაკვიანი საწევი ბაგირის უკუსვლის ბაგირით ტყესაკაფზე დაბრუნების ტრასა; ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-XXII მოდების წერტილები .....	117
ნახ. 25. ა, ბ – განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა: ა – ურიკის ბლოკის ჩამჭერში დასაფიქსირებლად შეკრულას ვერტიკალურად გადაადგილების ტრასა; ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-VI მოდების წერტილები .....	124
ნახ. 26. ა, ბ – განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა: ა – დატვირთული ურიკის ქვევიდან ზევით გადაადგილების ტრასა; ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-IV მოდების წერტილები .....	127
ნახ. 27. ა, ბ – განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა: ა – ურიკის ბლოკის	

	ჩამჭერში დაფიქსირებული შეკრულებას გადაადგილების ტრასა ზევიდან ქვევით: ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-V მოდების წერტილები .....	130
ნახ. 28.	მზიდი ბაგირის ჯაჭკური ხაზის მეთოდით განგარიშების სქემა .....	136
ნახ. 29.	განივგადასატანი საბაგრო მოსათრევი დანადგარის ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის პარაბოლის მეთოდით საანგარიშო სქემა .....	142

## შესავალი

საქართველოს მთავარი სიმდიდრე მისი სტრატეგიული მასალებიდან არის ტყეები. ისინი ფარავენ ქვეყნის ტერიტორიის მესამედს. რელიეფის, ნიადაგის და კლიმატური თავისებურებებიდან გამომდინარე გამოიყოფა წიწვოვანი და ფოთლოვანი ტყეები. ხე-ტყის დამზადების და ტრანსპორტირების ტექნოლოგიურ პროცესზე, სხვა თავისებურებებთან ერთად ყველაზე მნიშვნელოვანი არის რელიეფი, რადგანაც მთაგორიანი რელიეფი არსებით გავლენას ახდენს წარმოების პერსპექტიული ხერხების გამოყენებაზე, რომლებიც მთლიანად არიან დაყრდნობილი უახლესი მანქანა -დანადგარების ბაზაზე შექმნილ ტექნოლოგიურ პროცესებთან და მთლიანად აკმაყოფილებენ მთაგორიანი ტყესაკაფების ექსპლუატაციის ეკოლოგიურ და სხვა მოთხოვნებს [1-4].

საქართველოს სამთო ტყის მეურნეობის პირობებში, სადაც ტყეები მერქნით სარგებლობასთან ერთად უდიდეს ეკოლოგიურ ფუნქციას ასრულებენ, მათში მეურნეობის წარმოება და კერძოდ, ტყესაკაფის სამუშაოთა ტექნოლოგია უნდა ითვალისწინებდეს და ეყრდნობოდეს ამ დარგში დაგროვილ მოწინავე ქვეყნების გამოცდილებას. ვინაიდან ტყე რესურსთა იმ კატეგორიას მიეკუთვნება, რომელიც აღდგენას ექვემდებარება, მასში მეურნეობის გონივრულად და პროფესიონალურად წარმართვას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება, რაც თავის მხრივ მეცნიერულად დასაბუთებული მეთოდების და წესების გამოყენებას გულისხმობს.

მთაგორიანი ტყესაკაფების ათვისება, ვაკეზე განლაგებული ტყესაკაფებისაგან განსხვავებით, დაკავშირებულია გაცილებით რთულ და შრომატევად პროცესებთან და ოპერაციებთან. აქედან გამომდინარე, საჭიროა დამუშავდეს ტყესაკაფი სამუშაოების კომპლექსური მექანიზმის ეკოლოგიურად უვნებელი ტექნოლოგიური სქემები, რომლებიც აადვილებენ ადამიანის შრომას. ამასთან, აღნიშნული ტექნოლოგიური სქემების განსახორციელებლად საჭიროა დამუშავდეს სპეციალიზებული მანქანა-დანადგარები, რომლებიც ეკოლოგიური მოთხოვნების გათვალისწინებით უზრუნველყოფენ მთაგორიან ტყესაკაფებზე ხე-ტყის მორთრევას.

დისერტაციაში მოცემულია ტყესაკაფ სამუშაოებზე გამოყენებული სპეციალური ტექნიკის აღწერილობა და მუშაობის პრინციპი.

გაანალიზებულია საერთო შეხედულებები ხე -ტყის დამზადების პროცესებზე და ტყესაკაფი სამუშაოების წარმოებაზე. ლიტერატურის მიმოხილვაში, აგრეთვე დიდი ყურადღება აქვს დათმობილი საჭირო საბაგირო მორსათრევი დანადგარების, მათ შორის განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების სქემების განხილვას და მათზე ჩატარებულ თეორიულ გამოკვლევებს, რომლებიც დაკავშირებულია დანადგარის ძირითადი პარამეტრების განსაზღვრასთან [5-8].

**თემის აქტუალობა.** საქართველოს მთავორიან პირობებში ტყის რესურსების კვლავწარმოების ძირითადი ფაქტორია ბუნებრივი განდობა. ამასთან, ნებით-ამორჩევითი ჭრების პირველხარისხიანი მნიშვნელობის ამოცანას წარმოადგენს აღმონაცენის, მოზარდის ზეზე მდგომი ხეების და რაც ყველაზე მთავარია, ეროზიისაგან დაცვა და შენარჩუნება.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, სადისერტაციო ნაშრომის თემის აქტუალობა, განპირობებულია, მთავორიანი ტყესაკაფების ათვისების სირთულეებით და დაკავშირებულია მკაცრ ეკოლოგიურ მოთხოვნებთან; აღნიშნული საკითხი თავის მხრივ მოითხოვს ახალი ტექნოლოგიების, ტექნოლოგიური სქემების და მათ განსახორციელებლად საჭირო ახალი სპეციალიზებული ტექნიკის დამუშავებას და შექმნას, რაც თავის მხრივ დაკავშირებულია თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევების მაღალ მეცნიერულ დონეზე ჩატარების აუცილებლობასთან.

**სამუშაო მიზანი.** სამუშაოს ძირითად მიზანს წარმოადგენს მთავორიანი ტყესაკაფების ათვისების ტექნოლოგიურ პროცესთან და მორსათრევი ტექნიკასთან დაკავშირებული საკითხები, რომლებიც პირველ რიგში უსაფრთხო მორსათრევის განსახორციელებლად, საჭიროებენ თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარებას; აღნიშნული თავის მხრივ, დაკავშირებულია, კომპლექსური მექანიზაციის და ავტომატიზაციის პროცესების გაუმჯობესებასთან, მოწინავე ტექნოლოგიების, ტექნოლოგიური სქემების დანერგვასთან და მათ განსახორციელებლად საჭირო ახალი ტექნიკის შექმნასთან – საბაგირო მორსათრევი დანადგარების სახით.

**სამეცნიერო სიახლე** დამუშავებული და შექმნილია ორიგინალური განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარი ჩაკეტილ კონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირით;

- ფერდობის სხვადასხვა დახრილობის ტყეებსა და ვეხსაკაფებისათვის, დამუშავებულია № 7ა ტექნოლოგიური სქემ ა, რომელიც მიღებულია № 7 და № 3 ტექნოლოგიური სქემების შერწყმით;
- მორსათრევის ტექნოლოგიური პროცესის სამი ძირითადი ოპერაციისათვის, წინასწარ დამუშავებული კვლევის აგების მეთოდის საფუძველზე, შედგენილია, საწვეი ბაგირების ტრასებზე მოძრაობის სქემები; დადგენილია, ტრასებზე წინააღმდეგობის ძალების აღძვრის წერტილები; მიღებული წინააღმდეგობის ძალების თანმიმდევრობითი შეკრებით, თითოეული საწვეი ბაგირისათვის მიღებულია საანგარიშო მაქსიმალური წვეის ძალა, მუშა და უქმი სვლის დროს, როგორც ინერციის ძალების გათვალისწინებით, აგრეთვე მათ გარეშე;
- შექმნილია განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის მოდელი, ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირით და დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე, ჩატარებულია, ექსპერიმენტული კვლევისა და პარამეტრების განსაზღვრის მეთოდიკა; დადგენილია, რომ ჩაკიდულ ბის ისრის სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს მალის  $l$  სიგრძის 0,02 -0,03; აქედან განისაზღვრება მაქსიმალური დაჭიმულობა  $T_m$  და კუბური განტოლების გამოყენებით სამონტაჟო დაჭიმულობა  $T_0$ ;
- დამუშავებული მეთოდის და №7ა ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით, ჩატარებულია, მორსათრევის სა მუშაო პროცესის კომპლექსური მექანიზაციის ეკონომიკური ანგარიში, დადგენილია  $1\text{მ}^3$  მორსათრეული ხე-ტყის თვითღირებულება – 42,80 ლარი.

**კვლევის მეთოდები** . სადისერტაციო ნაშრომში მექანიკური სისტემების, კერძოდ, განივგადასატანი ბაგირ-ბლოკური საბაგრო მორსათრევი დანადგარების გაანგარიშების ფართოდ ცნობილი, მეცნიერულად დასაბუთებული, თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების აგების მეთოდების და მეთოდიკების საფუძველზე დამუშავებულია, ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირით აღჭურვილი განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის



ზოგადი თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის მეთოდები და მეთოდოლოგიები.

**კვლევების პრაქტიკული ღირებულება და შედეგების რეალიზაცია.** დამუშავებულია, სრულიად ახალი განივგადასტავნი ბაგირ -ბლოკური საბაგრო მორსათრევი დანადგარის სქემა;

შექმნილია, მოდელირებული ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირით აღჭურვილი საბაგრო მორსათრევი დანადგარი და დამუშავებული მეთოდოლოგიის საფუძველზე, ჩატარებულია თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები;

გაანგარიშებულია, მორსათრევის ტექნოლოგიური პროცესის სამი ძირითადი ოპერაციისათვის საწვევი და უკუსვლის ბაგირებზე მოსული წვევის ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობები, შერჩეულია ბაგირების კვეთის დიამეტრი და ჯალამბრის ელ. ძრავას სიმძლავრე.

ჩატარებული თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევები, დამუშავებული ახალი ტექნოლოგიური სქემა და განივგადასტავნი საბაგრო მორსათრევი დანადგარი, რაზედაც მ იღებული პატენტი გამოგონებაზე უფლებას გვაძლევს აღნიშნული სამუშაოები წარმოდგინოთ წარმოებაში დასანერგად.

**სამუშაოს აპრობაცია** სამუშაოს ძირითადი შედეგები მოხსენებულია და განხილულია 84-ე სტუდენტთა ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე, თბილისი, 10. 06. 2016 წელი.

**გამოქვეყნება:** სადისერტაციო თემის ირგვლივ გამოქვეყნებულია ნაბეჭდი შრომების სახით 20 სამეცნიერო სტატია, 1 გამოგონება – პატენტი.

**სტრუქტურა და სამუშაო მოცულობა .** სადისერტაციო ნაშრომი შედგება: შესავალი, ლიტერატურის მიმოხილვის, განსჯის, ექსპერიმენტული ნაწილის, დასკვნების და ბიბლიოგრაფიული მაჩვენებლისაგან, რომელიც შეიცავს 66 დასახელებას, ძირითადი ტექსტი გადმოცემულია კომპიუტერზე ნა ბეჭდი 166 გვერდზე ახსნილი 29 ნახაზით.

# 1. ლიტერატურის მიმოხილვა

## 1.1. მთავორიანი ტყესაკაფების ათვისების პრობლემები

1. საიდან მომდინარეობს დისერტაციაში დასმული პრობლემა. დისერტაციაში დასმული პრობლემა დაკავშირებულია ხე -ტყის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის სირთულესთან, რაც განპირობებულია მეტყვეობის მკაცრი მოთხოვნებით, რომლებიც მოქმედებენ საქართველოს მთიან პირობებში შერჩევითი ჭრების განხორციელების დროს. ამასთან, აღნიშნული პრობლემა არ არის ერთადერთი, მოიცავს მთავორიანი ტყესაკაფების სამუშაო პროცესის ეკოლოგიურად უვნებელ ტექნოლოგიებთან და მორსათრევე ტექნიკასთან დაკავშირებულ საკითხებს, რომლებიც საჭიროებენ თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარებას. მოწინავე ტექნოლოგიების და მორსათრევი ტექნიკის დასამუშავებლად და შესაქმნელად.

მთავორიანი ტყესაკაფებზე ხე -ტყის დამზადების ძირითად პრობლემად შეიძლება მივიჩნიოთ მორსათრევი ტექნიკის ეკოლოგიურ მოთხოვნებთან შეუთავსებლობა, რაც თავის მხრივ ქმნის სამანქანო მოქმედების სფეროდან მნიშვნელოვანი საექსპლუატაციო ფართობების ამოვარდნის საშიშროებას. იგივე შეიძლება ითქვას მთიანი ტყესაკაფების სამუშაო პროცესის ეკოლოგიურად უვნებელი ტექნოლოგიის და კომპლექსური მექანიზაციის ტექნოლოგიური სქემების უკმარისობაზე და ბუნებრივ პირობებთან შეუთავსებლობაზე. ამასთან, ცნობილი ტექნოლოგიური სქემები ყოველთვის სწორად ვერ განსაზღვრავენ ტყესაკაფის ასათვისებლად საჭირო მანქანა -დანადგარების შერჩევას, ტექნოლოგიური პროცესის ოპერაციების რაოდენობას და თანმდევრობის ოპტიმალურ ვარიანტს [1-9].

2. რა არის ცნობილი დისერტაციაში დასმული პრობლემის შესახებ. დღეისათვის ცნობილია მთავორიანი ტყესაკაფებზე ხე -ტყის მორსათრევის ტექნოლოგიური პროცესის ცალკეული ოპერაციების შემსრულებელი სპეციალიზებული მანქანა -დანადგარები, რომლებიც ახორციელებენ ხე -ტყის მორსათრევას, გარკვეულწილად ეკოლოგიური მოთხოვნების დაცვით. ამასთან ერთად, დამუშავებულია ტყესაკაფი პროცესის კომპლექსური მექანიზაციის ტექნოლოგიური სქემები.

სპეციალიზებული მორსათრევი ტრაქტორის TT-4-ის და მის ბაზაზე აგებული მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის გარდა, ცნობილია აგრეთვე საჰაერო საბაგირო და განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარები, რომელთაგან პირველით მორსათრევა ხორციელდება მთლიანად დაკიდებულ მდგომარეობაში ზევიდან ქვევით, ხოლო მეორეთი, ჯერ განივი მიმართულებით ტრასის ორივე მხრიდან ტრასამდე ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში, შემდგომ მათი ჩამოშვებით ზედა საწეობზე მთლიანად დაკიდებულ მდგომარეობაში.

ცნობილია მექანიკური სისტემების, კერძოდ, მორსათრევი აგრეგატების მდგრადობის და მორსათრევი საბაგირო დანადგარების მზიდი და საწევი ბაგირების გაანგარიშების თეორიული კვლევების აგების მეთოდები და მეთოდიკები. დიდი გამოცდილებაა დაგროვილი აღნიშნული მანქანა-დანადგარების მექანიზმების სქემების შექმნის, მათი სტრუქტურული და სხვა კვლევების საკითხებზე.

ცნობილია აგრეთვე, განივგადასატანი მორსათრევი დანადგარი, რომელშიც მორსათრევის ხერხი ითვალისწინებს ჯალამბრის საწევი ბაგირით მორების განივ მორსათრევას და იგივე საწევი ბაგირით ზედა საწეობამდე მათ ჩამოშვებას. ალტერნატიული მეთოდის საფუძველზე გაანგარიშებულია ერთმალისანი მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის სამონტაჟო და მაქსიმალური დაჭიმულობა მუშა მდგომარეობაში.

ცნობილი განივგადასატანი საბაგირო დანადგარის ბაგირ - ბლოკური სქემებისათვის, დამუშავებულია, საწევი ბაგირის წევის ძალის განსაზღვრის მეთოდიკა; საწევი ბაგირის მოძრაობის სქემიდან გამომდინარე, დადგენილია წინააღმდეგობის ძალების მოდების წერტილები; წინააღმდეგობის ძალების თანმიმდევრობით შეჯამებით განსაზღვრულია საწევი ბაგირზე მაქსიმალური წევის ძალა; ჯამური წინააღმდეგობის ძალების მაქსიმალური მნიშვნელობის მიხედვით განსაზღვრულია ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრე და საწევი ბაგირის დიამეტრი.

დამუშავებულია, აგრეთვე მეთოდიკა და სამუშაო ციკლის ეკვივალენტური სიმძლავრიდან გამომდინარე, სამუშაო ციკლის ოპერაციების შესაბამის პერიოდებში, ნაანგარიშები ა ბაგირის მოძრაობის წინააღმდეგობის ძალები. სამუშაო ციკლის ეკვივალენტური სიმძლავრის მიხედვით განსაზღვრულია ძრავის სიმძლავრე.

ცნობილი მეთოდის საფუძველზე არსებული განივგადასატანი საბაგრო დანადგარის ბაგირ-ბლოკური სქემისათვის ექსპერიმენტული წესით განსაზღვრულია საწვე ბაგირზე მოსული წვევის ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობა.

3. რა ნაკლოვანებები აქვთ ცნობილ მორსათრევე მანქანა - დანადგარებს და მათი კვლევის მეთოდებს. მთავორიან ტყესაკაფებზე ხე-ტყის მორსათრევი მანქანა-დანადგარების ნაკლოვანებას წარმოადგენს მათი სქემური და კონსტრუქციული გადაწყვეტილებების სირთულე, აგრეთვე მორსათრევის ტექნოლოგიური პროცესის ყველა და ცალკეული ოპერაციების შესრულების არადამაკმაყოფილებელი ხარისხი. კერძოდ, დისერტაციაში დასმული პრობლემებიდან გამომდინარე, ცნობილი განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარების სირთულე, დაკავშირებულია ტყესაკაფზე მათი გადაადგილების, მონტაჟის და დემონტაჟის მრავალჯერადად ჩატარების აუცილებლობასთან, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს სამუშაო დროის გამოყენების კოეფიციენტს და ზრდის  $1\text{მ}^3$  მორსათრეული ხე-ტყის თვითღირებულებას. ამას ისიც ემატება, რომ ახალი მანქანების და დანადგარების გასაუმჯობესებლად არ არსებობს დახვეწილი და პრაქტიკული მნიშვნელობის მატარებელი თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების მეთოდები, რომლებიც უზრუნველყოფენ თანამედროვე მორსათრევი დანადგარების დამუშავებას და შექმნას.

4. რა არის გაკეთებული ნაშრომში ცნობილი ნაკლოვანებების აღმოსაფხვრელად. პირველ რიგში დამუშავებული და შექმნილია სრულიად ახალი, პრინციპულად განსხვავებული განივგადასატანი ბაგირ-ბლოკური მორსათრევი საბაგრო დანადგარი, სადაც დამხმარე მზიდი ბაგირები და ურიკები შეცვლილია მოძრავი მზიდი ბაგირით, დამუშავებულია ახალი № 7ა ტექნოლოგიური სქემა, რომელშიც გათვალისწინებულია ფერდობის დახრის კუთხის მკვეთრად განსხვავებული ტყესაკაფის ათვისება მოდერნიზებული მთა-ით და განივგადასატანი ორმხრივი საბაგრო მორსათრევი დანადგარით. ამასთან, დამუშავებულია მეთოდები განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩასატარებლად. აღნიშნული მეთოდების საფუძველზე, ჩატარებული თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების შედეგად განსაზღვრულია განივგადასატანი საბაგრო დანადგარის მზიდ ბაგირის ჩაკიდულობის

ისრის და საწვევი ბაგირ ების წვევის ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობები.

ნაშრომში, აგრეთვე, ჩატარებულია ტყესაკაფი სამუშაო პროცესის ეკონომიკური ანგარიში № 7ა ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით, სადაც მორთრევა ხორციელდება განიგადასატანი საბაგრო დანადგარის და მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის გამოყენებით. მიღებულია 1 მ<sup>3</sup> მორთრეული ხე-ტყის თვითღირებულება.

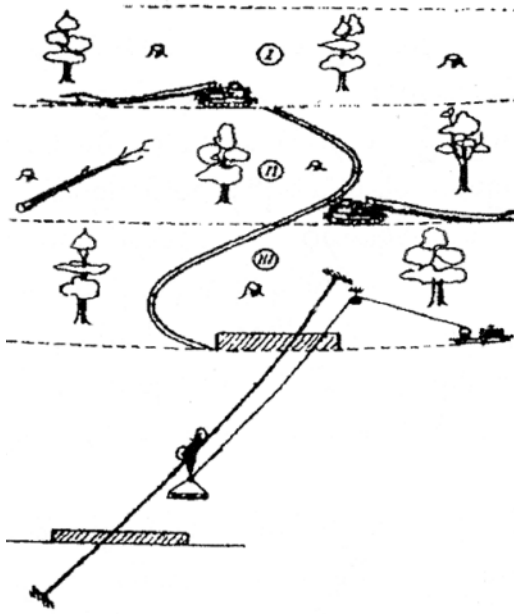
## **12. ტყესაკაფი სამუშაო პროცესების ტექნოლოგიური სქემები და მორსათრევი მანქანა-დანადგარები**

### **12.1. ტყესაკაფი სამუშაო პროცესების ტექნოლოგიური სქემების მიმოხილვა**

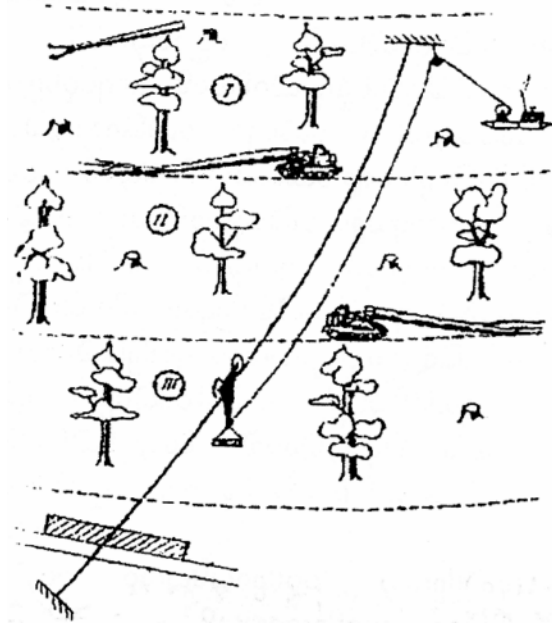
ტყესაკაფი სამუშაოების ჩასატარებლად გამოიყენება ტექნოლოგიური სქემები, რომლებიც საქართველოს მთაგორიანი პირობებისათვის წარმოდგენილია რვა ძირითადი სქემის სახით. ლიტერატურის მიმოხილვაში განხილულია № 2, № 3 და № 4 ტექნოლოგიური სქემები, რომლებშიც ხე-ტყის მორთრევა ხორციელდება საბაგრო -მორსათრევი დანადგარების გამოყენებით [5-11].

**ტექნოლოგიური სქემა № 2** (ნახ. 1) ითვალისწინებს, ტრაქტორებით ზედა ბაქნამდე მორთრეული ხე-ტყის ჩამოშვებას საბაგრო მორსათრევი დანადგარით.

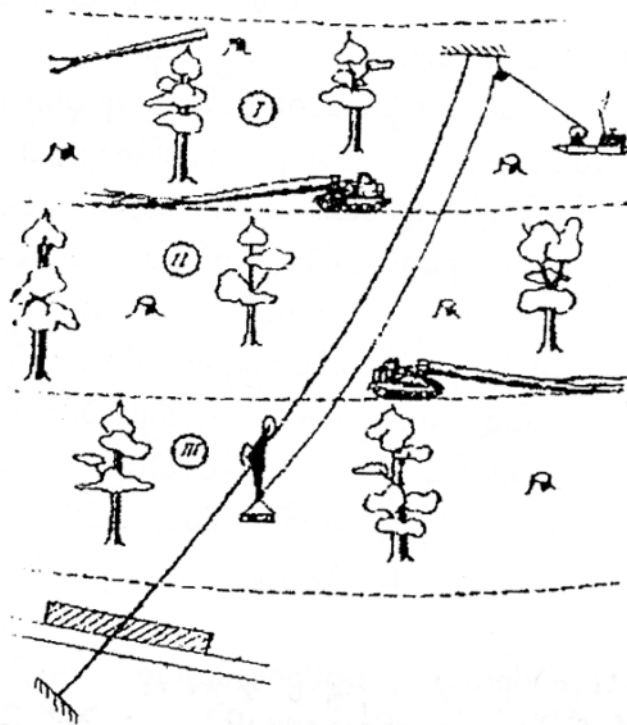
ამ შემთხვევისათვის ტყესაკაფი წარმოადგენს 10 °-დან 15 °-მდე დახრილობის პლატოს 1000 მ -მდე სიღრმით, რომელიც არ ერთვის საავტომობილო გზას და გამოყოფილია მისგან ხევით , ან 40 °-მდე დახრილობის ფერდობით. ხე-ტყის მორთრევა ტყესაკაფიდან ტრაქტორამდე წარმოებს 90 მ მანძილზე – ქვევიდან ზევით, რაც განპირობებულია ტრაქტორის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



ტექნოლოგიური სქემა № 2



ტექნოლოგიური სქემა № 3



ტექნოლოგიური სქემა № 4

ნახ. 1. ტყესაკაფი სამუშაო პროცესების ტექნოლოგიური სქემები:  
№ 2, № 3 და № 4

ტექნოლოგიური სქემა № 3 (ნახ. 1) ითვალისწინებს, ტრაქტორით გვერდიდან მორთრეული ხე-ტყის ჩამოშვებას საბაგირო დანადგარით. 20°-ზე მეტი დახრილობის ტყესაკაფზე წაქცეული ხე (შოლტი)

გამოითრევა, საკაბდო შტოზე დაიმორება და მორსათრევი თვითმტვირფი აგრევატით მიეწოდება საბაგირო დანადგარის ტრასის მთელ სიგრძეზე. ამ შემთხვევაში ტყესაკაფი ერთვის ავტოტყესაზიდ გზას და 1000 მ სიგრძისაა. საბაგირო დანადგარის ტრასა კვეთს მას მთელ სიღრმეზე. სატრაქტორო საკაბდოები განლაგებულია ფერდობისგანივად, საბაგირო დანადგარის ზედა საწყობამდე, ანუ ავტოტყესაზიდი გზის დასატვირთ ბაქნამდე.

**ტექნოლოგიური სქემა №4** -ის (ნახ. 1) 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 ტყესაკაფი. ერთი, ავტოტყესაზიდ გზაზე გამოსვლით 20°-ზე მეტი დახრილობით, მეორე კი, როგორც პირველის გაგრძელება 20°-ზე ნაკლები და აითვისება ტრაქტორებით.

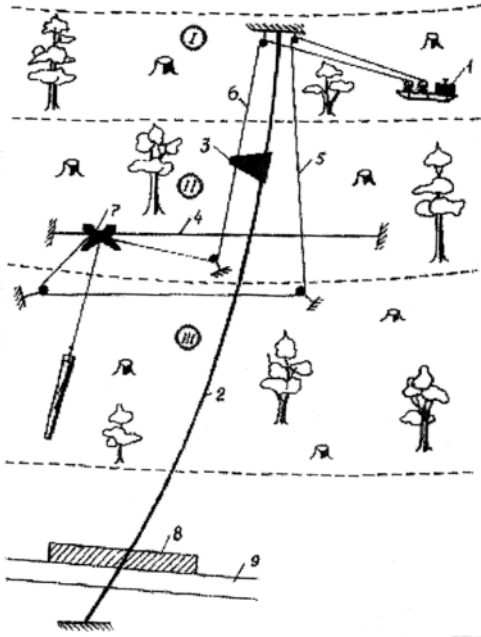
ტყესაკაფის საერთო სიღრმე 2000 მ -ია. საბაგირო დანადგარი კვეთს პირველ ე.ი. ქვედა ტყესაკაფს. 1000 მ სიგრძით, დანარჩენი ნაწილი, ე.ი. ზედა ტყესაკაფი გადაკვეთილია მაგისტრალური სატრანსპორტო საკაბდოთი.

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

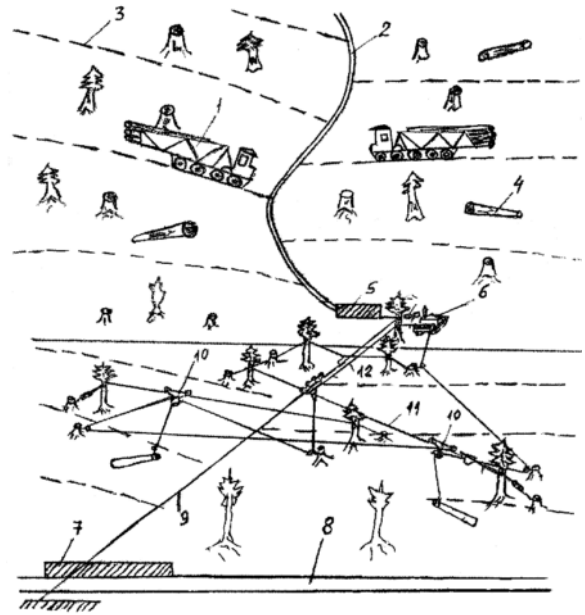
წარმოდგენილია აგრეთვე სამი ახლად დამუშავებული ტექნოლოგიური სქემა: № 5, №4ა და № 7 (ნახ. 2).

**ტექნოლოგიური სქემა № 5** (ნახ. 2) ითვალისწინებს ხე-ტყის თვითმოთრევას გადასატანი განივი მზიდი ბაგირით და მის ჩამოშვებას საბაგირო დანადგარით. ტყე საკაფის სიღრმეა 1000 მ, დახრილობა 20°-ზე მეტი. იგი ერთვის ავტოტყესაზიდ გზას და საბაგირო დანადგარი კვეთს მას მთელ სიღრმეზე. ჩამოშვებული ხე-ტყე გამოდის ავტოგზაზე [1-8].

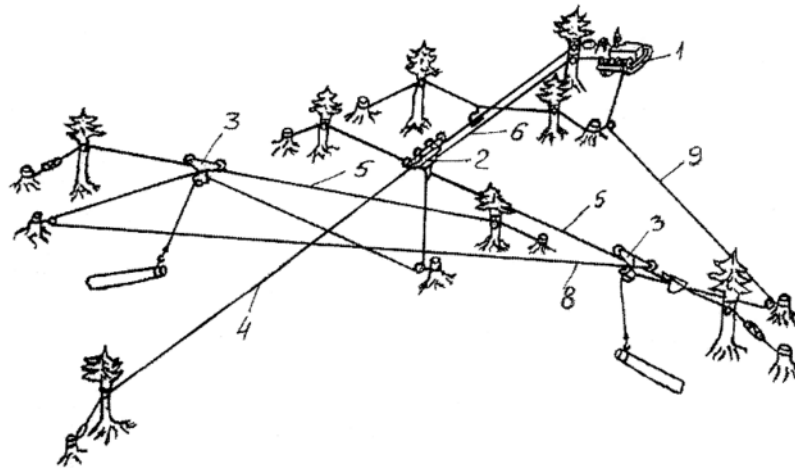
გადასატანი განივი მზიდი ბაგირი მონტაჟდება განივი მიმართულებით ძირითადი მზიდი ბაგირის ქვეშ, იმ ვარაუდით, რომ დამხმარე ურიკამ ტვირთიანად იმოძრაოს აღმართისაკენ. წაქცეული



ტექნოლოგიური სქემა № 5



ტექნოლოგიური სქემა № 4ა



ტექნოლოგიური სქემა № 7

ნახ. 2. ტექსაგაფი სამუშაო პროცესების ახალი ტექნოლოგიური სქემები: № 5, № 4ა და № 7

ხეები ადგილზე იმორება სორტიმენტ ებად. დამხმარე ურიკა მოძრაობს განიგადასატან 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 შე მდევ, დამხმარე ურიკაზე ნახევრად დაკიდებულ მდგომარეობაში გადაადგილდება სატვირთო ბაგირის საშუალებით



საბაგირო ტრასისაკენ. ძირითადი მზიდი ბაგირის ქვეშ სატვირთო კაკვი თავისუფლდება დამ ხმარე ურიკისაგან და სორტიმენტთან ერთად აიზიდება ძირითადი ურიკისაკენ, ფიქსირდება მასში და სატვირთო ბაგირით სამუხრუჭე რე ჟიმში გადაადგილდება ქვევით, ავტოტ ყესაზიდ გზასთან განლაგებულ ზედა საწყობთან. აქ ტვირთი ეხსნება კაკვს და ძირითადი ურიკა საწვევი ბაგირით ბრუნდება უკან ტყესაკაფისაკენ. შემდგომ ციკლი მეორდება.

**ტექნოლოგიური სქემა № 4 ა** (ნახ. 2). ამ შემთხვევაში ფაქტიურად გვაქვს ორი ერთმანეთზე მიბმული განსხვავებული დახრილობის ტყესაკაფი. პირველი, ანუ ქვედა ტყესაკაფი დაკავშირებული ავტოტყესაზიდ გზასთან არის 35 °-ზე მეტი დახრილობის და მისი ათვისება ხდება განივგადასატანი ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარით.

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

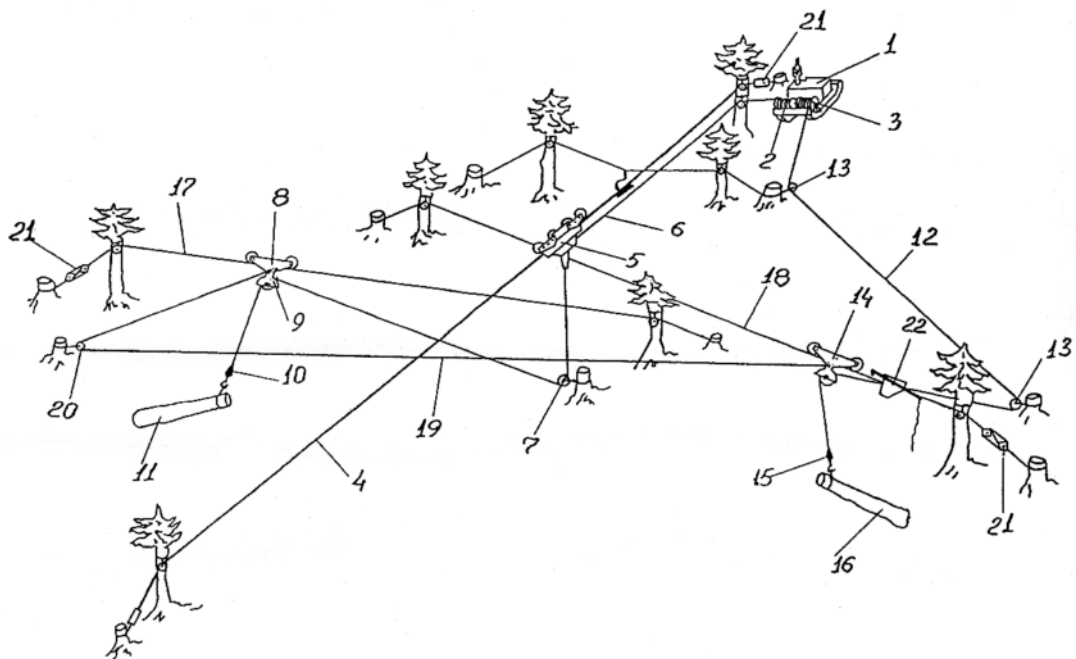
თითოეული ტყესაკაფი სიღრმეში ცალ -ცალკე 1000 მ სიგრძისაა და ათვისების განსხვავებულ ხედვას საჭიროებს.

**ტექნოლოგიური სქემა № 7** (ნახ. 2). ეს სქემა გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა ტყესაკაფის ფერდობის დახრილობა იც ვლება 20°-დან 35 °-მდე და ითვალისწინებს ხე -ტყის მოთრევას განივგადასატანი მზიდი ბაგირებით ტრასის ორივე მხრიდან და მის ჩამოშვებას საბაგირო დანადგარით. ტყესაკაფის სიღრმეა 1000 მ, ერთვის ავტოტყესაზიდ გზას და საბაგირო დანადგარი კვეთს მას მთელ სიღრმეზე. ჩამოშვებულ ლი ხე -ტყე გამოდის ავტოგზაზე განლაგებულ ზედა საწყობზე.

## **12.2. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების დახასიათება**

ცნობილია განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარი ერთი საწვევი და ერთი უკუსვლის ბაგირით (ნახ. 3), რომელშიც

ტექნიკური შედეგი მიიღწევა იმით, რომ ხე-ტყის საჰაერო მორსათრევა ხორციელდება ორი შერწყმული ფაზით, რომელიც ითვალისწინებს მორების თანმიმდევრულ, ერთდროულად ორმხრივ უწყვეტ განივ მორთევას 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 მსდე ქით, ურიკების დანიშნულების ადგილზე დასაფიქსირებლად, ხოლო ორივე დამხმარე ურიკა აღჭურვილია საკიდი კაკვების დამჭერით უკუსვლისა და საწვეი ბაგირების დატვირთულ მდგომარეობაში დასაფიქსირებლად.



ნახ. 3. განივგადასატანი ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სქემა ერთი საწვეი და ერთი უკუსვლის ბაგირით

საჰაერო მორსათრევი მოწყობილობა (ნახ. 3) შედგება ორდოლიანი ჯალამბრისაგან 1 დოლებით 2,3; ზეზე მდგომ ხეებზე დამაგრებულ იმთავარი მზიდი ბაგირისაგან 4, მასზე მოძრავი ავტომატურ-მუხრუჭიანი ურიკით 5, რომელშიც გატარებულია ორდოლიანი ჯალამბრის საწვეი 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 ორდოლია ნი 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 და დამაგრებულ ბლოკში 20; მთავარ და განივად გადასატან მზიდ ბაგირებს 4, 17, 18 გააჩნია დასაჭიმი პოლისპასტები 21; ამასთან მეორე განივად გადასატან მზიდ ბაგირზე 18 დამაგრებულია გადასატანი მსდექი 22.

საპაერო მორსათრევი საბაგირო მოწყობილობა (ნახ. 3) მუშაობს შემდეგნაირად: საბაგირო დანადგარისათვის გაკაფული ტრასის ზედა და ქვედა ბაქანზე შერჩეულ ხეებზე, მთავარი მზიდი ბაგირის 4 დაჭიმვის შემდეგ საბაგირო დანადგარის ქვემოთ ზეზე მდგომ ხეებზე, ტრასის მარცხნივ და მარჯვნივ ხდება განივად გადასატანი მზიდი ბაგირების 17, 18 დაჭიმვა, მა სზე ჩამოკიდებენ დამხმარე ურიკებს 8, 14, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია დამხმარე ბაგირით 19.

ამ დროს, ურიკები იმყოფებიან მთავარი საბაგირო და დანადგარის ტრასასთან. ამის შემდეგ მეჯალამბრე ჩართავს ჯალამბრის 1 დოლს 3 და დაიწყებს უკუსვლის ბაგირის 12 დახვევას. ბაგირის 12 კაკვიანი ბოლო 15 მიეხრება ურიკას 14 და მას გადაადგილებს ტყესაკაფისაკენ, ვინაიდან ურიკები 8, 14 ერთმანეთთანაა დაკავშირებული, ისინი თანაბრად იწყებენ მოძრაობას ტყესაკაფისაკენ, ურიკების 8, 14 სათანადო ადგილზე დაფიქსირება ხორციელდება მსდექის 22 სა შუალებით, 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 საბაგირო დანადგარის ტრასასთან, იმავდროულად, მეორე ურიკა 14 დამხმარე ბაგირის 19 მეშვეობით გადაადგილდება ტრასისაკენ. როდესაც ორივე ურიკა 8, 14 საბაგირო 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 რეჟიმში. ანთავისუფლებს მთავარ ურიკას 5 მუხრუჭისაგან და ურიკა იწყებს მოძრაობას მთავარ მზიდ ბაგირზე 4 ქვედა ბაქნისაკენ. სორტიმენტის ჩამოხსნის შემდეგ ციკლი მეორდება.

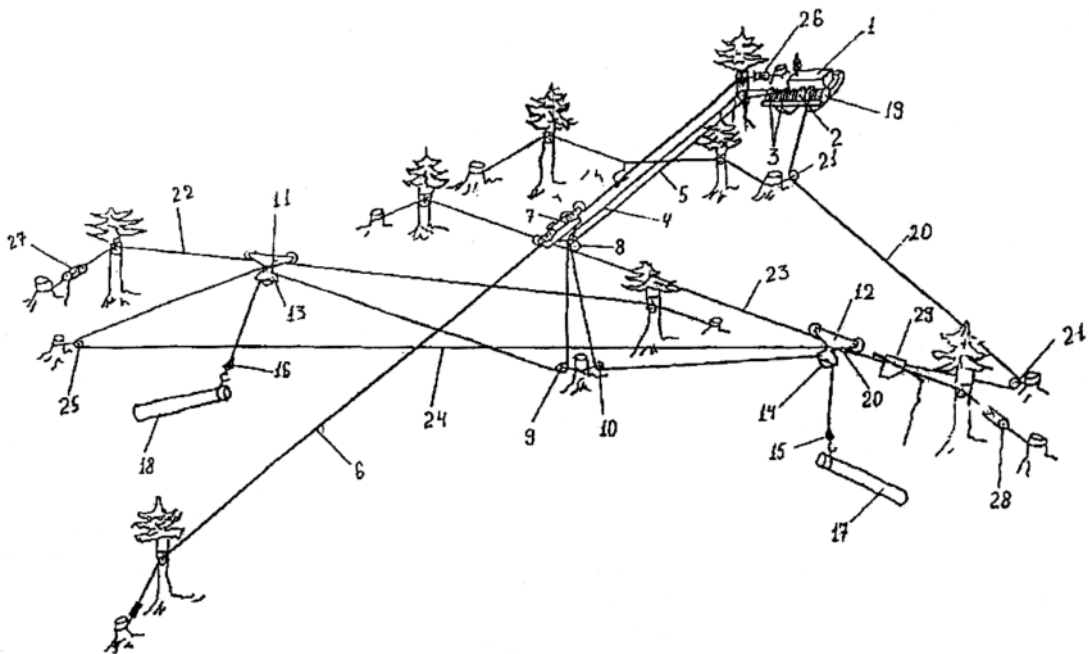
ნახ. 4 -ზე მოცემული საბაგირო დანადგარი შეიცავს მთავარ მზიდ ბაგირს, მასზე მოძრავი ძირითადი სატვირთო ურიკით, ორმხრივ განივად გადასატან მზიდ ბაგირებს, მათზე მოძრავი დამხმარე სატვირთო ურიკებით, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია დამხმარე ბაგირით, და ერთ-ერთ დამხმარე ურიკაში გატარებული დასატვირთად გამოყენებული ორდოლიანი ჯალამბრის უკუსვლის ბაგირი, ამასთან, ორდოლიანი ჯალამბარი აღჭურვილია ორი საწვევი 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 საბაგრო მორსათრევი დანადგარი (ნახ. 4) 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 მხარე ს განლაგებულ დამხმარე ურიკებში 11 და 12, რომ ლებსაც აქვს თვითხსნადი ბლოკები 13 და 14 კაკვის დამჭერებით. საწვეი ბაგირები 4 და 5 ბოლოვდება კაკვებით 15 და 16, რომ ლებსედაც 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 განივ ად 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 დასაჭიმი პოლისპასტები 26, 27 და 28. ამასთან, მეორე განივად გადასატან მზიდ ბაგირზე 23 დამაგრებულია გადასატანი მსდექი 29.

ხე-ტყის ორმხრივი საბაგრო მორსათრევი დანადგარი (ნახ. 4) მუშაობს შემდეგნაირად: საბაგრო 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 და კავშირებულია დამხმარე ბაგირით 24 . ამ დროს, დამხმარე ურიკები 11, 12 იმყოფება საბაგრო დანადგარის ტრასასთან. ამის შემდეგ მეჯალამბრე ჩართავს ჯალამბრის 1 უკუსვლის დოლს 19 და დაიწყო უკუსვლის ბაგირის 20 დახვევას. ბაგირის 20 კაკვიანი ბოლო 22 მიეხრება ურიკას 12 და მას გადაადგილებს ტყესაკაფისაკენ. ვინაიდან ურიკები 11, 12 ერთმანეთთანაა დაკავშირებული დამხმარე ბაგირით, მეორე ურიკაც 11 იწევს თანაბარ მოძრაობას ტყესაკაფისაკენ 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.

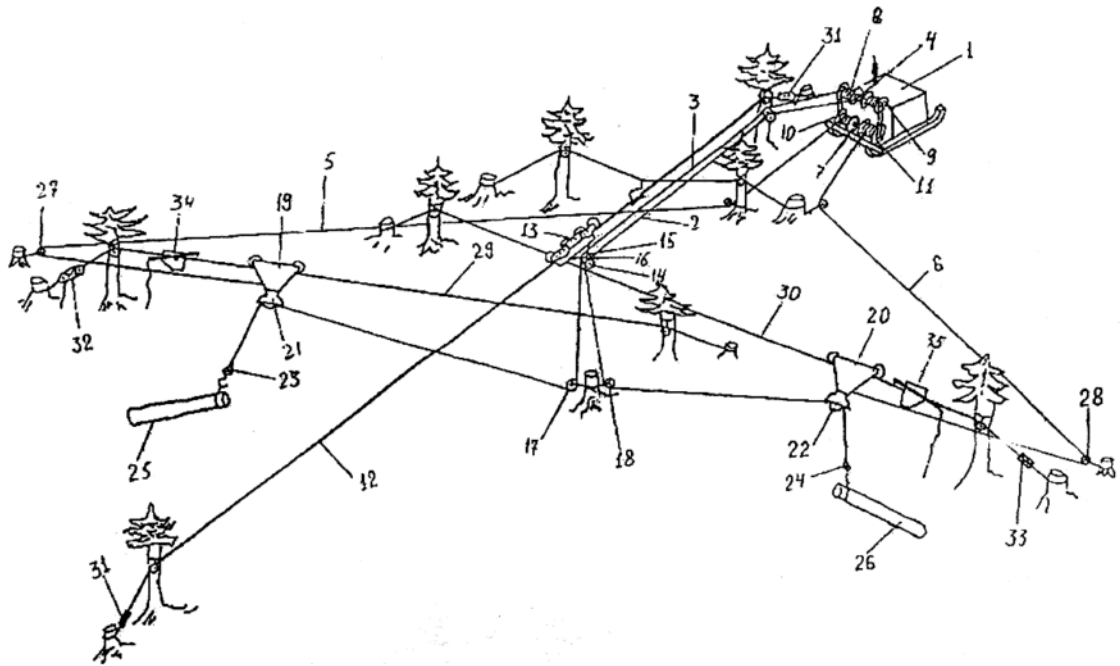


ნახ. 4. განივგადასატანი ორმხრივი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის სქემა ორი საწევი და ერთი უკუსვლის ბაგირით

შემდგომ მეჯალამბრე ორივე საწევ ბაგირს 4, 5 თავისი კაკვიანი ბოლოებით დაუშვებს დაბლა. ჩამბმელები ჩოკე რების 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 გახსნიან მსდექის 29 ჩამკეტი მექანიზმს და ურიკები 11, 12 თავისუფლდება. მეჯალამბრეს ჯალამბრის უკუსვლის დოლი 19

გადაჰყავს თავისუფალ სელაზე , რთავს დოღს 2 და იწყებს საწვეი ბაგირების 4, 5 დახვევას, რის შე მდგეაც ურიკები 11, 12 მიჰყავს საბაგრო დანადგარის ტრასასთან. როდესაც ორივე ურიკა 11, 12 აღმოჩნდება საბაგრო დანადგარის ქვეშ მეჯალამბრე აჩერებს დოღს 2. კაკეების 15, 16 საკიდებიდან ადვილად გათავისუფლების მიზნით , ორივე ტვირთს 17, 18 ასწევს ოდნავ მაღლა, გათავისუფლების შემდეგ კაკეებს 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 დოღის 2 სექციებზე 3 ბაგირების 4, 5 დახვევას, რის შემდეგაც კაკეიანი 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 დოღი 2 სექციებით 3 გადაჰყავს სამუხრუჭე რეჟიმში. ათავისუფლებს მთავარ ურიკას 7 მუხრუჭისაგან და ურიკა იწყებს მოძრაობას მთავარ მზიდ ბაგირზე 6 ქვედა ბაქნისაკენ (ზედა საწყობი). სორტიმენტების ჩამოხსნის შემდეგ ციკლი მეორდება.

ნახ. 5-ზე მოცემული საბაგრო მორსათრევი დანადგარი 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 საბაგრო ტრასის სხვადასხვა მხარეს დამონტაჟებულ დამხმარე ურიკებთან.



ნახ. 5. განივგადასატანი ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სქემა ორი საწევი და ორი უკუსვლის ბაგირით

ნახ. 5-ზე მოცემული საჭაერო საბაგირო მორსათრევი დანადგარი შეიცავს ოთხდოლიან ჯალამბარ ს 1 , რომლის საწევ -სატვირთო ბაგირების 2, 3 დოლი 4 და უკუსვლის ბაგირების 5, 6 დოლი 7 შესრულებულია ორ-ორი სექციისაგან, შესაბამისად, საწევ -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 მიხედ ბაგირს 12, მასზე მოძრავი ავტომატურ-მუხრუჭიანი ურიკით 13, რომლის ორღარიან, ორი ცალ-ცალკე დამზადებული 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; ჯალამბარის 1 უკუსვლის დოლის 7 სექციებიდან 10 და 11 გამომავალი უკუსვლის ბაგირები 5 და 6, საჭირო ო 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 განივ ად 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 საჰაერო საბაგირო 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 საბაგ ირო ტრასიდან ტ ყესაკაფის ორივე მხარეს, ერთდროულად. იმისდა მიხედვით თუ საბაგირო ტრასის რომელ მხარეს რა მანძილზე არის ურიკა გასაჩერებელი ტყესაკაფში, მეჯალამბრე შესაბამისი სიგნალის შემდეგ თიშავს უკუსვლის დოლის 7 ერთ -ერთ სექციას 10 ან 11. ასევე ხდება მეორე ურიკის ტყესაკაფის 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 საწევ ბაგირს 2, 3 თავისი კაკვიანი ბოლოებით 23 და 24 დაუშვებს დაბლა. ჩამბმელები ჩოკერების საშუალებით ჩააბამენ სორტიმენტებს 25, 26 კაკვებზე 23, 24, მეჯალამბრე ასწევს ორივე საწევი ბაგირის 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 გადაყავს ჯალამბრის უკუსვლის დოლი 7, სექციებით 10, 11, რის შემდეგაც რთავს საწევი ბაგირების დოლს 4 სექციებით 8, 9. იწყება საწევი ბაგირების 2, 3 დახვევა დოლებზე 8 და 9. დამხმარე ურიკები 19, 20 გადაადგილდება ძირითადი საბა გირო ტრასისაკენ, როდესაც ორივე დამხმარე ურიკა აღმოჩნდება ძირითადი საბაგირო დანადგარის ტრასის ქვეშ, ბერკეტის

დარტყმით ხსნიან დამხმარე ურიკების 19, 20 თვითხსნად ბლოკებს 21, 22 და საწვეი 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 დამაგრებულ 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 ჩამოსხნის შემდეგ ციკლი მეორდება.

### 13. საბაგირო სისტემების ელემენტები

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

1. მზიდი ბაგირები მუდმივი სამონტაჟო დაჭიმულობით და ხისტად ჩამაგრებული 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 აწევას 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. სტაციონარული;
2. თვითმავალი;
3. ერთდოლიანი;
4. მრავალდოლიანი;
5. შიგაწვის ძრავათი;
6. ელექტრო ძრავათი.

ურიკები, რომლებიც იყოფიან:

1. სატრანსპორტო;
2. მორსათრევი;
3. ტყის საჭრელი;
4. ტყის საჭრელ-მორსათრევი;
5. დამხმარე;
6. დამტვირთავი;
7. ნახევრადავტომატური;
8. ავტომატური.

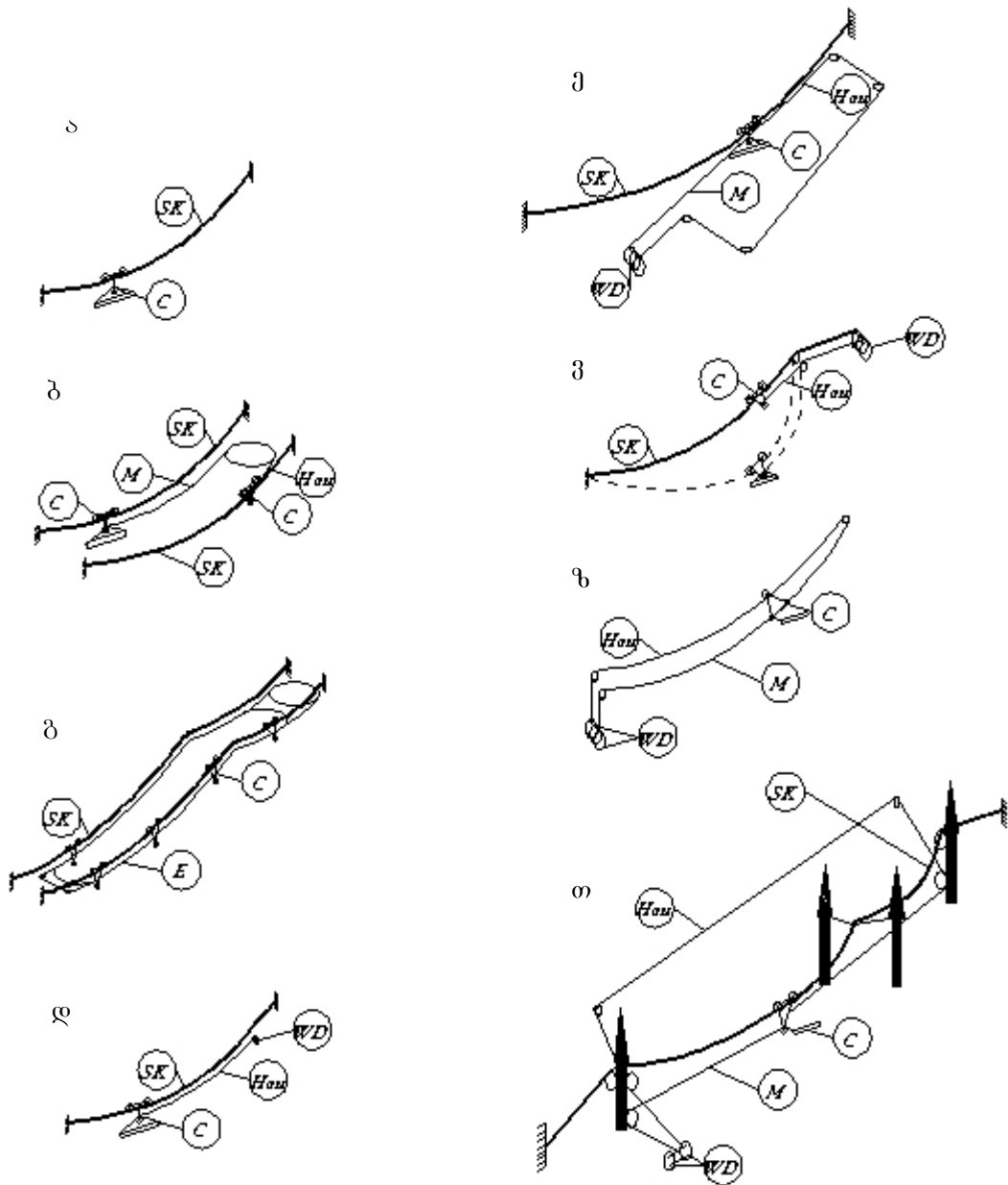
დამხმარე აღჭურვილობა:

1. სამონტაჟო სამუშაოებისათვის;
2. ძირითადი წარმოებისათვის.

არსებობს საბაგრო დანადგარების საერთო თეორიული სქემა (ნახ. 6), რომელიც შეიცავს შემდეგ სისტემებს:

- 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 ნახევრადლაკიდებული სისტემა;
- კაბელ-ამწე.



ნახ. 6. საბაგრო სისტემების თეორიული სქემები:

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

#### 1.4. მზიდი ბაგირის გაანგარიშება ჩაკიდულობის დიდი ისრებით

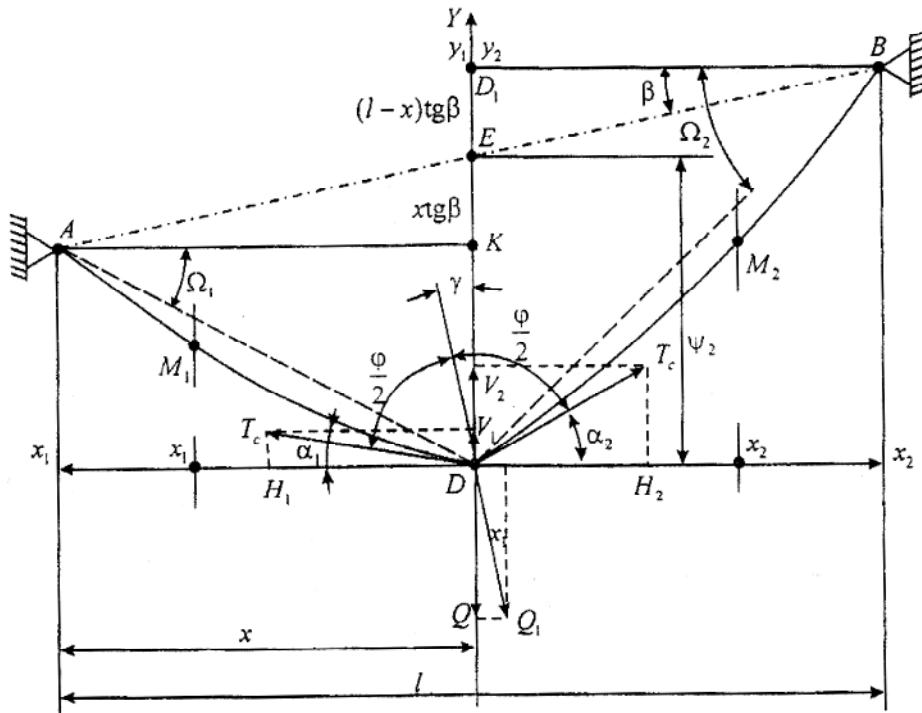
მორსათრევე-თვითმტვირთავი დანადგარის KΠY-2-ის მზიდი ბაგირი, მუშაობს კაბელ ამწეების მზიდი ბაგირების მსგავსად, ასევე – BTY-3, TΠY-7, TΠY-M და სხვა საბაგირო დანადგარების ა. BTY-3, TΠY-7 კაბელური ამწეების ბაგირები გამოიყენება მათზე ურიკების გრძივი გადაადგილებისათვის, ხოლო KΠΠY დანადგარისათვის მზიდი ბაგირი - ფერდობზე მერქნის მორთრევის დროს დაბლა დასაშვებად, რაც მიიღწევა მზიდი ბაგირის სიგრძის ცვლილებით. ამ საბაგირო დანადგარებში მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისარი იცვლება ფართო ზღვრებში 5 -დან 25% -მდე, მაშინ როცა სხვა ტიპის დანადგარებში, რომლებშიც მზიდი ბაგირის ბოლოები ჩამაგრებულია უძრავად, ეს ზღვრები შეადგენს 3-5% ( $f/l = 0,03 - 0,05$ ) [12-39].

ამრიგად, KΠY-2 დანადგარის მუშაობის დროს მზიდი ბაგირი ძლიერად ჩაკიდება დატვირთული ურიკის ქვეშ, რაც არ იძლევა საშუალებას გამოვიყენოთ გაანგარიშებისათვის ჩვეულებრივი ფორმულები, რომლებიც გამოყვანილია მცირე ჩაკიდულობებისათვის.

ფორმულების გამოყენების ზღვარი გამოყვანილი დრეკადი ძაფებისათვის მცირე ისრებით, ბაგირებთან ჩაკიდულობის დიდი ისრებით დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე: დატვირთვის ხასიათზე და სიდიდეზე, მასალის და მუშაობის პირობებზე, აგრეთვე მოთხოვნილი ანგარიშების სიზუსტეზე.

ჩვეულებრივად განმსაზღვრელ ნიშნად, რომლის მიხედვითაც განასხვავებენ ძაფებს მცირე და დიდი ისრებით, წარმოადგენენ შემდეგს: თუ ჩაკიდულობის მრუდის განტოლება ანგარიშის დროს მნიშვნელოვანი ცდომილებების გარეშე შეიძლება შეიცვალოს პარაბოლათი, მაშინ თვლიან, რომ ამ ძაფს აქვს ჩაკიდულობის მცირე ისარი. თუ ასეთი შეცვლა შეუძლებელია და ანგარიში უნდა ვაწარმოოთ ჯაჭვური ხაზის მიხედვით, მაშინ თვლიან რომ ძაფს აქვს დიდი ჩაკიდულობის ისარი.

მზიდი ბაგირისათვის დიდი ჩაკიდულობის ისრით, როგორც წინიანი მოქნილი ძაფისათვის, დატვირთული ჩაწერტებული ძალით,



ნახ. 7. ბაგირის ჩაკიდულობა ორი ურთიერთგადასკვეთი პარაბოლათი

ჯაჭვური ხაზის განტოლების გამოყენებით. მიღებული ამოხსნა – გადაწყვეტილება წარმოადგენს უფრო ზუსტს და შეიძლება გამოყენებული იყოს კრიტერიუმად მიახლოებითი მეთოდებით ანგარიშის შეფასების დროს. ასე მაგალითად, პარაბოლის მეთოდით ანგარიშის ჩატარების დროს ადვილად დავრწმუნდებით, რომ ცდომილების სიდიდე განხილვადი შემთხვევისათვის ძალიან მნიშვნელოვანია. ნამდვილად პარაბოლის მეთოდის მიხედვით ძავის დაჭიმულობის სიდიდე  $A$  საყრდენთან შეიძლება გაანგარიშდეს ცნობილი ფორმულით:

$$T_A^n = \sqrt{H^2 + V_A^2}, \quad (1)$$

სადაც

$$H = \frac{ql}{8 \cos \beta f} + \frac{Ql}{\Delta f}; \quad (2)$$

$$V = \frac{ql}{2 \cos \beta} + \frac{Q}{2} - H \operatorname{tg} \beta. \quad (3)$$

მიღებულ ფორმულაში საწყისი მონაცემების შეტანით ვპოულობთ დაჭიმულობას  $A$  საყრდენთან

$$T_A = 1359 \text{ კგ.}$$

ზუსტი მეთოდითა და მიახლოებითი მეთოდით მიღებულ შედეგებს შორის განსხვავება შეადგენს:

$$\frac{T_A - T'_A}{T_A} 100\% = \frac{1881 - 1359}{1881} 100\% = 27,8\% . \quad (4)$$

ამრიგად, მოქნილი ძაფის დიდი ისრით პარაბოლის მეთოდით ანგარიშის დროს იძლევა ცდომილებას, რომელიც გამოდის დასაშვები ზღვრებიდან. ამასთან ცნობილია, რომ ჩაკიდულობის მცირე ისრებისა და თანაბრადგანაწილებული დატვირთვის დროს ასეთი შეცვლა არ იწვევს დიდ ცდომილებას.

ამის გათვალისწინებით, დრეკადი ძაფი დიდი ისრით, დატვირთული ჩაწერტებული ძალით, შეიძლება განვიხილოთ როგორც ორი გადამკვეთი პარაბოლა  $AD$  და  $DB$  მცირე ისრებით, დატვირთული მხოლოდ თანაბრად განაწილებული ტვირთით (ნახ. 7).

მოხერხებულობისათვის განვიხილოთ კოორდინატების დასაწყისი ჩაწერტებული ტვირთის მოდების წერტილში, მაშინ  $AD$  პარაბოლის ნებისმიერი წერტილის ორდინატა  $M_1$  შეიძლება გამოვსახოთ განტოლებით

$$y_1 = x_1 \cdot tg\Omega_1 - fx_1, \quad (5)$$

სადაც  $x_1 - M_1$  წერტილის აბსცისა;

$\Omega - AD$  ქორდის დახრის კუთხე პორიზონტალთან;

$fx_1 - M_1$  წერტილში ჩაკიდულობის ისარი.

ჩაკიდულობის ისარი  $D$  წერტილიდან  $x_1$  მანძილზე პარაბოლის მეთოდით ტოლია

$$fx_1 = \frac{x_1(x - x_1)}{2H} \left( \frac{q}{\cos\Omega_1} \right) = \frac{qx_1(x - x_1)}{2H \cos\Omega_1}, \quad (6)$$

სადაც  $x - A$  საყრდენთან  $M_1$  წერტილამდე მანძილი.

$\Delta AKD$ -დან ვპოულობთ

$$tg\Omega_1 = \frac{f - xtg\beta}{x}, \quad (7)$$

სადაც  $f$  - ჩაკიდულობის ისარი ჩაწერტებული ტვირთის მოდების წერტილში.

მაშინ

$$y = \frac{f - xtg\beta}{x} x_1 - \frac{qx_1(x - x_1)}{2H \cos\Omega_1}. \quad (8)$$

პირველი წარმოებული  $\frac{dy_1}{dx_1}$  წარმოადგენს მხების დახრის კუთხის

ტანგენსს  $AC$  პარაბოლის ნებისმიერ  $x_1$  წერტილში

$$y'_1 = \frac{f - xtg\beta}{x} - \frac{q(x - 2x_1)}{2H_1 \cos\Omega_1}, \quad (9)$$

სადაც  $H_1 - AD$  მრუდისათვის განბჯენის სიდიდე;

$x_1 = 0$  – სათვის, ე.ი. ჩაწერტებული ძალის მოდების წერტილში, კუთხე დაჭიმულობის მიმართულებასა და  $D$  წერტილიდან მარცხნივ ჰორიზონტალთან, შეადგენს:

$$tg\alpha_1 = \frac{f - xtg\beta}{x} - \frac{qx}{2H_1 \cos\Omega_1}. \quad (10)$$

$DB$  პარაბოლის ნებისმიერი  $M_2$  წერტილის ორდინატა (ნახ. 7)

შეიძლება გამოვსახოთ განტოლებით:

$$y_2 = x_2 \cdot tg\Omega_2 - fx_2, \quad (11)$$

სადაც  $x_2 - M_2$  წერტილის აბსცისა, კოორდინატების დასაწყისის  $D$  წერტილში განლაგების დროს;

$\Omega - DB$  ქორდის დახრის კუთხე ჰორიზონტალთან;

$fx_2$  – ჩაკიდულობის ისარი  $M_2$  წერტილში.

(6) ფორმულის ანალოგიურად

$$f_{x_2} = \frac{x_2[(l-x) - x_2]}{2H} \cdot \frac{q}{\cos\Omega_2}. \quad (12)$$

$\Delta BDD_1$ -დან ვპოულობთ, რომ

$$tg\Omega_2 = \frac{f + (l-x)tg\beta}{l-x}, \quad (13)$$

მაშინ

$$y_2 = \frac{f + (l-x)tg\beta}{l-x} x_2 - \frac{qx_2[(l-x)x_2]}{2H_1 \cos\Omega_2}. \quad (14)$$

პირველი წარმოებული

$$y'_2 = \frac{f + (l-x)tg\beta}{l-x} - \frac{q[(l-x) - 2x_2]}{2H \cos\Omega_2}. \quad (15)$$



$x_2 = 0$  – სათვის კუთხე დაჭიმულობის მიმართულებასა და ჰორიზონტალს შორის  $D$  წერტილიდან შეადგენს

$$\operatorname{tg}\alpha_2 = \frac{f + (l-x)\operatorname{tg}\beta}{l-x} - \frac{q(l-x)}{2H_2 \cos\Omega_2}, \quad (16)$$

სადაც  $H_2 - DB$  მრუდისათვის განხჯენის სიდიდე.

$\cos\Omega_1$  და  $\cos\Omega_2$  შევცვლით შესაბამისი კუთხეების ტანგენსებით, მივიღებთ:

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{f - x\operatorname{tg}\beta}{x} - \frac{qx}{2H_1} \sqrt{1 + \left(\frac{f - x\operatorname{tg}\beta}{x}\right)^2}, \quad (17)$$

$$\operatorname{tg}\alpha_2 = \frac{f + (l-x)\operatorname{tg}\beta}{l-x} - \frac{q(l-x)}{2H_2} \sqrt{1 + \left[\frac{f + (l-x)\operatorname{tg}\beta}{l-x}\right]^2}. \quad (18)$$

ნახ. 7-ის გამოყენებით, ვპოულობთ

$$\begin{aligned} H_1 &= T_D \cos\alpha_1, \\ H_2 &= T_D \cos\alpha_2, \end{aligned} \quad (19)$$

სადაც  $T_D$  – ბაგირის დაჭიმულობის სიდიდე ჩაწერტებული ძალის მიყენების წერტილში.

დამოკიდებულების (19) კუთხეების კოსინუსები გამოვსახოთ მათი ტანგენსებით და შევიტა ნოთ  $\operatorname{tg}\alpha_1$  და  $\operatorname{tg}\alpha_2$  განტოლებებიდან (17) და (18), მივიღებთ

$$H_1 = \frac{T_D}{\sqrt{1 + \left[ \frac{f - x\operatorname{tg}\beta}{x} - \frac{qx}{2H_1} \sqrt{1 + \left(\frac{f - x\operatorname{tg}\beta}{x}\right)^2} \right]^2}}, \quad (20)$$

$$H_2 = \frac{T_D}{\sqrt{1 + \left\{ \frac{f + (l-x)\operatorname{tg}\beta}{l-x} - \frac{q(l-x)}{2H_2} \sqrt{1 + \frac{[f + (l-x)\operatorname{tg}\beta]^2}{(l-x)^2}} \right\}^2}}. \quad (21)$$

აღგებრული გარდაქმნებისა და ორმაგი რადიკალებისაგან განთავისუფლების შემდეგ დამოკიდებულებები (20) და (21) მიიღებენ შემდეგ სახეს

$$H_1^2 = H_1 \frac{q(f - x\operatorname{tg}\beta)}{\sqrt{1 + \left(\frac{f - x\operatorname{tg}\beta}{x}\right)^2}} - \left[ \frac{T_D^2}{1 + \left(\frac{f - x\operatorname{tg}\beta}{x}\right)^2} - \frac{q^2 x^2}{4} \right] = 0, \quad (22)$$

$$H_2^2 = H_2 \frac{q[f + (l-x)tg\beta]}{\sqrt{1 + \left(\frac{f + (l-x)tg\beta}{l-x}\right)^2}} - \left\{ \frac{T_D^2}{1 + \left(\frac{f + (l-x)tg\beta}{l-x}\right)^2} - \frac{q^2(l-x)^2}{4} \right\} = 0. \quad (23)$$

შეცვლისა და ჩასმების შემდეგ, საბოლოო სახით მივიღებთ:

$$T_D = \frac{\frac{qx}{Q + 2\sqrt{1 + \left(\frac{f - xtg\beta}{x}\right)^2}} + \frac{q(l-x)}{2\sqrt{1 + \left(\frac{f + (l-x)tg\beta}{(l-x)}\right)^2}}}{\frac{f + (l-x)tg\beta}{l-x\sqrt{1 + \left(\frac{f + (l-x)tg\beta}{(l-x)}\right)^2}} + \frac{f - xtg\beta}{x\sqrt{1 + \left(\frac{f - xtg\beta}{x}\right)^2}}}. \quad (24)$$

სადაც  $T_D$  - ბაგირის დაჭიმულობა ჩაწერტებული ძალის მოდების წერტილში.

მოხერხებულობისთვის აღვნიშნოთ, რომ

$$\frac{f + (l-x)tg\beta}{x} = A, \quad (25)$$

$$\frac{f - xtg\beta}{x} = B. \quad (26)$$

(24) გამოსახულება ჩავწერთ შემდეგნაირად

$$T_D = \frac{2Q\sqrt{(1+A^2)(1+B^2)} + \frac{qx}{2}\sqrt{1+A^2} + \frac{q(l-x)}{2}\sqrt{1+B^2}}{2(A\sqrt{1+B^2} + B\sqrt{1+A^2})}. \quad (27)$$

ძალის შუა ნაწილისათვის დაჭიმულობის სიდიდე ძალის მოდების წერტილში შეადგენს:

$$T_{1/2} = \frac{4Q\sqrt{(1+A_1^2)(1+B_1^2)} + ql(\sqrt{1+A_1^2} + \sqrt{1+B_1^2})}{4(A_1\sqrt{1+B_1^2} - B_1\sqrt{1+A_1^2})}, \quad (28)$$

სადაც

$$A_1 = 2\frac{f}{t} + tg\beta, \quad (29)$$

$$B_1 = 2\frac{f}{t} - tg\beta. \quad (30)$$

## 1.5. საწვევ-მზიდი ბაგირის ანგარიში

საწვევ-მზიდი ბაგირი (სმბ) მთლიანობაში თვითმავალი ჯალამბრით წარმოადგენს მობილურ საბაგირო დანადგარს მთიანი ტყესაკაფებიდან ხეების მორთრევისა და ტრანსპორტირებისათვის. საწვევ-მზიდი ბაგირი – ეს არის ჩაკეტილი მარყუჟი, გამავალი სათავო და საწვევი ანძების ბლოკებში, რომელიც მაგრდება თვითმავალი ჯალამბრის დოლებზე ან ბაგირმიწოდებელ შკივზე. სმბ -ზე იკიდება მორსათრევი ან სატრანსპორტო ურიკები, რომელთა დახმარებით ხორციელდება მერქნის გადაადგილება ტყის ჭრის ადგილიდან დასატვირთ მოედნამდე. ამასთან, ის ასრულებს მზიდისა და საწვევი ბაგირის როლს, უკუსვლის ბაგირების, რის საშუალებითაც 2 -3-ჯერ შეიძლება შემცირდეს ბაგირების მოთხოვნილება, სამონტაჟო და დესამონტაჟო სამუშაოები 10-12-ჯერ [30-39].

ЛЛ-20 საბაგირო დანადგარი აღჭურვილია საწვევ-მზიდი ბაგირით.

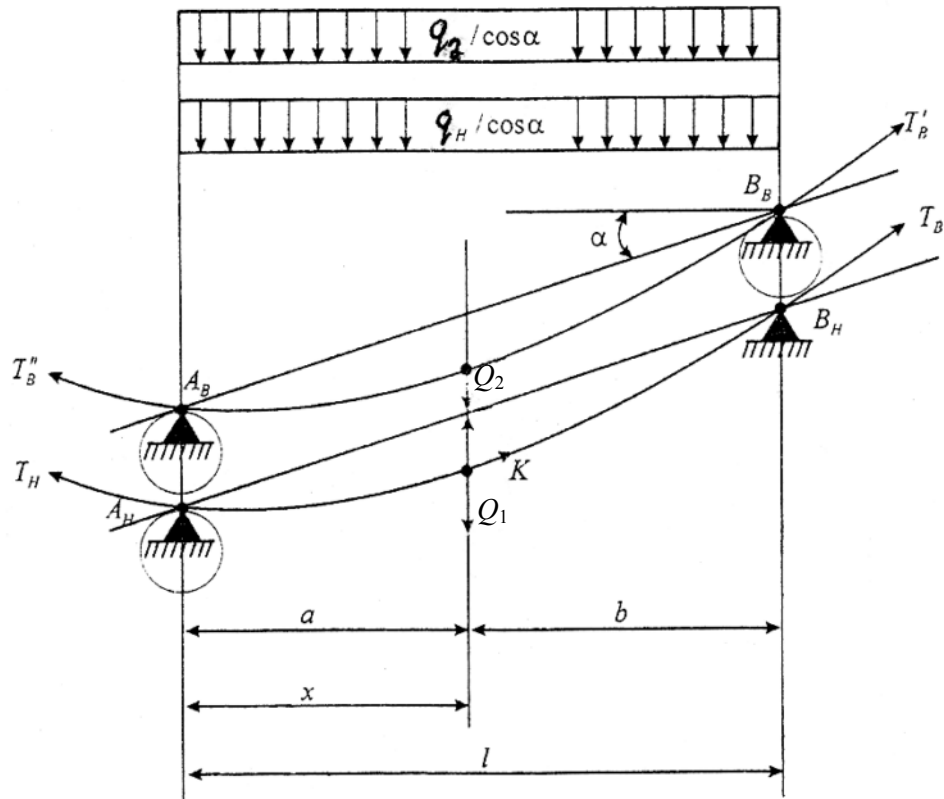
დანადგარი მუშაობს „დადმართზე“, ხოლო თვითმავალი ჯალამბარი განლაგებულია ფერდობის საფეხურებთან. ხის სმბ -ით დაკიდებული ტრანსპორტირების დროს ჩაკიდულობის ისარი არ არის დიდი და თანაფარდობა მაღლის სიგრძესთან იმყოფება ზღვრებში

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{20} \div \frac{1}{10}, \quad (31)$$

სადაც  $f$  – სმბ-ის ჩაკიდულობის ისარი, მ;  $l$  – საბაგირო დანადგარის მაღლის ქორდის სიგრძე.

სმბ-ში აღძრული ძალების განსაზღვრისათვის ვისარგებლოთ მზიდი ბაგირის გაანგარიშების მეთოდით ჩაკიდულობის მცირე ისრებით. სმბ -ის ზედა და ქვედა შტოებისათვის შევადგინოთ დეფორმაციების განტოლებები: განტოლებები ზედა და ქვედა შტოების 2 ურთიერთქმედების ძალებისა და სტატისტიკის განტოლებები; მივიღებთ განტოლებათა სისტემას, რომელიც უზრუნველყოფს განსაზღვროთ აუცილებელი პარამეტრები ტვირთის დამყარებული მოძრაობის დროს. განტოლებების გამოყვანისათვის ვღებთ საანგარიშო სქემას (ნახ. 8), ამასთან ვღებულობთ ყველა დაშვებას დრეკადი ძაფის საანგარიშოდ მცირე ისრებით, გარდა ამისა, სმბ -ის შტოები

განლაგებულია პარალელურად, ხოლო მათი საყრდენე ბი იმყოფებიან სხვადასხვა დონეზე.



ნახ. 8. საწვე-მზიდი ბაგირის საანგარიშო სქემა ტვირთის დაკიდული ტრანსპორტირების დროს

დეფორმაციის განტოლება ბაგირების ზედა და ქვედა შტოებისათვის დაკიდულ მდგომარეობაში ტრანსპორტირების დროს ჩაიწერება შემდეგი სახით

$$T_2^3 + T_2^2 \left( \frac{EF \cos^2 \alpha}{2T_1^2 l} \int Q_1^2 dx - T_1 \right) - \frac{EF \cos^2 \alpha}{2l} \int R_2^2 dx = 0, \quad (32)$$

$$T_2^3 + T_2^2 \left[ \frac{EF \cos^2 \alpha}{2a} \left( \frac{1}{T_0^2} \int Q_0^2 dx - \frac{1}{T_1^2} \int Q_{1(B)} dx \right) \right] + \frac{1}{a} (T_1 b - T_0 a) - \frac{EF \cos^2 \alpha}{2a} \int Q_{1(H)}^2 dx = 0, \quad (33)$$

სადაც  $T_0$  – ბაგირების დაჭიმულობა საკუთარი წონიდან „გ“, კნ;

$T_1$  – ბაგირების დაჭიმულობა საკუთარი წონით და ტვირთით  $P$ , კნ;

$T_2$  – დაჭიმულობა  $g$ -დან,  $P$ -დან და  $K$ -ძალიდან, კნ;

$E$  – დრეკადობის მოდული;

- $F$  – ბაგირის კვეთის ფართობი, მ<sup>2</sup>;  
 $Q$  – ტრანსპორტირებადი ტვირთის მასის ვერტიკალური მდგენელი, კგ;  
 $K$  – ჯალამბრის მუშა დოლის წვევის ძალა, კნ;  
 $X$  – მიმდინარე ორდინატა, მ;  
 $f_x$  – სმბ-ის ჩაკიდულობის ისარი ნებისმიერ წერტილში, მ;  
 $\alpha$  – ძალის ქორდის დახრის კუთხე, გრადუსი;  
 $a$  – სათავო ანძიდან ტვირთამდე მანძილი, მ;  
 $b$  – საზურგე ანძიდან ტვირთამდე მანძილი, მ;  
 $g$  – 1 კგ მ ბაგირის თანაბრად განაწილებილი დატვირთვა, კგ.

(32) და (33) განტოლებებში უცნობ სიდიდეებს წარმოადგენენ  $T_1$  და  $T_2$ , ამ განტოლებების ამოხსნა წარმოადგენს განსაზღვრულ სირთულეს, ამიტომ სიმარტივისათვის შემოვიტანოთ სტატიკის ორი განტოლება და ბაგირის შტოების ძალების ურთიერთქმედების განტოლება.

ნახ. 8-დან ჩავწერთ:

$$T_1 = \frac{M_b}{f_x} = \frac{x(l-x)}{2f_x \cos \alpha} \left( \frac{g}{\cos \alpha} + \frac{2P_B}{l} \right), \quad (34)$$

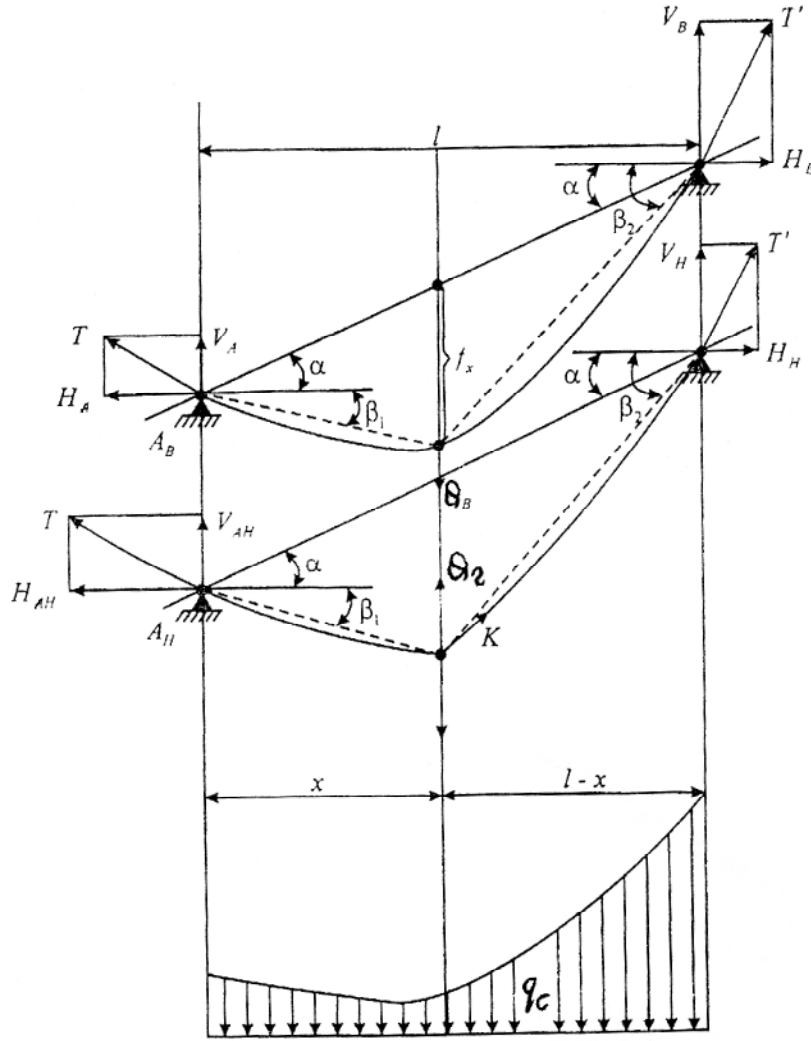
$$T_2 = \frac{x(l-x)}{2f_x \cos \alpha} \left( \frac{g}{\cos \alpha} + \frac{2(P-P_B)}{l} + \frac{2K \cdot f_x \cos \alpha \cdot \eta_b}{l(l-x)} \right), \quad (35)$$

$$P_B = \frac{(Px - Kf_x \cos \alpha)\eta_b}{x(1+\eta_b)}, \quad (36)$$

სადაც  $M_b$  – ბლოკური მომენტი;

$\eta_b$  – ბლოკის მ.ქ.კ.

(32), (33), (34), (35), (36) განტოლებების სისტემის ამოხსნით შეიძლება განისაზღვროს ძალები, რომლებიც აღიძვრებიან ჩაკეტილი საწვე-მზიდი ბაგირის ზედა და ქვედა შტოებს შორის დაკიდებული ტვირთის დამყარებული მოძრაობის დროს ზედა საყრდენიდან ქვედა საყრდენამდე, საბაგირო დანადგარის ტვირთამწეობა, ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის ნებისმიერ ჭრილში, ე.ი. ტვირთის მოძრაობის ტრაექტორია.



ნახ. 9. საწვე-მზიდი ბაგირის საანგარიშო სქემა ტვირთის ნახევრადდაკიდული ტრანსპორტირების დროს

განვიხილოთ ტვირთის ტრანსპორტირების შემთხვევა საწვე-მზიდ ბაგირზე. სმზის პარამეტრების გაანგარიშების დროს ნახევრადდაკიდული ტვირთით ვღებულობთ ყველა წინ მიღებულ დაშვებებს, მაგრამ ანგარიშის განმასხვავებელ თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ ამ შემთხვევაში ბაგირები ზედა საყრდენთან მუშაობენ მცირე ჩაკიდულობის ისრებით, ხოლო ტვირთის გადაადგილების დროს შუა და ქვედა საყრდენებთან ბაგირები მუშაობენ დიდი ჩაკიდულობის ისრებით, სადაც მცირე ჩაკიდულობის ისრებით გაანგარიშების მეთოდით იძლევა დიდ ცდომილებას. მაინც ეს მეთოდით მისაღებია, თუ ბაგირის საკუთარი წონით „გ“ განაწილებულ დატვირთვას სწორად აღვრიცხავთ. ამასთან დაკავშირებით შემოთავაზებულია: პირველ რიგში

ინტეგრალში  $\int Q^2 dx$  სმბ-ის შტოე ბის დეფორმაციების განტოლებები, ჯაჭვურ ხაზზე შევიტანით კორექტირებული „ გ“ დატვირთვა, ხოლო საყრდენი დატვირთვისაგან განვსაზღვროთ პარაბოლის განტოლებით:  $Y = ax^2 + e$ , სადაც  $a$  და  $e$ -კოეფიციენტები ჯაჭვური ხაზისაგან მიღებულია უმცირესი კვადრატების მეთოდით. მეორე რიგში დრეკადი ძაფის სტატიკის განტოლებების შედგენის დროს, განვიხილავთ, როგორც ორ გადამკვეთ პარაბოლას. ნახ. 9 -ზე მოყვანილია სმბ -ს საანგარიშო სქემა ტვირთის ნახევრადდატვირთულ მდგომარეობაში ტრანსპორტირების დროს.

ჩავწეროთ ზედა და ქვედა შტოების დეფორმაციის განტოლებები:

$$H_1^3 + H_1^2 \left( \frac{\cos \beta_1}{EF \cos^2 \alpha} - \frac{H_0 \cos \beta_1}{\cos \alpha} - \frac{x}{lEF \cos \alpha} - \frac{\cos \beta_1}{EF \cos \alpha \cos \beta_2} + \frac{x \cos \beta_1}{lEF \cos \alpha \cos \beta_2} + \frac{\cos^3 \alpha \cos \beta_1}{2H_0 lEF \cos \alpha} \int Q_0^2 dx \right) - \frac{\cos^4 \beta_1}{2lEF \cos \alpha} \int^{(e)x} Q_0^2 dx - \frac{\cos \beta_2 \cos \beta_1}{2lEF \cos \alpha} \int^{(e)(l-x)} Q_1^2 dx = 0, \quad (37)$$

$$H_2^3 + H_2^2 \left( \frac{l \cos \beta_1}{xEF \cos^2 \alpha} + \frac{\cos^2 \alpha \cos \beta_1}{2H_0^2 xEF} \int Q_0^2 dx + \frac{H_1 l \cos \beta_1}{x \cos \beta_2} - \frac{H_1 l \cos \beta_1}{\cos \beta_2} - \frac{H_0 l \cos \beta_1}{x \cos \alpha} - \frac{1}{EF \cos \alpha} - \frac{l \cos \beta_1}{xEF \cos \alpha \cos \beta_2} + \frac{\cos \beta_1}{\cos \beta_2 EF \cos \alpha} - \frac{\cos^3 \beta_2 \cos \beta_1}{2H_1^2 xEF \cos \alpha} \int^{(H)(l-x)} Q_1^2 dx \right) - \frac{\cos^4 \beta_1}{2xEF \cos \alpha} \int^{(H)x} Q_0^2 dx = 0. \quad (38)$$

(37) და (38) განტოლებებში უცნობ სიდიდეებს წარმოადგენენ  $H_1$  და  $H_2$ , მათი ამოხსნის გასაადვილებლად შემოვიტანოთ სტატიკის ორი განტოლება, საწვევ-მზიდი ბაგირის შტოების ურთიერთქმედების ძალის განტოლება. ნახ. 8-დან ზედა შტოსათვის:

$$x \left[ \frac{qx}{\cos \beta_1} \left( l - x + \frac{x}{2} \right) + \frac{q(l-x)}{\cos \beta_2} \left( \frac{l-x}{2} \right) + P_B \frac{l-x}{l} \right] - \frac{qx}{\cos \beta_1} \cdot \frac{x}{2} - H_1^{(B)} (fx - xtga) = 0, \quad (39)$$

ქვედა შტოსათვის

$$x \left[ \frac{qx}{\cos \beta_1} \left( l - x + \frac{x}{2} \right) + \frac{q(l-x)}{\cos \beta_2} \left( \frac{l-x}{2} \right) + (P - P_B) \frac{l-x}{l} - Kfx \cos \alpha \right] - \frac{qx}{\cos \beta_1} \cdot \frac{x}{2} - H_1^{(B)} (fx - xtg\alpha) = 0, \quad (40)$$

$$P_B = \frac{(Px - K \cdot fx \cos \alpha) \eta_6}{x(1 + \eta_6)}, \quad (41)$$

$$H_1^{(H)} = H_1^{(B)} + K \cos \alpha, \quad (42)$$

სადაც  $H_0 - T$ -ს ჰორიზონტალური მდგენელი ბაგირის საკუთარი

წონიდან  $q$ ;

$H_1 - T$ -ს ჰორიზონტალური მდგენელი ბაგირის საკუთარი  $q$  და ტვირთის წონებიდან  $P$ ;

$H_2 - T$ -ს ჰორიზონტალური მდგენელი ბაგირის საკუთარი წონისაგან  $q$ , ტვირთის წონიდან  $P$  და და წვევის ძალისაგან  $K$ .

მიღებული განტოლებათა სისტემა (37), (38), (39), (40), (41), (42)

საშუალებას გვაძლევს ჩავატაროთ საწვევ -მზიდი ბაგირის გაანგარიშება

ჩაკიდულობის ისრების ძალის სიგრძესთან შემდეგი  $\frac{fx}{l} = \frac{1}{20} \div \frac{1}{4}$

თანაფარდობის დროს ბაგირის დეფორმაციისა და ტვირთის

ნახევრადდაკიდული ტრანსპორტირების დროს, ბაგირის საკუთარი

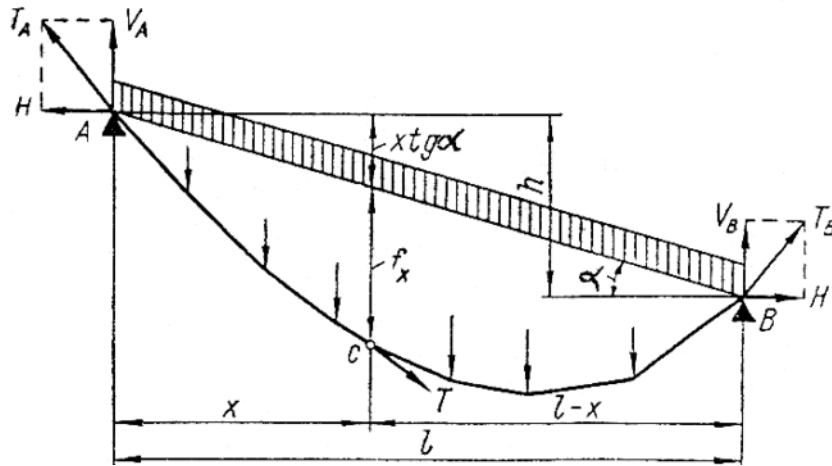
წონის კორექტირებული დატვირთვის გათვალისწინებით.

### 1.6. საბაგირო მორსათრევი დანადგარის მზიდი ბაგირის საანგარიშო კუბური განტოლება

საანგარიშო სქემის (ნახ. 10 ) აღნიშვნების მიხედვით ვპოულობთ ბაგირის საყრდენების ვერტიკალური რეაქციების გამოსახულებებს  $V_A$  და  $V_B$ . თუ აღვნიშნავთ  $M_B^{\circ 3}$  და  $M_A^{\circ 3}$  მომენტებს ვერტიკალური დატვირთვებისაგან  $B$  და  $A$  საყრდენების მიმართ, მაშინ ბაგირის წონასწორობის პირობიდან გამომდინარე შეიძლება ჩაიწეროს

$$\begin{aligned} \sum M_A = 0; \quad M_A^{\circ 3} - V_B l - Hh = 0; \quad \sum M_B = 0; \\ -M_B^{\circ 3} + V_A l - Hh = 0, \end{aligned} \quad (43)$$





ნახ. 10. ბაგირის დატვირთვის სქემა

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

$$V = V^{\delta} \pm Htg\alpha, \quad (44)$$

სადაც  $V$  – ბაგირის რეაქცია;

$V^{\delta}$  – ორ საყრდენზე კოჭის რეაქცია, რომელიც დატვირთულია ბაგირის მსგავსად, ამასთან (+) შეესაბამება მაღის ზედა, ხოლო (-) – ქვედა საყრდენს [30, 39].

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

$$\sum M_C = 0; \quad V_A x - H(f_x + xtg\alpha) - M_A^{\delta 3} = 0,$$

სადაც  $M_B^{\delta 3}$  –  $AC$  მონაკვეთზე ყველა ძალების მომენტი  $C$  წერტილის მიმართ.

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

$$f_x = \frac{V_A x - M_c^{\delta 3}}{H} = \frac{M_x}{H}, \quad (45)$$

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.

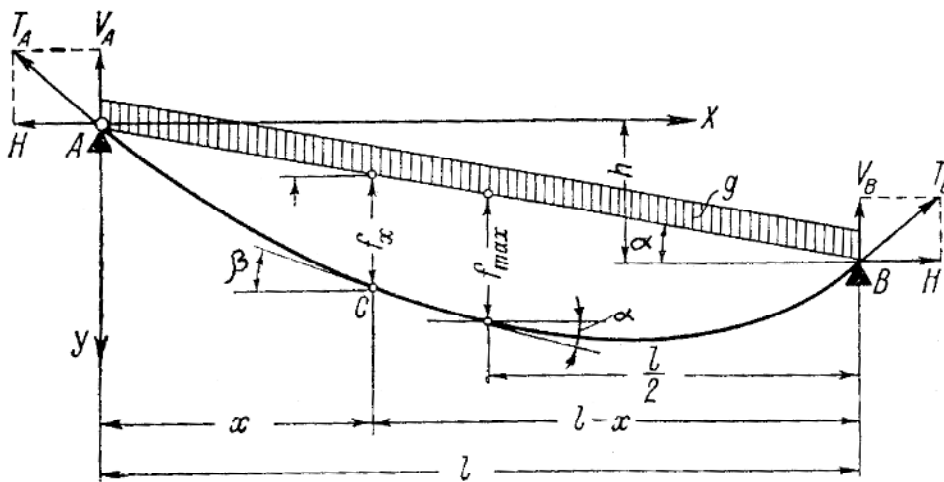
(45) გამოსახულებიდან შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

- 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 ფორმულა, ცხრილები და მეთოდები, რომლებიც ეკუთვნის ორ საყრდენზე კოჭის მღუნავი მომენტების სიდიდეების ძიებას.

ბაგირის მრუდის ჩაკიდულობის განტოლება, რომელიც ეკუთვნის კოორდინატების დასაწყისს ზედა  $A$  საყრდენთან (ნახ. 11), აქვს შემდეგი სახე

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



ნახ. 11. ბაგირის ჩაკიდულობის მრუდი პარაბოლას მიხედვით

საიდანაც მრუდთან მხების დახრის კუთხე ჰორიზონტალთან ტოლი იქნება

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{H} \frac{dM_x}{dx} = \operatorname{tg} \alpha + \frac{V_x}{H}, \quad (46)$$

სადაც  $V_0$  – ორ საყრდენზე კოჭის გადამჭრელი ძალა.

ბაგირის ჩაკიდულობებსა და კოჭის მღუნავ მომენტებს შორის მიღებული ანალოგია (45) გამოვიყენოთ ბაგირის საერთო მდგომარეობის კუბურ ტოლობაში და გვექნება

$$\frac{8 f_0^2 \cos^3 \alpha}{3 l} = \frac{1}{2T^2 \cos^2 \alpha} \int_0^l Q_1^2 dx - \frac{(T-T_0)l}{E_k F \cos \alpha}, \quad (47)$$

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

$$f_0 = \frac{qx(l-x)}{2H \cos \alpha}, \quad (48)$$

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

$$f_{0(\max)} = f_{l/2} = \frac{ql^2}{8H \cos \alpha}, \quad (49)$$

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

$$f_0 = \frac{ql^2}{8T_0 \cos^2 \alpha}. \quad (50)$$

(47) ტოლობის მარცხენა ნაწილში  $f_0$ -ის მისი მნიშვნელობით შეცვლით ფორმულიდან (50) და შესაბამისი გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ

$$T_0^3 - T_0^2 \left( T_0 - \frac{E_k F}{L_0} \frac{q^2 l^3}{24 \cos \alpha T_0^2} \right) = \frac{E_k F}{L_0} \frac{1}{8} \left( \frac{q^2 l^2}{3 \cos \alpha} + Q^2 \cos \alpha + Qql \right). \quad (51)$$

ფორმულაში (51)  $L_0$ -ის მნიშვნელობის შეტანით გვექნება

$$T_0^3 - T_0^2 \left( T_0 - \frac{E_k F \cos \alpha}{T_0^2 l} \frac{q^2 l^3}{24 \cos \alpha} \right) = \frac{E_k F \cos \alpha}{l} \frac{1}{8} \left( \frac{q^2 l^2}{3 \cos \alpha} + Q^2 \cos \alpha + Qql \right). \quad (52)$$

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

სამონტაჟო დაჭიმულობის სატვირთო ფაქტორი იანგარიშება დატვირთვის სახის მიხედვით (ნახ. 12, I შემთხვევა)

$$A_0 = \frac{G^2 l}{24}, \quad A_0 = \frac{G^2 l}{24} \cos \alpha, \quad (53)$$

სადაც  $G$  – ბაგირის წონა მალში

$$G = \frac{ql}{\cos \alpha}, \quad (54)$$

მაშინ

$$A_0 \frac{q^2 l^2}{24 \cos^2 \alpha} \cos \alpha = \frac{q^2 l^2 l \cos \alpha}{24 \cos^2 \alpha} = \frac{q^2 l^3}{24 \cos \alpha}. \quad (55)$$

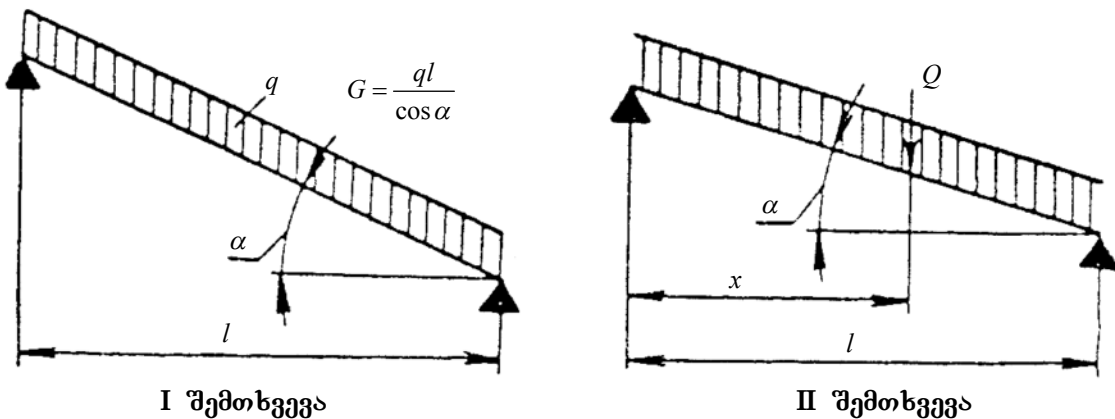
მუშა დაჭიმულობის სატვირთო ფაქტორიც იანგარიშება დატვირთვის სახის მიხედვით (ნახ. 12, II შემთხვევა)

$$A = A_0 + Q(Q + G) \frac{x(l-x)}{2l} \cos \alpha, \quad (56)$$

სადაც  $Q$  – ტვირთის წონა;

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

მაშინ



ნახ. 12. ბაგირის მდგომარეობის სქემები, სამონტაჟო  $A_0$  და მუშა  $A$  დაჭიმულობების სატვირთო ფაქტორის დასადგენად

$$\begin{aligned} A &= \frac{q^2 l^3}{24 \cos \alpha} + Q \left( Q + \frac{ql}{\cos \alpha} \right) \frac{l \left( l - \frac{l}{2} \right)}{2l} \cos \alpha = \frac{q^2 l^3}{24 \cos \alpha} + \\ &+ Q \left( Q + \frac{ql}{\cos \alpha} \right) \frac{l \cos \alpha}{8} = \frac{q^2 l^3}{24 \cos \alpha} + \frac{Q^2 l \cos \alpha}{8} + \frac{Qql^2}{8} = \\ &= \frac{l}{8} \left( \frac{q^2 l^2}{3 \cos \alpha} + Q^2 \cos \alpha + Qql \right). \end{aligned} \quad (57)$$

ფორმულაში (52)  $A_0$  და  $A$  მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ ბაგირის საერთო მდგომარეობის გამოსახულებას, რომელიც აკავშირებს

ბაგირის დაჭიმულობებს  $T_a$  და  $T_0$ , დატვირთვების ნებისმიერი ცვლილებების დროს

$$T_a^3 - T_a^2 \left[ T_0 - \frac{E_K F \cos \alpha}{l} \frac{A_0}{T_0^2} \right] = \frac{E_K F \cos \alpha}{l} A,$$

$$T_a^3 - T_a^2 T_0 = \frac{E_K F \cos \alpha}{l} A - T_a^2 \frac{E_K F \cos \alpha}{l} \frac{A_0}{T_0^2},$$

და ბოლოს

$$T_a^3 - T_a^2 T_0 = \frac{E_K F \cos \alpha}{l} \left( A_0 - T_a^2 \frac{A_0}{T_0^2} \right). \quad (58)$$

გამოსახულება (58) 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.

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

ბაგირის ჯამური ჩაკიდულობა ტოლია

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

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 მდუნავი მომენტი ჩაწერტებული (თავმოყრილი) დატვირთვების მოქმედებით.

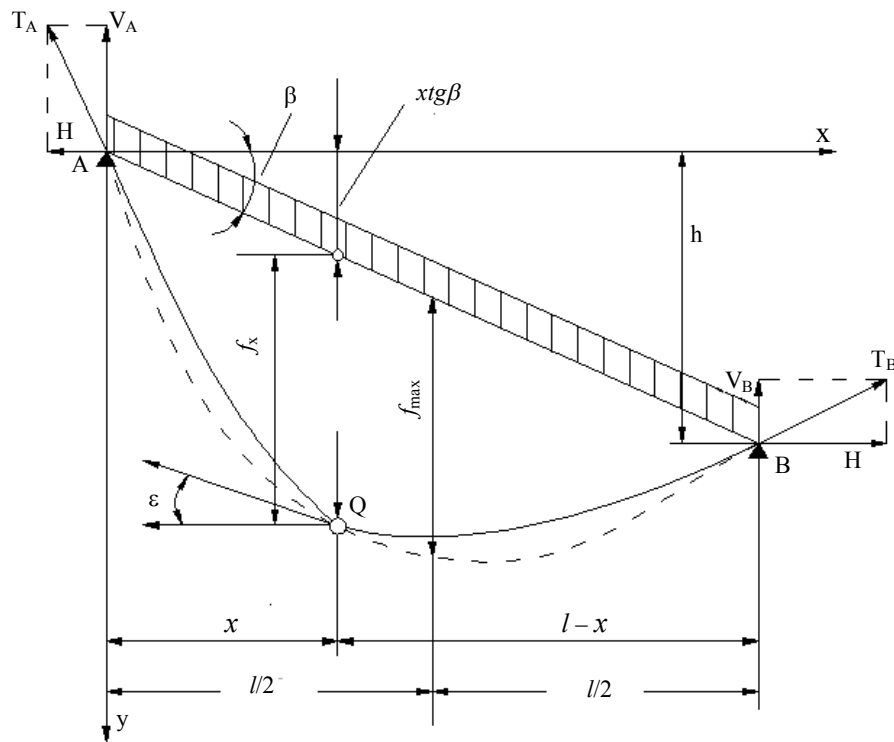
თუ ბაგირის დაჭიმულობა იცვლება დატვირთვების ცვალებადობით (ბაგირი ჩამაგრებული ბოლოებით), მაშინ ჯამური ჩაკიდულობის ანგარიშის დროს  $f''_x$  – ის მნიშვნელობა განისაზღვრება ბაგირის

დაჭიმულობის პორიზონტალური მდგენელით  $-H$ , რომელიც შეესაბამება მორებით დატვირთულ ბაგირს [30, 39].

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

ამ შემთხვევაში (ნახ. 13) ერთი ტვირთით  $Q$  გამოწვეული ჩაკიდულობა მღუნავი მომენტისათვის ტოლი იქნება

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



ნახ. 13. ბაგირის ჩაკიდულობა თავისი საკუთარი წონით და ტვირთით

ჯამური ჩაკიდულობა  $C$  წერტილში ტვირთის ქვეშ  $f_x'$ -ის მნიშვნელობის გათვალისწინებით ტოლობის

$$f_{\max} = f_{l/2} = \frac{ql^2}{8H \cos \beta}$$

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

$$f_{\max} = \frac{0,5l(l-0.5l)}{2H} \left( \frac{q}{\cos \beta} + 2 \frac{Q}{l} \right) = \frac{l^2}{8H} \left( \frac{Q}{\cos \beta} + 2 \frac{Q}{l} \right) =$$

$$= \frac{ql^2}{8H \cos \beta} + \frac{Ql}{4H}. \quad (62)$$

ჩაკიდულობის მრუდი წარმოადგენს ორ გადახვევით პარაბოლას. ტვირთის მოძრაობის ტრაექტორია

$$f_x = \varphi(x)$$

არის პარაბოლა  $H = \text{const}$ -ის დროს (ბაგირი დამჭიმი 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. 13) აიწერება ტოლობით  $y = x \text{tg} \beta + f_x$ .

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

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

ბაგირის დამაგრებული ბოლოებით ტვირთის მოძრაობის ტრაექტორია იქნება უმაღლესი რიგის პარაბოლა, რადგანაც ბაგირის დაჭიმულობა ცვალებადია. მიახლოებით ი ანგარიში სათვის შეიძლება ვისარგებლოთ განტოლებით

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

ამასთან განვივი კოეფიციენტი  $R_0$  ტოლია

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

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

და ტვირთის განლაგების დროს მაღის 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
$\xi^2$ .....	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.

### დასკვნა ლიტერატურის მიმოხილვაზე

სადისერტაციო ნაშრომის ლიტერატურის მიმოხილვაში განხილულია მთავორიანი ტყესაკაფების ათვისებასთან დაკავშირებული საკითხები. გაანალიზებულია აღნიშნულ პირობებში ხე-ტყის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის სირთულე, განპირობებული მეტყვეობის მკაცრი, პირველ რიგში ეკოლოგიური და სხვა მოთხოვნებით. განხილულია ტყესაკაფი სამუშაო პროცესების ტექნოლოგიური სქემები და სპეციალიზებული მორსათრევი მანქანადანადგარები. განსაკუთრებული ყურადღება აქვს დათმობილი განივგადასატანი ბაგირ-ბლოკური მორსათრევი დანადგარების სქემური და კონსტრუქციული გადაწყვეტილებების ანალიზს დადებითი და უარყოფითი თვისებების დასადგენად.

ლიტერატურის მიმოხილვაში მოცემულია საბაგირო სისტემები და მათი გაანგარიშების მეთოდოლოგია. აღნიშნული მეთოდოლოგიის მიხედვით განხილულია მცირე ისრებით ჩაკიდებული მზიდი ბაგირის, საწვე-მზიდი და საწვეი ბაგირების ანგარიში-ბაგირების და მორთრევის ტექნოლოგიურ პროცესთან დაკავშირებული ცალკეული ელემენტების ტექნიკური და ტექნოლოგიური პარამეტრების დასადგენად. ნაშრომში დასახულია ამოცანები განივგადასატანი ბაგირ-ბლოკური საბაგირო მორსათრევი დანადგარების ახალი სქემების შესაქმნელად და კვლევების ჩასატარებლად.



## 2. შედეგები და მათი განსჯა

### 2.1. მაღალმთიანი ტყესაკაფების ათვისების რთული ტექნოლოგიური პროცესის დახასიათება და მორსათრევი ტექნიკის ძიება

საქართველოს მთაგორიან ტყეებს ძირითადად გააჩნიათ ნიადაგდამცავი, წყალდამცავი და საკურორტო მნიშვნელობა, ამიტომ დაუშვებელია ხე-ტყის დამზადების ფართო სამუშაოები. აღნიშნული ტყეების მხოლოდ მცირე ნაწილი შეიძლება გამოყენებული იყოს ხე - ტყის დასამზადებლად ჭრის ადგილებზე ტყის შემდგომი აღდგენით.

მთავარი ეკოლოგიური პრობლემა ატმოსფეროს დაბინძურებაა, რაც იწვევს საშიშროებას და ტყის ნიადაგების ეროზიამდე მიყვანას [58].

შედეგების შეჯამებით შეიძლება იმის კონსტანტირება, რომ ქვეყნის ტყეების საერთო ფართობი დაახლოებით შეადგენს 2360 ათ. ჰა. ტყის ფონდში ჭარბობენ მაგარფოთლოვანი ნარგავები, რომლებიც ტყით დაფარული ფართობის 72,5 % შეადგენს. წიწვიანი ნარგავები შეადგენენ 21% და რბილფოთლოვანები 6,5%. მერქნის ჯიშებიდან ჭარბობს წიფელი, რომელსაც უკავია ტყით დაფარული ფართობის 50%.

საქართველოს ტყეები გავრცელებულია ძირითადად მთიან და ნაწილობრივ მთისწინა ზონებში (97%). ამ გარემოებამ ტყის ფონდის გამოყოფასთან საწარმოს ექსპლოატაციაში განაპირობა დიდი სიძნელეები მთის პირობებში ტყის დამზადება სპეციფიკური და რთულია.

ადგილმდებარეობის მკვეთრად გადაკვეთილი რელიეფი, ტყესაკაფების ციცაბო ფერდობები, ტრანსპორტირების ათვისების სირთულე, ზომამსხვილი კორომები, შერჩევითი ჭრის სისტემა, მკაცრი სატყეო - სამეურნეო და ეკოლოგიური შეზღუდვები (მოზარდის შენარჩუნება, ხის ფესვებზე შემორჩენილი ნორჩი ტყე და მთის ტყეებში ნიადაგის ძვირფასი საფარი) საჭიროებს სპეციალური ტექნიკის და მოცემული კონკრეტული ბუნებრივ -საწარმოო პირობებისათვის ტექნოლოგიების გამოყენებას.

როგორც ცნობილია ყველაზე მძიმე და შრომტევად ფაზას ხე - ტყის დამზადების პროცესში მთიან პირობებში წარმოადგენს ხე -ტყის მორთრევა, ე.ი. მერქნის მიზიდვა ჯირკიდან ზედა საწყობამდე. ტყის

ტრანსპორტირების ეს პროცესი საქართველოს პირობებში მრავალსაფეხურიანია და შედგება ცალკეული სამი დამოუკიდებელი ოპერაციისაგან:

1. ჯირკიდან მიზიდვა ხე -ტყის პუნქტის ტრასასთან ან მორსათრევი გზამდე;
2. მთიდან ჩამოშვება;
3. ზედა საწყობთან მიზიდვა, ე.ი. ხე -ტყის საზიდ საავტომობილო გზამდე;

ტყესაკაფი სამუშაოების დამუშავების საფუძველში ჩადებ ულია შემდეგი პირობები:

- ტყესაზიდი გზების ქსელი უნდა იყოს ოპტიმალურად ხშირი;
- სატრაქტორო მორსათრევა უნდა წარმოებდეს მხოლოდ უახლოესი ჰორიზონტალური მორსათრევებით, ტყესაკაფზე ჯირკთან მიუსვლელად;
- 35°-ზე მეტ ციცაბო დაღმართზე იკრძალება სატრაქტორო მორსათრევა და იცვლება საჰაერო მორსათრევით.

მაღალმთიანი ტყესაკაფების ათვისების ტექნოლოგიური პროცესის განსახორციელებლად საჭირო მორსათრევი მანქანა - დანადგარების შექმნის სირთულე დაკავშირებულია მოთხოვნებთან:

- ტყის ბუნებრივი განახლების უზრუნველყოფა;
- ნიადაგის ეროზიისაგან დაცვა;
- ტყესაკაფზე არსებული მოზარდის შენარჩუნება.

აღნიშნული მოთხოვნების დაკმაყოფილების სირთულე, მთაგორიან ტყესაკაფებზე ხე -ტყის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის განსახორციელებლად საჭირო ოპერაციებიდან, ყველაზე მეტად უკავშირდება მორსათრევას, რაც ძირითადად განპირობებულია არასწორი და ეკოლოგიურად გაუმართლებელი მორსათრევი მანქანა-დანადგარების შერჩევით. უდავოა, რომ სპეციალიზებულ ტრაქტორ TT-4-ით ნახევრადდატვირთულ და მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატი მთლიანად დატვირთულ მდგომარეობაში, მორსათრევა წინ გადადგმული ნაბიჯია სატყეო ეკოლოგიაში. მაგრამ ისინი ც სრულად ვერ აკმაყოფილებენ ეკოლოგიურ მოთხოვნებს, რომლებიც ამჟამად მოქმედებენ საქართველოს მთიან პირობებში შერჩევითი ჭრების განსახორციელების დროს.

ეკოლოგიური თვალსაზრისით, ყველაზე მისაღებია საჭაერო მორსათრევი დანადგარის გამოყენება, რომლითაც მორსთრევა ხორციელდება ტყის ნიადაგთან და მოზარდთან კონტაქტის გარეშე, ამ შემთხვევაში, სირთულეს წარმოადგენს ის, რომ დანადგარის დამონტაჟება ტყესაკაფზე დაკავშირებულია დიდ ხარჯებთან. ამას ემატება ისიც, რომ დანადგარის ერთჯერადი დამონტაჟების შემდეგ ხდება ტყესაკაფის ერთი ვიწრო ზოლის ათვისება, რის შემდეგაც საჭიროა მისი გადატანა და ტყესაკაფის ახალ ტრასაზე დამონტაჟება. საბაგირო დანადგარის მრავალჯერადი გადატანა ერთი ტყესაკაფის ასათვისებლად კი, უკვე მნიშვნელოვნად ზრდის დამზადებული ხე-ტყის თვითღირებულებას.

ნაშრომში დასმული პრობლემა განპირობებულია იმითაც, რომ არ არის დამუშავებული ახალი მოწინავე ტექნოლოგია და ტექნოლოგიური სქემები. აქედან გამომდინარე, არსებული ტექნიკა მანქანა-დანადგარებისა და სხვადასხვა მოწყობილობების სახით, ძირითადად შეუთავსებელია მთიანი ტყესაკაფების ბუნებრივ პირობებთან და ვერ აკმაყოფილებს არა მარტო ეკოლოგიურ, არამედ ტექნიკურ და ეკონომიკურ მოთხოვნებსაც. აღსანიშნავია ისიც, რომ ცნობილი მეთოდების და მეთოდიკების ნაკლოვანებები დაკავშირებულია არსებულ და ახალ განივგადასატან საბაგირო მორსათრევ დანადგარებს შორის პრინციპულ განსხვავებასთან. ახალ სქემაში ხისტად ჩამაგრებული მზიდი ბაგირის და მასზე დაყენებული დამხმარე ურიკების შეცვლა ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირით მნიშვნელოვნად ცვლის მზიდი ბაგირის გაანგარიშების მეთოდიკას. ამასთან, ცნობილი განივგადასატანი ბაგირ -ბლოკური მორსათრევი დანადგარის საწევი ბაგირის წევის ძალის განსაზღვრისათვის დამუშავებული მეთოდიკა მიუღებელია, ახალი განივგადასატანი ბაგირ -ბლოკური საბაგირო მორსათრევი დანადგარისათვის, რადგანაც საწევი ბაგირების მოძრაობის სქემებიდან გამომდინარე, დადგენილი წინააღმდეგობის ძალები, მათი მოდების წერტილები და წინააღმდეგობის ძალების საანგარიშო ფორმულები, ბაგირების მოძრაობის საწყისი წერტილებიდან დოლზე მიწყდომის წერტილამდე მკვეთრად განსხვავებულია. იგივე შეიძლება ითქვას ცნობილი და ახალი განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი

დანადგარების ერთმალისანი მზიდი ბაგირის კვლევის მეთოდიკებზე, ვინაიდან ცნობილ სქემაში გვაქვს ანძებზე ორ წერტილში ხისტად ჩამაგრებული მზიდი ბაგირი, ხოლო ახალ სქემაში ბლოკ ებზე შემოვლებული ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირი.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, საჭიროა ხე -ტყის პირველადი ტრანსპორტირების ტექნოლოგიის სფეროში გამოყენებული თეორიული კვლევების, მანქანა -დანადგარების, მათ შორის საპაერო საბაგირო და განივგადასატანი ბაგირბლოკური საბაგირო მორსათრევი დანადგარების, აგრეთვე მორსათრევი აგრეგატების და სხვა ტექნიკური საშუალებების კრიტიკული შეფასება და ანალიზი. საჭიროა ახალი მეთოდიკების საფუძველზე ჩატარდეს თეორიული კვლევები, დამუშავდეს ტექნოლოგიური სქემები და შეიქმნას უფრო მოწინავე, საქართველოს მთიან პირობებთან თავსებადი საიმედო შემსრულებელი მექანიზმებით აღჭურვილი მორსათრევი ტექნიკა.

აღნიშნული ნაკლოვანებების აღმოსაფხვრელად ნაშრომში დამუშავებულია ტყესაკაფი სამუშაოების კომპლექსური მექანიზაციის ახალი №7ა ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც წარმოადგენს №3 და №7 ტექნოლოგიური სქემების შერწყმას.

ნაშრომში დიდი ყურადღება აქვს დათმობილი განივ გადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების ძიებას, დამუშავებას და კვლევას.

დამუშავებული და შექმნილია ახალი ორიგინალური განივ - გადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სქემა მნიშვნელოვნად გამარტივებული მართვის პროცესით, დანადგარის კვანძების ახლებურად გადაწყვეტის გზით.

სადისერტაციო ნაშრომ ში დამუშავებულია განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის თეორიული კვლევის აგების მეთოდები და მეთოდიკები, რომლებიც იძლევიან საშუალებას განვსაზღვროთ დანადგარის ტექნიკური პარამეტრები: მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის, სამონტაჟო და მუშა დაჭიჭელობების მაქსიმალური მნიშვნელობები, საწვევი ბაგირის წვევის ძალის მაქსიმალური სიდიდე, მზიდი და საწვევი ბაგირების კვეთის დიამეტრები და ჯვალამბარის ძრავის სიმძლავრე.

დამუშავებულია მეთოდოლოგია და ჩატარებულია განივგადასატანი საბაგრო დანადგარის ექსპერიმენტული კვლევა ა. დინამომეტრის საშუალებით დადგენილია, მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის სამონტაჟო და მუშა დაჭიმულობების მაქსიმალური მნიშვნელობები სხვადასხვა სიგრძის მალეების შემთხვევაში.

ჩატარებულია ტყესაკაფი სამუშაო პროცესის ეკონომიკური ანგარიში №7ა ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით და დადგენილია 1მ<sup>3</sup> მორთრეული ხე-ტყის თვითღირებულება.

## **2.2. ტყესაკაფი სამუშაო პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის ეკოლოგიურად უვნებელი ტექნოლოგიური სქემების დახასიათება და ახალი №7ა ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება**

მთავორიანი ტყესაკაფების ათვისება რთულია და დაკავშირებულია საკმაოდ შრომატევად პროცესებთან. ამასთან აღსანიშნავია, რომ საქართველოს ტყეებით დაფარული ფართობებიდან 998% განლაგებულია მთებზე. კერძოდ, ტყესაკაფების განლაგება სხვადასხვა დახრილობის ფერდობებზე შემდგენილია: 25°-მდე – 20%; 25°-დან 40°-მდე – 65%; 40°-ზე მეტი – 15%. აღნიშნულ სირთულეებს თუ დავამატებთ იმასაც, რომ ფერდობებზე 25 °-დან 40 °-მდე ქანობით დაშვებულია მხოლოდ ნებით ამორჩევითი ჭრები. არანაკლებ 0,5 სიხშირის დატოვებით, ცხადი ხდება რაოდენ რთული და სპეციფიურია მთიან პირობებში ტყესაკაფი სამუშაოების ჩატარება. ასეთ რთულ პირობებში უნდა ვიფიქროთ მოწინავე ყველაზე პერსპექტიული მეთოდების და ხერხების გამოყენებაზე, რომლებიც მთლიანად დაეყრდნობა უახლესი ტექნიკის ბაზაზე შექმნილ ტექნოლოგიურ პროცესებს, რაც სრულად დააკმაყოფილებს მთიანი ტყესაკაფების ექსპლუატაციის მოთხოვნებს, ეს კი თავის მხრივ ხელს შეუწყობს შრომის ნაყოფიერების ზრდას, ძვირფასი მერქნის თვითღირებულების და გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოების დაცვას [3-7].

ცნობილია შიდატყესაკაფი სამუშაო პროცესების კომპლექსური მექანიზაციის ეკოლოგიურად უვნებელი 9 ტექნოლოგიური სქემა. მიუხედავად ტექნოლოგიური სქემების სიმრავლისა, არსებობს ისეთი

ტყესაკაფები, რომელთა ასათვისებლად მისაღები ტექნოლოგიური სქემა, მასში გამოყენებული მანქანა -დანადგარებით და მორთრევის პროცესის ოპერაციების თანმიმდევრობით, მხოლოდ ნაწილობრივ მიესადაგება ცნობილ ტექნოლოგიურ სქემებში გამოყენებულ მანქანა -დანადგარებსა და მორთრევის პროცესის ოპერაციების თანმიმდევრობას.

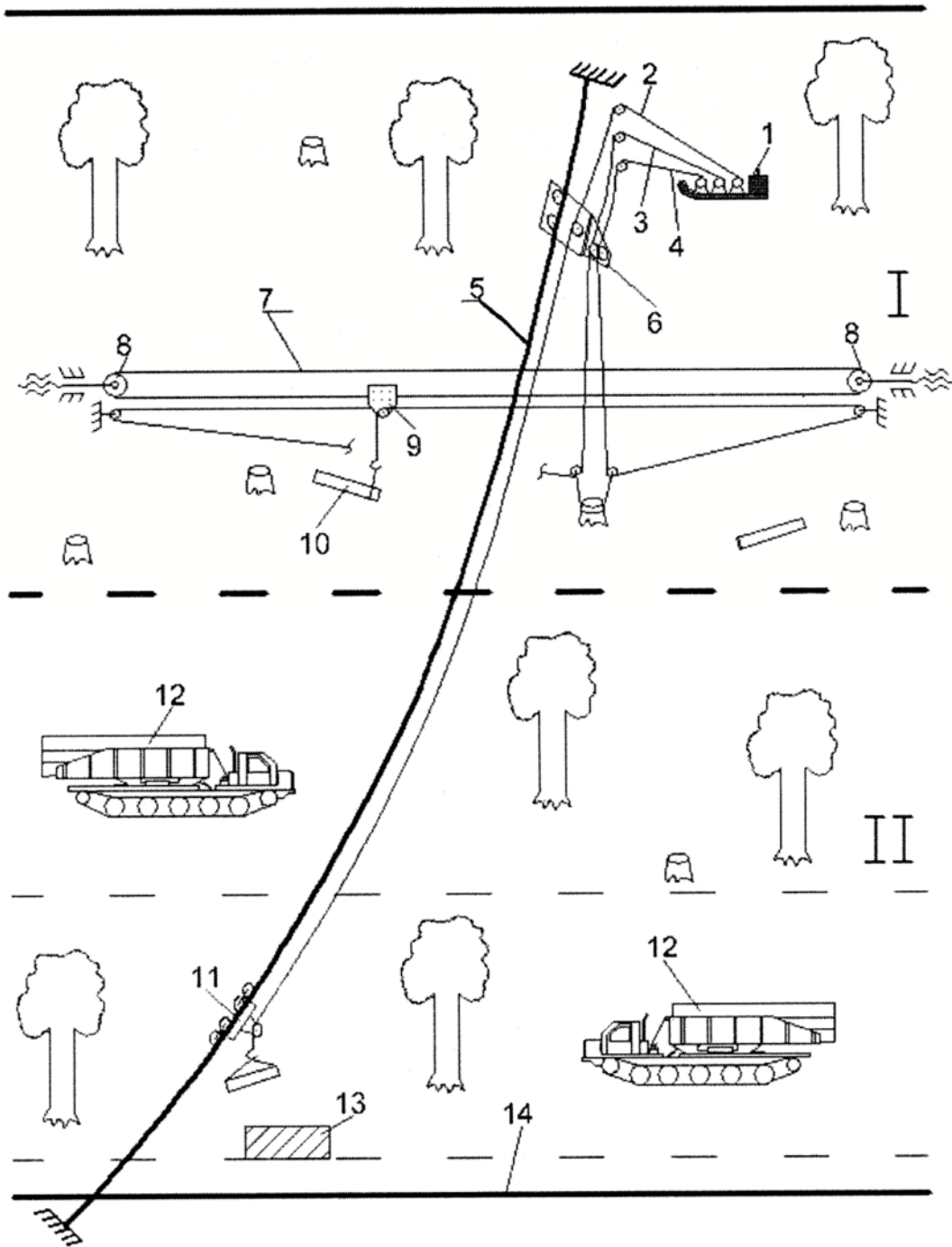
ახალი №7ა ტექნოლოგიური სქემა (ნახ. 14) ფაქტობრივად წარმოადგენს №3 და №7 ტექნოლოგიური სქემების შერწყმას, რომელშიც განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარით და მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატით, ტექნოლოგიური პროცესის ოპერაციების ფაზებში აცდენით ერთდროულად ხდება ტყესაკაფის ორივე ზონიდან ხე-ტყის ზედა საწყობზე ჩამოშვება. ამასთან, ახალი №7ა ტექნოლოგიური სქემა განსაზღვრავს საჭირო მანქანა -დანადგარების სახეობებს, რაოდენობას და ტექნოლოგიური პროცესის ოპერაციების განხორციელების თანმიმდევრობას.

ტექნოლოგიური სქემა №3 ითვალისწინებს 20 °-დან 30 °-მდე დახრილობის ტყესაკაფებზე მთა -ით ტრასის ორივე მხრიდან განივი მიმართულებით ტრასამდე მორთრეული ხე-ტყის საბაგრო დანადგარით ზედა საწყობზე ჩამოშვებას.

ტექნოლოგიური სქემა №7 გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა ფერდობის დახრილობა 30°-ზე მეტია და იცვლება 40 °-მდე. აღნიშნული სქემა ითვალისწინებს განივგადასატანი მორსათრევი დანადგარით ხე -ტყის მორთრევა ს განივი მიმართულებით ტრასის ორივე მხრიდან ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში ტრასამდე, შემდგომ მორების იგივე საბაგრო დანადგარით ზედა საწყობზე ჩამოშვებას მთლიანად დაკიდებულ მდგომარეობაში.

ტექნოლოგიური სქემა №7ა დამუშავებული და შექმნილია მთაგორიანი ტყესაკაფებისათვის, როცა ტყესაკაფზე ფერდობის დახრილობა მკვეთრად ცვალებადია და მერყეობს 20 °-დან 40 -45°-მდე ფარგლებში. ამ შემთხვევაში, საჭიროა მორსათრევი თვითმტვირთავ აგრეგატთან ერთად მორთრევაზე გამოვიყენოთ განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარი. საჭაერო საბაგრო მორსათრევი დანადგარით ხდება მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატით ტყესაკაფის II ზონიდან ტრასამდე მორთრეული ხე -ტყის და განივგადასატანი

საბაგირო მორსათრევი დანადგარით ტყესაკაფის I ზონიდან ტრასამდე მორთრეული ხე-ტყის ზედა საწყობზე ჩამოშვება.



ნახ. 14. № 7ა ტექნოლოგიური სქემა: I – ტყესაკაფის ზედა ზონა 30°-ზე მეტი დახრილობის ფერდობით; II – ტყესაკაფის ქვედა ზონა 30°-მდე დახრილობის ფერდობით

ტექნოლოგიური სქემა (ნახ. 14) №7ა შეიცავს: ჯალამბარს 1; განივი მიმართულებით ტვირთის გადასადგილებელ სატვირთო და

უკუსვლის საწვევ ბაგირებს 2 და 3; ურიკის საწვევ ბაგირს 4; ძირითად მზიდ ბაგირს 5; მსდექს 6; ჩაკეტილკონტურიან მოძრავ მზიდ ბაგირს 7; ბლოკებს 8; ჩაკეტილკონტურიან მზიდი ბაგირის ჩამჭერს 9; მორებს 10; ურიკას 11; მთა-ს 12; ზედა საწყოებს 13; ავტოტყესაზიდ გზას 14.

ტექნოლოგიური სქემა №7ა გათვალისწინებულია ორსაფეხურიანი მთავორიანი ტყესაკაფების ასათვისებლად და ორიგინალურია იმით, რომ მასში მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის განსახორციელებლად გამოყენებულია ახალი ტექნიკა: მოდერნიზებული მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის და ახალი განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სახით. ამასთან მოდერნიზებული მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატი იძლევა საშუალებას მორთრევა ვაწარმოოთ ძარაზე მორების მთლიანად დატვირთულ და საიმედოდ დაფიქსირებულ მდგომარეობაში. ამავე დროს განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარით ხდება განივი მიმართულებით ტრასის ერთი მხრიდან ტრასამდე მორთრევა, შემდგომ საჰაერო საბაგირო დანადგარით მორების ჩამოშვება ზედა საწყოებამდე.

№7ა ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით, ხე-ტყის მორთრევის მთლიანად მექანიზებული და ეკოლოგიურად უვნებელი ტექნოლოგიური პროცესი, მოდერნიზებული მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის და ახალი განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის უზრუნველყოფით, მოიცავს შემდეგ ოპერაციებს:

– მორსათრევი აგრეგატი უქმი სვლით გადაადგილდება ავტოტყესაზიდი გზიდან საკაბდოებით მოჭრილ ხესთან, ამავე დროს, ერთ-ერთი გვერდითი საწვევი ბაგირით ხდება განივგადასატანი საბაგირო დანადგარის ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის კაკვიანი ჩამჭერის გაყვანა განივი მიმართულებით ტრასის რომელიმე მხარეს;

– მორსათრევი აგრეგატის ძარის დაშვება;

– მორსათრევი აგრეგატის და საბაგირო დანადგარის კაკვიანი ბაგირების გათრევა მოჭრილ ხეებთან და ჩოკერების ჩაბმა;

– ხეების მოთრევა მორსათრევი აგრეგატის ძარამდე და ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის ჩამჭერამდე, შესაბამისად აგრეგატის და საბაგირო დანადგარის ჯალამბრით;



– აგრეგატის ძარა -ისრის მექანიზმით მოთრეული მოჭრილი ხის მთლიანად ან ნახევრადდატვირთულ მდგომარეობაში გადაყვანა; ასევე საბაგირო დანადგარის ჩაკეტილკონტურთან მზიდ ბაგიერთან მოთრეული მოჭრილი ხის ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში გადაყვანა;

– საბაგირო დანადგარის ტრასამდე მოჭრილი ხე ების ნახევრად-დატვირთულ და ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში მორთრევა, შესაბამისად აგრეგატით და განივგადასატანი საბაგირო დანადგარით და დამორვა;

– მორების ჩაბმა საჭაერო მორსათრევი დანადგარის კაკვზე ჩოკერით და ჩამოშეება ზედა საწყობზე მთლიანად დაკიდებულ მდგომარეობაში, ჯერ II ზონიდან, შემდეგ კი I-დან;

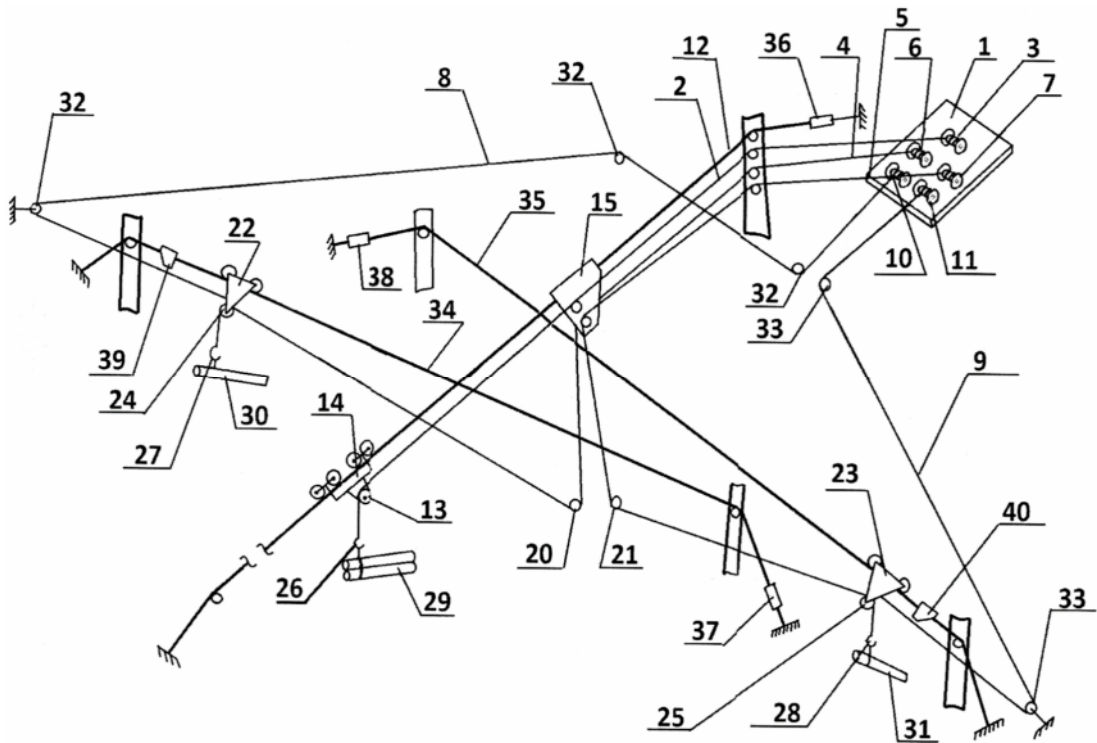
– აგრეგატის და განივგადასატანი საბაგირო დანადგარის ჩაკეტილკონტურთან მზიდი ბაგირის ბლოკიანი ჩამჭერის უკან ტყესაკაფზე დაბრუნება მორიგი მოჭრილი ხეების მოსათრევად.

ამრიგად, ტექნოლოგიური სქემა №7ა და მის განსახორციელებლ ად შერჩეული ახალი ტექნიკა მოდერნიზებული მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის და განივგადასატანი საჭაერო საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სახით, ხეგყის დამზადების, ანუ მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის ოპერაციების თანმიმდევრობის ოპტიმალურად დაგეგმვის შემთხვევაში, გვაძლევს იმის საშუალებას, რომ აგრეგატით და საბაგირო დანადგარით გვერდებიდან ტრასამდე, შესაბამისად ნახევრადდატვირთულ და ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში მორების მორთრევა და იგივე საბაგირო დანადგარით ზედა საწყობზე ჩამოშეება ვაწარმოთ ერთდროულად, ფაზაში დამხვევის აუცილებლობის გარეშე.

### **2.3. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების ახალი სქემების ძიება და დამუშავება**

ლიტერატურის მიმოხილვაში განხილული განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სქემების ანალიზიდან გამომდინარე, შექმნილია განივგადასატანი ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ახალი სქემა (ნახ. 15), რომელიც შეიცავს მთავარ მზიდ ბაგირს, მასზე მოძრავი ძირითადი სატვირთო ურიკით, ორმხრივ,

განივად გადასატან მზიდ ბაგირებს მათზე მოძრავი დამხმარე ურიკებით და ოთხდოლიან ჯალამბარს – ორი საწვევი და ორი უკუსვლის ბაგირით.



ნახ. 15. განივგადასატანი ორმხრივი ბაგირ-ბლოკური საბაგირო დანადგარის სქემა

ცნობილი საჰაერო საბაგირო მორსათრევი დანადგარის უარყოფითი მხარე არის ის, რომ ხე-ტყის გვერდიდან მოთრევის და ძირითად ურიკაში დაფიქსირების შემდეგ ორივე საწვევი ბაგირი მონაწილეობს ხე-ტყის ზედა საწყობამდე ჩამოშვების და ძირითადი ურიკის ტყესაკაფზე უქმი სვლით დაბრუნების პროცესში, ხოლო დამხმარე ურიკები ამ დროის განმავლობაში დაფიქსირებულნი არიან ძირითად ტრასასთან, რაც დაკავშირებულია სამუშაო დროის გაცდენასთან და დანადგარის მწარმოებლურობის შემცირებასთან.

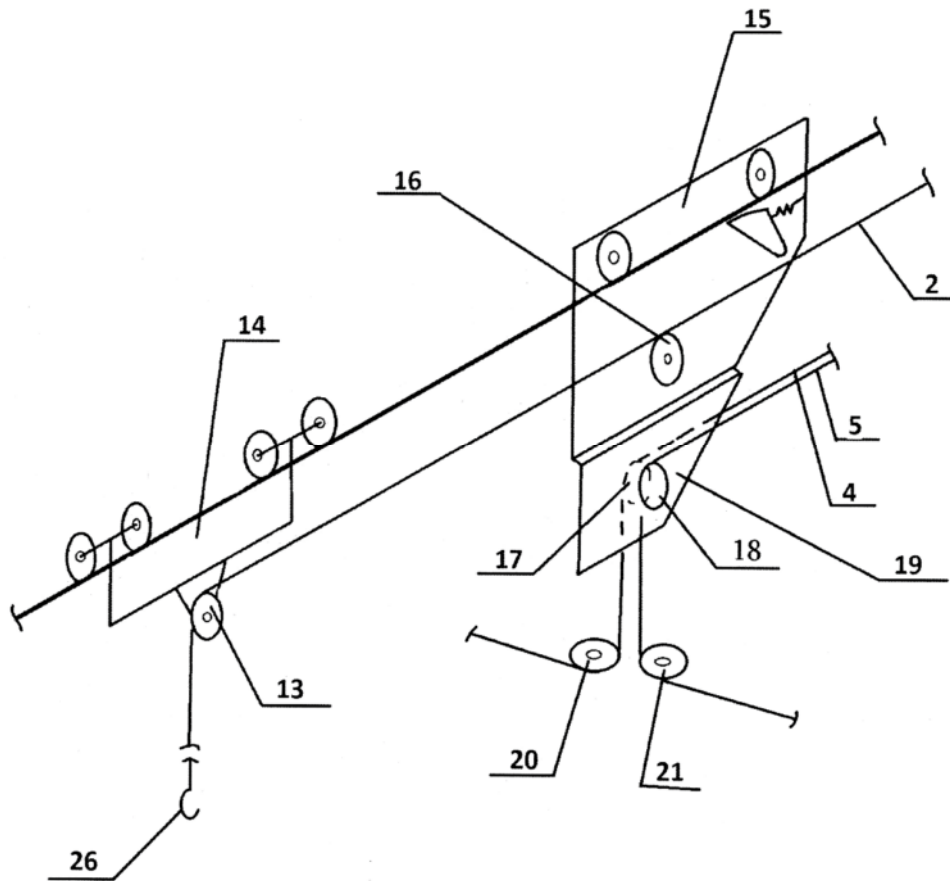
გამოგონების ტექნიკური შედეგია მწარმოებლურობის გაზრდა და დანადგარის ექსპლუატაციის ხარისხის ამაღლება – ტექნოლოგიური პროცესების ცალკეულ ოპერაციებზე სამუშაო დროის მაქსიმალური გამოყენების გზით.

ტექნიკური შედეგი მიიღწევა ბაგირ-ბლოკური საბაგირო მორსათრევი დანადგარით, რომელიც შეიცავს მთავარ მზიდ ბაგირს, მასზე მოძრავი ძირითადი სატვირთო ურიკით, ორმხრივ განივად

გადასატან მზიდ ბაგირებს – მათზე მოძრავი დამხმარე ურიკებით და ჯალამბარს – სამი საწვეი და ორი უკუსვლის ბაგირით. ამასთან, საწვეი ბაგირები დამხმარე ურიკებისათვის გატარებულია ორი განმხოლოებული ერთდარიანი ბლოკისაგან შემდგარ მსდექის სატვირთო ბლოკში, ხოლო უკუსვლის ბაგირები ბლოკების საშუალებით ცალ - ცალკე დაკავშირებულია საბაგირო ტრასის სხვადასხვა მხარეს დაკიდებულ დამხმარე ურიკებთან.

მსდექზე დამაგრებული ძირითადი საწვეი ბაგირის ბლოკი დამონტაჟებულია ზედა, ხოლო დამხმარე საწვეი ბაგირების ბლოკი ქვედა პოზიციაში.

ბაგირ-ბლოკური საბაგირო მორსათრევი დანადგარი შეიცავს ხუთდოლიან ჯალამბარს 1, რომლის ძირითადი საწვეი ბაგირის 2 დოლი 3, დამხმარე საწვეი ბაგირების 4 და 5 დოლები 6 და 7 და უკუსვლის ბაგირების 8 და 9 დოლები 10 და 11 შესრულებულია ცალ - ცალკე, თითოეული ინდივიდუალური ამძრავით, ზეზემდგომ ხეებზე ან სპეციალურ ანძებზე დამაგრებულ ძირითად მზიდ ბაგირს 12, მასზე მოძრავი ერთდარიანი სატვირთო ბლოკით 13 აღჭურვილი ურიკით 14, მსდექს 15, რომლის ერთდარიან ბლოკში 16 გატარებულია ძირითადი საწვეი ბაგირი 2, ხოლო ორდარიან, ორი ცალ - ცალკე დამზადებული გამხოლოებული ბლოკისაგან 17, 18 შემდგარ სატვირთო ბლოკში 19 გატარებულია დამხმარე საწვეი ბაგირები 4 და 5, რომლებიც შემდეგ გატარებულია მიწის ზედაპირთან ახლოს დამაგრებულ თვითხსნად ბლოკებში 20, 21 და ძირითადი ტრასის ორივე მხარეს განლაგებულ დამხმარე ურიკების 22 და 23 თვითხსნად ბლოკებში 24, 25. ბაგირები 2, 4 და 5 ბოლოვდება კაკვებით 26, 27, 28, რომელზეც დაკიდებულია სორტიმენტები 29, 30, 31. ჯალამბარის 1 უკუსვლის დოლებიდან 10 და 11 გამომავალი უკუსვლის ბაგირების 8 და 9 საჭირო რაოდენობის დამატებითი ბლოკების 32, 33 საშუალებით ცალ - ცალკე უკავშირდებიან შესაბამისად თავ-თავიანთ დამხმარე ურიკებს 22, 23. დამხმარე ურიკები 22 და 23 დაკიდებულნი არიან მთავარი მზიდი ბაგირის 12 ქვეშ გამავალ განივად გადასატან მზიდ ბაგირებზე 34, 35. მთავარ მზიდ ბაგირს 12 და განივად გადასატან მზიდ ბაგირებს 34, 35 აქვთ დასაჭიმი პოლისპასტები 36, 37, 38 და გადასატანი მსდექები 39 და 40.



ნახ. 16. განივგადასატანი ორმხრივი ბაგირ-ბლოკური საბაგირო დანადგარის სქემა

ბაგირ-ბლოკური საბაგირო მორსათრევი დანადგარი მუშაობს შემდეგნაირად: საბაგირო დანადგარებისათვის გაკაფული ტრასის ზედა და ქვედა ბაქნებზე შერჩეულ ხეებზე მთავარი მზიდი ბაგირის 12 დაჭიმვის შემდეგ, საბაგირო დანადგარის მზიდი ბაგირის ქვეშ ზეზემდგომ ხეებზე, ტრასის ორივე მხარეს – მარჯვნივ და მარცხნივ, გაიჭიმება განივი გადასატანი მზიდი ბაგირები 34, 35, რის შემდეგაც მათზე ჩამოკიდებენ დამხმარე ურიკებს 22, 23, რომლებიც იმყოფება საბაგირო დანადგარის ტრასასთან. ამის შემდეგ, მეჯალამბრე ჩართავს ჯალამბრის 1 უკუსვლის დოლებს 10 და 11. იწეება უკუსვლის ბაგირების 8, 9 დახვევა დოლებზე 10, 11, რის შედეგადაც ხდება დამატებითი დამხმარე ურიკების 22 და 23 გაყვანა ძირითადი საბაგირო ტრასიდან ტყესაკაფის ორივე მხარეს ერთდროულად. ამ დროს, დამხმარე ურიკებთან 22, 23 დაკავ შირებულ საწვევი ბაგირები 4 და 5, რომლებიც გატარებულია მსდექზე 15 დამონტაჟებულ ორი

განმხილველი ბლოკისაგან შემდგარ სატვირთო ბლოკში 19, ასევე მიწის ზედაპირთან მდებარე თვითხსნად ბლოკებში 20, 21 გადმოიხვევა სატვირთო დოლებიდან 6 და 7.

იმისდა მიხედვით, თუ საბაგ ირო ტრასის რომელ მხარეს რა მანძილზე არის ურიკა გასაჩერებელი ტყესაკაფში, მეჯალამბრე შესაბამისი სიგნალის შემდეგ თიშავს უკუსვლის ერთ-ერთ დოლს 10 ან 11. ასევე ხდება მეორე ურიკის ტყესაკაფის ტრასიდან მეორე მხარეს დაფიქსირება. ამის შემდეგ, დამხმარე ურიკები 22, 23 გადასატანი მსდექებით 39 და 40 ფიქსირდება განივ გადასატან მზიდ ბაგირებზე 34, 35. მეჯალამბრე ორივე დამხმარე საწვე ბაგირს 4, 5 თავისი კაკვიანი ბოლოებით 27 და 28 დაუშვებს დაბლა. ჩამბმელები ჩოკერების საშუალებით ჩააბამენ სორტიმენტებს 30, 31 კაკვებზე 27, 28, მეჯალამბრე ასწევს ორივე საწვე ბაგირს 4, 5 და კაკვიანი ბოლოები 27, 28 დაფიქსირდება დამხმარე ურიკების 22, 23 კაკვების საკიდებში. ჩამბმელები ხსნიან დამხმარე ურიკების მსდექების 39, 40 ჩამკეტ მექანიზმებს. დამხმარე ურიკები თავისუფლდებიან და მზად არიან მთავარი ტრასისაკენ ტრანსპორტირებისათვის.

მეჯალამბრეს თავისუფალ სვლაზე გადაჰყავს ჯალამბრის უკუსვლის დოლები 10, 11, რის შემდეგაც რთავს საწვე ბაგირების დოლებს 6, 7 იწყება საწვე ბაგირების 4, 5 დახვევა დოლებზე 6 და 7, დამხმარე ურიკები 22, 23 გადაადგილდება ძირითადი საბაგირ ტრასისკენ, როდესაც ორივე დამხმარე ურიკა აღმოჩნდება ძირითადი საბაგირო დანადგარის ტრასის ქვეშ, მეჯალამბრე აჩერებს მათ და კაკვების 27, 28 საკიდებიდან ადვილად განთავისუფლების მიზნით, ორივე ტვირთს 30, 31 ასწევს ოდნავ მაღლა, რის შემდეგაც კაკვებს 27, 28 დაუშვებს დაბლა სორტიმენტებთან 30, 31 ერთად.

ამის შემდეგ, მუშები გაათავისუფლებენ სორტიმენტებს 30, 31 კაკვებისაგან 27, 28 და ჩააბამენ მათ ძირითადი საწვე ბაგირის 2 სატვირთო კაკვზე 26. ძირითადი სატვირთო დოლით 3 იწყება ძირითადი სატვირთო ბაგირის 2 დახვევა მანამ, სა ნამ სატვირთო კაკვი 26 არ მიებჯინება ძირითად ურიკას 14 და არ დაფიქსირდება მასში. მუშები გაათავისუფლებენ ძირითად სატვირთო ურიკას 14 მსდექისაგან 15, ძირითადი სატვირთო დოლი 3 გადადის სამუხრუჭე რეჟიმში და ურიკა

14 ტვირთით 29 იწვებს მოძრაობას ფერდობის გრძივი მიმართულებით ქვემოთ – ზედა საწყობამდე. ტვირთის 29 ჩამოსხნის შემდეგ ძირითადი ურიკა 14 კვლავ ბრუნდება ტყესაკაფზე შემდეგი ტვირთის ტრანსპორტირებისათვის.

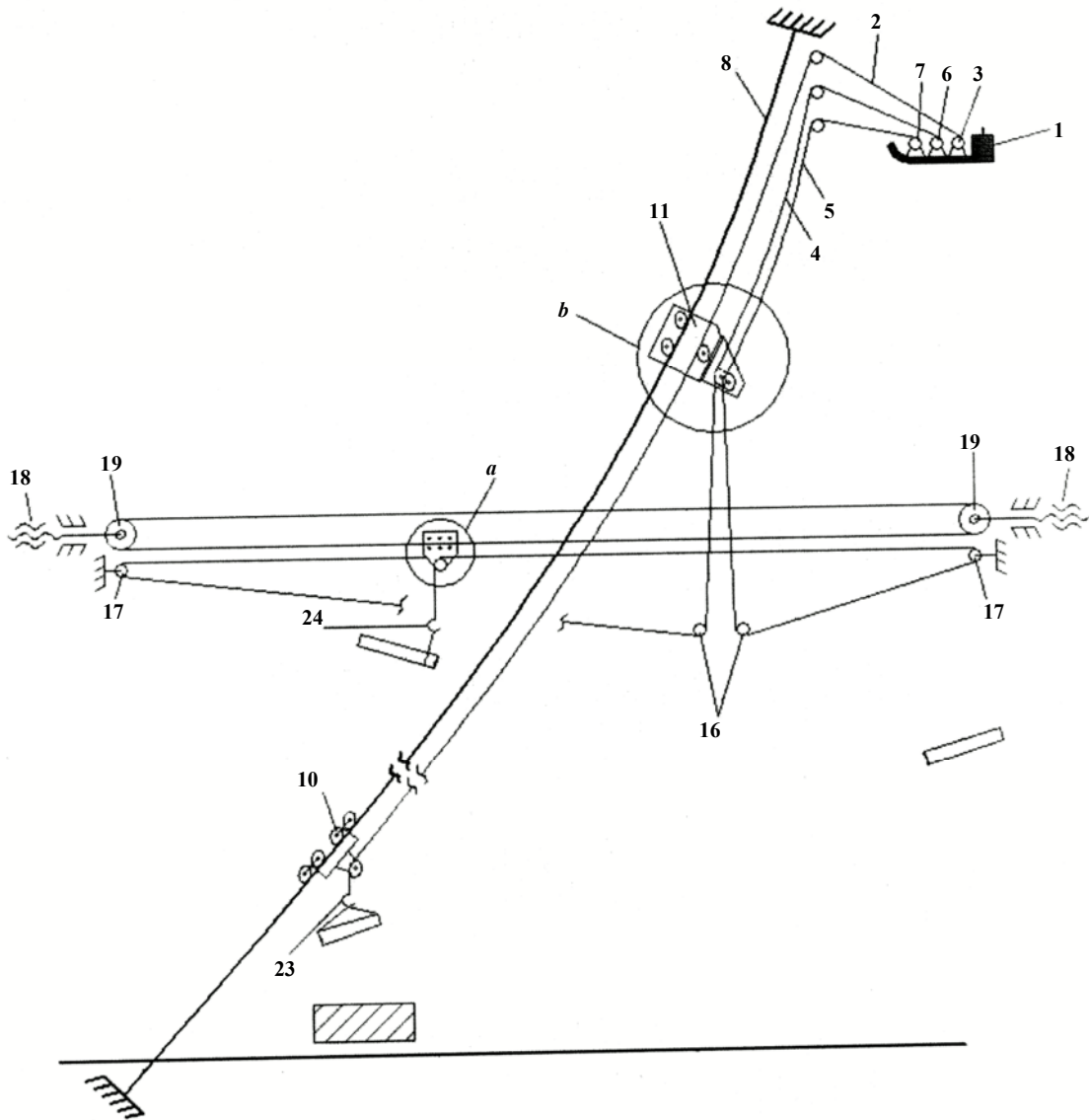
დროის იმ მონაკვეთში, რომელშიც ძირითადი ურიკა 14 ახორციელებს ტვირთის 29 ჩამოტანას ზედა საწყობამდე და უქმი სვლით ტყესაკაფზე დაბრუნებას, დამხმარე ურიკები 22, 23 აწარმოებენ სორტიმენტების მოზიდვას გვერდითი მხრიდან შეუჩერებლად, რაც ხელს უწყობს წარმოების პროცესის უწყვეტობას [5-8].

ჩვენს მიერ დამუშავებული ახალი განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის და ლიტერატურაში განხილული განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების უარყოფითი მხარე არის სქემური და კონსტრუქციული გადაწყვეტილებების სირთულე, დაკავშირებული დამხმარე განივი მზიდი ბაგირების, დამხმარე ურიკების, საწვეი და უკუსვლის ბაგირების სიმრავლესთან და მართვის სირთულესთან.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიქმნა სრულიად განსხვავებული განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სქემა, რომელიც პრინციპულად განსხვავდება განხილული საბაგირო მორსათრევი დანადგარების სქემებისაგან. ახალი სქემის მიხედვით დამუშავებულია განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარი სქემაში ჩართული ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირით. დანადგარი შეიცავს: მთავარ მზიდ ბაგირს, მასზე მოძრავი ძირითადი სატვირთო ურიკით, ტრასის განივი მიმართულებით ორივე მხარეს დამონტაჟებულ ბლოკებს, მათზე ვერტიკალურ სიბრტყეში შემოვლებულ განივგადასატანი ჩაკეტილკონტურიან მზიდ ბაგირს, რომლის თავისუფალი ბოლოები კონტურის ქვედა მხარეს მოქცეულია სატვირთო ბლოკით აღჭურვილ ჩამჭერში ისე, რომ იქმნება მზიდი ბაგირის ერთი მთლიანი ჩაკეტილი კონტური, ამასთან, ჩამჭერი ერთი მხრიდან ხისტად არის დაკავშირებული ჯალამბრის ერთ-ერთ საწვევ ბაგირთან, ხოლო მეორე მხრიდან სატვირთო კაკვით აღჭურვილი მეორე საწვევი ბაგირი გატარებულია ჩამჭერის ბლოკში, ამასთან, საწვევი ბაგირები განლაგებულნი არიან მზიდი ბაგირის კონტურის პარალელურად – ვერტიკალურ სიბრტყეში და მონაცვლეობით ასრულებენ საწვევი და უკუსვლის ბაგირების ფუნქციებს; ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის დამჭიმი მოწყობილობა

აღჭურვილია სრახნული მექანიზმით, ჩამჭერი შედგება მეტალის ორი ფირფიტისაგან ბაგირების ჩასადები ღარებით.

განივგასატანი ორმხრივი საბაგრო მორსათრევი დანადგარი ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირით (ნახ. 17) შეიცავს: სამდლოიან



ნახ. 17. განივგასატანი ორმხრივი საბაგრო მორსათრევი დანადგარი ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირით

ჯალამბარს 1, რომლის ძირითადი საწევი ბაგირის 2 დოლი 3 და დამხმარე საწევი ბაგირების 4, 5 დოლები 6, 7 შესრულებულია ცალ - ცალკე, თითოეული ინდივიდუალური ამძრავით, ზეზემდგომ ხეებზე ან სპეციალურ ანძებზე დამაგრებულ ძირითად მზიდ ბაგირს 8, მასზე მოძრავი ერთღარიანი სატვირთო ბლოკით 9 აღჭურვილი ურიკით 10,

საჩერს 11, რომლის ერთდარიან ბლოკ ში 12 გატარებულია ძირითადი საწევი ბაგირი 2, ხოლო ორი განმხოლოებული ბლოკისაგან 13, 14 შემდგარ ბლოკში 15 გატარებულია დამხმარე საწევი ბაგირები 4 და 5, რომლებიც შემდეგ გატარებულნი არიან მიმართველ ბლოკებში 16, 17, ძირითადი მზიდი ბაგირის 8 ქვეშ, ტრასის განივი მიმართულებით მიწის ზედაპირიდან ორი მეტრის სიმაღლეზე დამონტაჟებულ ხრახნული მექანიზმით 18 აღჭურვილ ბლოკებს 19, მათზე ვერტიკალურ სიბრტყეში შემოვლებულ ჩაკეტილკონტურიან მზიდ ბაგირს 20, მისი თავისუფალი ბოლოების შემაერთებელ, სატვირთო ბლოკით 21 აღჭურვილ ჩამჭერს 22, რომელსაც ცალი მხრიდან ხისტად უკავშირდება ერთ -ერთი დამხმარე საწევი ბაგირი 4, ხოლო მეორე მხრიდან მეორე დამხმარე საწევი ბაგირი 5 გატარებულია სატვირთო ბლოკში 21, საწევი ბაგირები 2 და 5 ბოლოვდება კაკვებით 23, 24.

განივგასატანი ორმხრივი საბაგირო მორსათრევი და ნადგარი ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირით მუშაობს შემდეგნაირად: საბაგირო დანადგარისათვის გაკაფული ძირითადი ტრასის ზედა და ქვედა ბაქნებზე შერჩეულ ხეებზე (ან სპეციალურ ანძებზე) მთავარი მზიდი ბაგირის 8 დაჭიმვისა და მასზე ძირითადი ურიკის 10 და საჩერის 11 დაკიდვის შემდეგ, საბაგირო დანადგარის მზიდი ბაგირის ქვეშ, განივი მიმართულებით ნებისმიერ მანძილებზე ტრასის ორივე მხარეს, მიწის ზედაპირიდან ორი მეტრის სიმაღლეზე, ზეზემდგომ ხეებზე დაამონტაჟებენ ხრახნული მექანიზმით 18 აღჭურვილ ბლოკებს 19, რომლებზედაც ვერტიკალურ სიბრტყეში შემოავლებენ ჩაკეტილკონტურიან მზიდ ბაგირს 20, ისე რომ მის თავისუფალ ბოლოებს მოაქცევენ კონტურის ქვემოთ და ჩაამაგრებენ სატვირთო ბლოკით 21 აღჭურვილ ჩამჭერში 22, შემდეგ ხრახნული მექანიზმის საშუალებით დაჭიმავენ ჩაკეტილკონტურიან მზიდ ბაგირს 20 ჩაკიდულობის ის რის მინიმუმამდე შესამცირებლად; ამის შემდეგ, საჩერის 11 ერთდარიან ბლოკში 12 გატარებულ ძირითად საწევ ბაგირს 2 გაატარებენ ძირითადი ურიკის 10 სატვირთო ბლოკში 9, ხოლო დამხმარე საწევ ბაგირებს 4, 5 საჩერის 11 ორი განმხოლოებული ერთდარიანი ბლოკებისაგან 13, 14 შემდეგ არ ბლოკში 15 გატარების შემდეგ, გაატარებენ ჯერ მიწის ზედაპირთან ახლოს მდებარე მიმართველ ბლოკებში 16, ხოლო შემდეგ ხრახნული



მექანიზმით 18 აღჭურვილი ბლოკების 19 ქვემოთ დამაგრებულ მიმართველ ბლოკებში 17, დამხმარე საწვევ ბაგირს 4 ჩააბამენ ჩამჭერს 22 ხისტად, ხოლო სატვირთო კაკვით 24 აღჭურვილი მეორე დამხმარე საწვევ ბაგირს 5 გაატარებენ ჩამჭერის 22 სატვირთო ბლოკში 21. დანადგარი მზად არის ექსპლუატაციისათვის. ამის შემდეგ, მეჯალამბრეს ეძლევა სიგნალი, ის ჩართავს ჯალამბრის 1 დოლს 6, ხოლო დოლს 7 გადაიყვანს თავისუფალ სვლაზე. დოლი 6 -ის საშუალებით დაიწყება დამხმარე საწვევი ბაგირის 4 დახვევა, რის შედეგადაც ჩამჭერი 22 და სატვირთო კაკვით 24 დაბოლოებული დამხმარე საწვევი ბაგირი 5 გავა ტყესაკაფზე – ფერდობის განივი მიმართულებით. ჩამჭერის და შესაბამისად დამხმარე საწვევი ბაგირის 5 კაკვიანი ბოლოს 24 სასურველ მანძილზე გაყვანის შემდეგ მეჯალამბრეს ეძლევა სიგნალი და ის ამუხრუჭებს დოლს 6, მუშები გახსნიან ჩამჭერის 22 საკეტს და დამხმარე საწვევ ბაგირს 5 კაკვიანად 24 გაათრევენ ტყესაკაფზე ქვემოთ – ფერდობის გრძივი მიმართულებით და ჩააბამენ მოჭრილ ხეს ან სორტიმენტს, ამის შემდეგ ეძლევა სიგნალი მეჯალამბრეს, ის ჩართავს ჯალამბრის 1 დოლს 7 და დაახვევს ბაგირს 5 დოლზე 7, მანამ სანამ კაკვი 24 ტვირთთან ერთად არ მიებჯინება ჩამჭერს 22 და არ დაფიქსირდება მასში, რის შემდეგაც კვლავ ეძლევა სიგნალი მეჯალამბრეს და მას გადაჰყავს დოლი 6 სამუხრუჭე რეჟიმიდან თავიდუფალ რეჟიმში, ხოლო დოლი 7 აგრძელებს ბრუნვას და გადაადგილებს ჩამჭერს და მასთან ერთად მორს ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში ფერდობის განივი მიმართულებით საბაგირო დანადგარს ძირითად ტრასამდე. აქ მეჯალამბრე აჩერებს დოლებს 6 , 7 და მას შემდეგ, რაც მუშები გაათავისუფლებენ კაკვს 24 ჩამჭერის 24 საკეტისაგან – დაუშვებს ტვირთს მიწაზე. ამის შემდეგ, მუშები გაათავისუფლებენ ტვირთს დამხმარე საწვევი ბაგირის 5 კაკვისაგან 24 და ჩააბამენ მას ძირითადი საწვევი ბაგირის 2 სატვირთო კაკვს 23. ძირითადი სატვირთო დოლით 3 იწყებ ა ძირითადი საწვევი ბაგირის 2 დახვევა მანამ, სანამ სატვირთო კაკვი 23 არ მიებჯინება ძირითად ურიკას 10 და არ დაფიქსირდება მასში. მუშები გაათავისუფლებენ ძირითად სატვირთო ურიკას 10 საჩერისაგან 11, ძირითადი სატვირთო დოლი 3 გადადის სამუხრუჭე რეჟიმში და ურიკა 10 ტვირთით იწყებს

მოძრაობას ფერდობის გრძივი მიმართულებით ქვემოთ – ზედა საწყობამდე. ტვირთის ჩამოსხნის შემდეგ ძირითადი ურიკა 10 კვლავ ბრუნდება ტყესაკაფზე შემდგომი ტვირთის ტრანსპორტირებისათვის.

დროის იმ მონაკვეთში, რომელშიც ძირითადი ურიკა 1 0 ახორციელებს ტვირთის 26 ჩამოტანას ზედა საწყობამდე და უქმი სვლით უკან ტყესაკაფზე დაბრუნებას, ჩამჭერი 22 დამხმარე საწვეი ბაგირის 5 საშუალებით გაჰყავთ ტყესაკაფზე ძირითადი ტრასის მეორე მხარეს – იქ დამზადებული სორტიმენტის მოსათრევად. ამ შემთხვევაში სორტიმენტის ჩაბმა, მოთრევა და ჩახსნა ხორციელდება პირველი შემთხვევის ანალოგიურად, განსხვავებას წარმოადგენს ის, რომ მეორე შემთხვევაში დამხმარე საწვეი ბაგირი 5 ასრულებს უქმი სვლის ბაგირის ფუნქციას.

## **2.4. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის კვლევა**

### **2.4.1. მაღალმთიანი ტყესაკაფების ათვისების ახალი ტექნოლოგიის და ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირით აღჭურვილი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სამუშაო პროცესის დახასიათება**

ხე-ტყის დამზადების სამუშაო პროცესის კომპლექსური მექანიზაციის ეკოლოგიურად უვნებელი ტექნოლოგიური სქემა №7ა (ნახ. 14) გათვალისწინებულია რთული ორსაფეხურიანი ტყესაკაფების ასათვისებლად. ამ სქემის მიხედვით ტყესაკაფის I ზედა ზონაში ხე - ტყის დამზადების სამუშაო პროცესის განსახორციელებლად, განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარით წარმოების მორთრევის სამი ძირითადი ოპერაცია:

– საბაგირო დანადგარის ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ჩამჭერის ბლოკში გატარებული კაკვიანი საწვეი ბაგირით ფერდობზე ქვევიდან ზევით მოჭრილი ხის მორთრევა კაკვის საკიდში დაფიქსირებამდე; ამ დროს, მეორე საწვეი ბაგირი, რომელიც ხისტად არის დაკავშირებულ ი მზიდი ბაგირის ჩამჭერთან იმყოფება დამუხრუჭებულ მდგომარეობაში;

– ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირი მასზე განივი საწვევი ბაგირის კაკვზე ჯამბართ დაკიდებულ მორთან ერთად გადაადგილდება საბაგრო დანადგარის ძირითად ტრასამდე, რითაც ხორციელდება მორთრევა მორის ან შეკრულას ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში;

– საბაგრო დანადგარის ძირითად ტრასამდე მორთრეული მორის ან შეკრულას ჩამოშვება ზედა საწყობზე.

ძირითადი ოპერაციების გარდა, მთავორიან ტყესაკ აფებზე ხე - ტყის მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესი №7ა ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით, მოიცავს დამხმარე ოპერაციებსაც: ძირითადი ურიკის დანიშნულების ადგილზე მიყვანა და მსდექთან დაკავშირება; ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი განივი მზიდი ბაგირის ჩამჭერის და მის ბლოკში გატარებული კაკვიანი საწვევი ბაგირის გატანა ტყესაკაფზე განივი მიმართულებით დანიშნულების ადგილზე; კაკვიანი საწვევი ბაგირის ფერდობზე ქვევით, მოჭრილ ხესთან ჩატანა (სრულდება ხელით); მოჭრილი ხის ჩაბმა (ხელით); ფერდობიდან ამოთრეული ხის დამორვა (ხელით); მთავარ ტრასასთან მორთრეული მორის ჩახსნა და მთავარი საწვევი ბაგირის კაკვზე ჩაბმა (ხელით) და ა.შ.

მაშასადამე, როგორც ხე -ტყის მორთრევის №7ა ტექნოლოგიური სქემიდან ჩანს, ჩაკეტილკონტურიანი განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის საწვევი ბაგირები მუშაობენ სამ რეჟიმში:

- მოჭრილი ხის მთლიანად მიწაზე მორთრევის რეჟიმი (ფერდობზე ქვევიდან ზევით მოჭრილი ხის მორთრევის პროცესი);
- მორის ან შეკრულას ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში მიწაზე მორთრევის რეჟიმი (მორის ან შეკრულას განივი მიმართულებით საბაგრო დანადგარის ტრასამდე მორთრევის პროცესი);
- მორის ან შეკრულას მთლიანად დაკიდებულ მდგომარეობაში მორთრევის რეჟიმი (მთავარი საწვევი ბაგირით მორის ან შეკრულას ზედა საწყობზე ჩამოშვების ან ატანის პროცესი) [5-8].

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, განივგადასატანი ჩაკეტილ კონტურიანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის ძირითადი პარამეტრების დასადგენად, კერძოდ ბაგირებზე მოდებული წვევის ძალისა და ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის ჩაკიდებულობის და დაჭიმულობის სიდიდეების განსაზღვრის მიზნით, ჩატარებულია

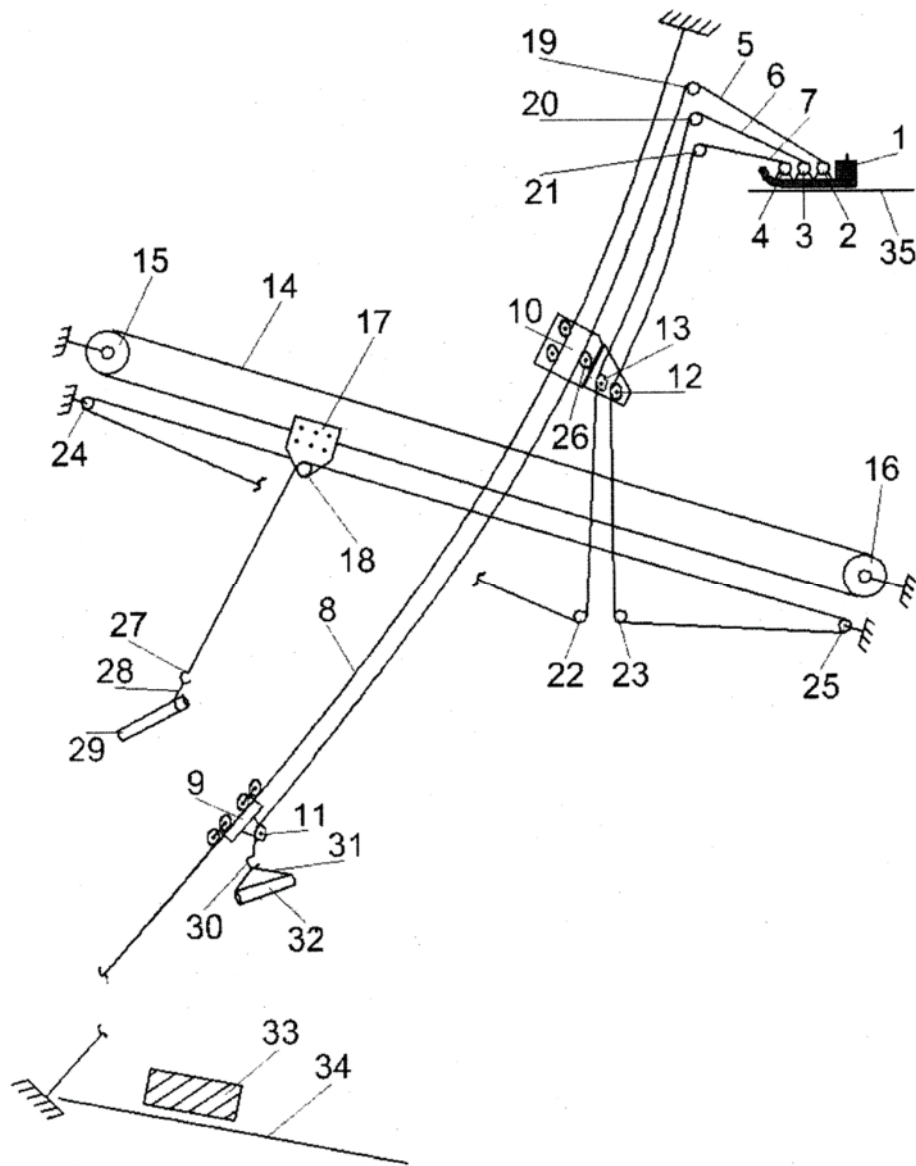
თეორიული გამოკვლევები, რისთვისაც დამუშავებულია კვლევის ახალი მეთოდოლოგიები.

ახალი მეთოდოლოგიების საფუძველზე საბაგრო დანადგარის ჯალამბრის საწვევი ბაგირები ისათვის მაქსიმალური საანგარიშო წვევის ძალის განსაზღვრის მიზნით შედგენილია მოძრაობის სქემები. თითოეულ სქემაში დადგენილია მოდების წერტილები, სადაც აღიძვრება წინააღმდეგობის ძალები. თითოეულ საწვევ ბაგირზე მოდებული წინააღმდეგობის ძალის განსაზღვრის შემდეგ, მათი თანმიმდევრობითი შეჯამებით მიიღება საწვევ ბაგირებზე მოდებული მაქსიმალური წვევის ძალის სიდიდეების მნიშვნელობები, მოძრაობის საწყისი წერტილიდან დოლზე მიწყდომის წერტილამდე. ამასთან, უნდა აღინიშნოს, რომ წვევის ძალის სიდიდე თითოეული საწვევი ბაგირისათვის, დამოკიდებულია ბაგირის საწყის მდგომარეობაში დაბრუნების ხერხზე. განასხვავებენ საწვევი ბაგირის საწყის მდგომარეობაში დაბრუნების ორ ხერხს: მექანიზებული წესით, ანუ მეორე საწვევი ბაგირით, ან უკუსვლის ბაგირით და მეორე ხერხი -საწვევი ბაგირის დაბრუნება საწყის მდგომარეობაში ხელით.

#### **2.4.2. განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის ჯალამბრის წვევის ძალის განსაზღვრა ფერდობზე ქვევიდან ზევით განივ ტრასამდე მოჭრილი ხის მორთრევის დროს**

მთავორიან პირობებში № 7ა ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით ხე-ტყის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის ოპერაციების თანმიმდევრობიდან გამომდინარე, პირველი ძირითადი ოპერაცია არის ფერდობზე ქვევიდან ზევით მოჭრილი ხის ამოზიდვა განივ ტრასამდე, რაც პირველი რეჟიმის თანახმად ხორციელდება მთლიანად მიწაზე მორთრევით (ნახ. 18) [5-6].

ნახ. 18 -ზე მოცემული განივგადასატანი ჩაკეტილკ ონტურიანი ბაგირ-ბლოკური საბაგრო მორსათრევი დანადგარის სქემა მოიცავს: 1 – ჯალამბარი; 2, 3, 4 – საწვევი და უკუსვლის ბაგირების დოლები; 5, 6, 7 – საწვევი და უკუსვლის ბაგირები; 8 – ძირითადი მზიდი ბაგირი; 9 – ურიკა; 10 – მსდექი; 11 – ურიკის ძირითადი საწვევი ბაგირის ბლოკი; 12,



ნახ. 18. განივგადასატანი ჩაკეტილკონტურიანი ბაგირ-ბლოკური საბაგირო მორსათრევი დანადგარის კვლევის საერთო სქემა

13 - მსდექის საწვეი და უკუსვლის ბაგირების ბლოკები; 14 - განივგადასატანი ჩაკეტილ-კონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირი; 15, 16 - ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის ბლოკები; 17 - ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის კონტურის შემკვერელი ჩამჭერი; 19 - ჩამჭერის საწვეი ბაგირის ბლოკი; 20, 21 - ანძებზე დამაგრებული საწვეი და უკუსვლის ბაგირების ბლოკები; 22, 23 - ჯირკებზე დამაგრებული ბლოკები; 24, 25 - ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის ანძებზე დამაგრებული საწვეი და უკუსვლის ბაგირების ბლოკები; 26 - მსდექის ძირითადი საწვეი ბაგირის ბლოკი;

27 – კაკვი საწვევი ბაგირით; 28 – ჩოკერი-ჯამბარა; 29 – მოჭრილი ხე; 30 – ძირითადი საწვევი ბაგირის კაკვი; 31 – ჯამბარა ტორსული კაკვებით; 32 – მორი; 33 – ზედა საწყოები; 34 – ავტოტყესაზიდი მაგისტრალური გზა.

მოჭრილი ხე ფერდობზე გადაადგილება ქვევიდან ზევით კაკვიანი განივი საწვევი ბაგირით, ხოლო მეორე განივი საწვევი ბაგირი, რომელიც ხისტად არის დაკავშირებული განივგადასატანი მზიდი ბაგირის ჩამჭერთან, იმყოფება დამუხრუჭებული მდგომარეობაში და ასრულებს უძრავი საყრდენის მოვალეობას. ამ შემთხვევაში, ჯალამბრის ერთ ღერძზე დასმული განივი საწვევი და უკუსვლის ბაგირების დოლები ელექტრო ქუროს საშუალებით ერთმანეთისაგან არის გათიშული.

განივგადასატანი მზიდი ბაგირის ტრასამდე მოჭრილი ხის მიწაზე თრევით ამოზიდვის შემდეგ, მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესი შეიძლება გაგრძელდეს საწვევი ბაგირის კაკვის ბლოკის ჩამჭერში დაფიქსირების შემდეგ, ანუ განხორციელდეს მოჭრილი ხის მორთრევა საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ძირითად ტრასამდე ნახევრად - დაკიდებულ მდგომარეობაში. ამ შემთხვევაში, განივი საწვევი ბაგირის დოლები გადაბმულია ერთმანეთთან ელექტრო ქუროთი და ერთდროულად ასრულებენ ბრუნვით მოძრაობას; იმ განსხვავებით, რომ კაკვიანი განივი საწვევი ბაგირი ეხვევა დოლზე, ხოლო ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ჩამჭერთან ხისტად დაკავშირებული ჩამჭერის და ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის უკან დასაბრუნებელი საწვევი ბაგირი გადმოეხვევა დოლიდან. საბაგირო დანადგარის ძირითად ტრასამდე მოჭრილი ხის გადაადგილების შემდეგ ხდება მისი ჩახსნა განივი საწვევი ბაგირის კაკვიდან და განივგადასატანი მზიდი ბაგირი ჩამჭერთან და კაკვიან საწვევი ბაგირთან ერთად მეორე განივი საწვევი ბაგირით ბრუნდება უკან ტყესაკაფზე. ამ შემთხვევაში, განივი საწვევი ბაგირის დოლები ბრუნავენ საწინააღმდეგო მიმართულებით, რაც განხორციელებულია რვეერსული ელ. ძრავით.

მეორე ვარიანტის განხორციელების დროს, ფერდობზე ქვევიდან ზევით განივგადასატანი მზიდი ბაგირის ტრასამდე მოჭრილი ხის ამოზიდვის შემდეგ, ხდება მისი ჩახსნა განივი საწვევი ბაგირის

კაკვისაგან და დამორვა, საბაგირო დანადგარის ძირითად ტრასამდე გადასაადგილებლად. გათავისუფლებული კაკვიანი განივი საწვევი ბაგირი ბრუნდება ხელით ფერდობზე შემდეგი მოჭრილი ხის ამოსაზიდად და პროცესი მეორდება.

განიგადასატანი ჩაკეტილკონტურიანი ბაგირ-ბლოკური საბაგირო მორსათრევი დანადგარით (ნახ. 18) მთაგორიან ტყესაკაფზე ხე -ტყის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის მორთრევის ოპერაციის განხორციელების დროს, როგორც უკვე იყო აღნიშნული ძალების მოდების წერტილებში აღიძვრება წინააღმდეგობები, რომლებიც უნდა გადაილახოს დანადგარის ჯალამბრის საწვევი ბაგირებით [30, 39].

ზოგადად, რომელიმე სახის ზედაპირზე, მა თ შორის ტყის გრუნტზე, ტვირთის, ჩვენ შემთხვევაში, მოჭრილი ხის შოლტის ან შორის გადაადგილების დროს, სახუნით გამოწვეული წინააღმდეგობა განისაზღვრება ფორმულებით:

ჰორიზონტალურ ზედაპირზე

$$W_1 = Q\omega; \tag{64}$$

დახრილ ზედაპირზე ზევით

$$W_1 = Q(\sin \alpha + \omega \cos \alpha); \tag{65}$$

დახრილ ზედაპირზე ქვევით

$$W_1 = Q(\omega \cos \alpha - \sin \alpha), \tag{66}$$

სადაც  $Q$  – გადასაადგილებელი ტვირთის წონა, 2000 კგ;

$\alpha$  – ფერდობის აწვევის კუთხე, 35°;

$\omega$  – ტყის გრუნტზე ხე -ტყის გადაადგილების წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, საშუალოდ მიიღება 0,6-ის ტოლი.

ტყის გრუნტზე ხე -ტყის მორთრევის დროს, საჭიროა გავითვალისწინოთ  $\omega$ -ს ცვალებადობა წლის დროსთან და საწვევ ბაგირზე ტვირთის ჩაბმის ხერხთან დამოკიდებულებაში. საქართველოს სხვადასხვა რაიონებში ჩატარებული ექსპერიმენტული გამოკვლევების საფუძველზე  $\omega$ -ს მნიშვნელობა შეიძლება მივიღოთ: ზამთარში – თოვლზე 0,35-0,45 და ზაფხულში – 0,7-0,8.

(64), (65) და (66) ფორმულების თანახმად, ტყის გრუნტზე ხე -ტყის მორთრევის წინააღმდეგობის კოეფიციენტის გათვალისწინებით მივიღებთ:

ვაკეზე –  $W_1 = (700 - 1600)$  კგ;

ფერდობზე ზევით –  $W_1 = (1720 - 2457)$  კგ;

ფერდობზე ქვევით  $W_1 = -573$  კგ-დან 163 კგ-მდე.

მაშასადამე, 35 °-ით დახრილ ფერდობზე განივგადასატანი საბაგირო დანადგარის საწვევ ბაგირზე წინააღმდეგობის ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობა მოჭრილი ხის ან შოლტის ქვევიდან ზევით მიწაზე თრევით ამოსაზიდად ტოლია 2457 კგ-ისა.

საბაგირო მორსათრევი დანადგარი, რომელიც აღჭურვილია ჩაკეტილკონტურიანი განივგადასატანი (ნახ. 19) მოჭრილი ხის ან შოლტის ქვევიდან ზევით ფერდობზე მორთრევის დროს, წინააღმდეგობის ძალა გადაადგილებაზე შეიძლება განისაზღვროს, აგრეთვე მორსათრევი დანადგარის ჯალამბრის წვევის ძალის საანგარიშო ფორმულით, რომელსაც საერთო ზოგადი შემთხვევისათვის შემდეგი სახე აქვს:

$$W_1 = Q \frac{\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha + \frac{a}{g}}{(1 + \mu_1 \mu_2) \cos(\varphi - \alpha) + (\mu_1 - \mu_2) \sin(\varphi - \alpha)}, \quad (67)$$

სადაც  $\mu_1$  და  $\mu_2$  შესაბამისად უძრავი და მოძრავი საყრდენების ტვირთთან ხახუნის კოეფიციენტები;

$a$  – ტვირთის აჩქარება, მ/წმ<sup>2</sup>;

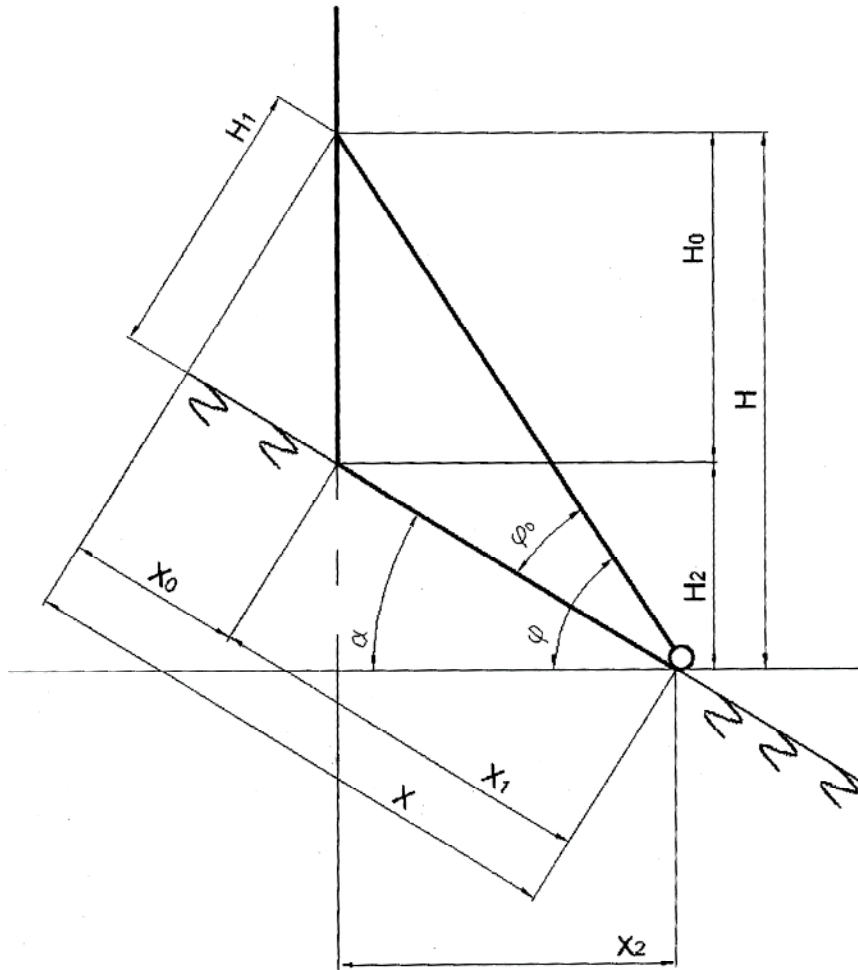
$g$  – სიმძიმის ძალის აჩქარება, მ/წმ<sup>2</sup>;

$\varphi$  – კუთხე, ბაგირის მოძრაობის მიმართულებასა და ჰორიზონტალს შორის, გრად.

ჩვენ შემთხვევაში, სატვირთო -საწვევი ბაგირის მოძრაობის მიმართულება არ ემთხვევა ტვირთის გადაადგილების მიმართულებას (ნახ. 19) და ხახუნი მოძრავ საყრდენსა, ანუ ბაგირსა და ტვირთს შორის არ არსებობს. ტვირთის სიმძიმის ცენტრში მოდებული ძალებია: ტვირთის წონა  $Q$ ; მოძრავი საყრდენის რეაქციის ძალა, ანუ წვევის ძალა  $W_1$ ; ტვირთის მოძრაობის დროს უძრავ საყრდენთან ადრული ხახუნის ძალა  $F_0$  და ტვირთის ინერციის ძალა  $P_i$ . ამ შემთხვევაში, წვევის ძალა  $W_1$ , როგორც მოძრავი საყრდენის რეაქცია განისაზღვრება ფორმულით

$$W_1 = Q \frac{\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha + \frac{a}{g}}{\cos(\varphi - \alpha) + \mu_1 \sin(\varphi - \alpha)}. \quad (68)$$





ნახ. 19. მოჭრილი ხის ქვევიდან ზევით ფერდობზე მორთრევის საანგარიშო სქემა

საწვეი ბაგირის თანაბარი სიჩქარით მოძრაობის დროს,  $\varphi_0 = \varphi - \alpha$  მცირე კუთხეებისათვის ტვირთის აჩქარება უმნიშვნელოა და შეგვიძლია უგულებელვყოთ, მაშინ ტვირთის ინერციის  $P_i$  ძალა იქნება ნულის ტოლი. ამ შემთხვევაში, ფორმულა (68) მიიღებს შემდეგ სახეს

$$W_1 = Q \frac{\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha}{\cos(\varphi - \alpha) + \mu_1 \sin(\varphi - \alpha)}. \quad (69)$$

იმ შემთხვევაში, როცა ფერდობის დახრის კუთხე  $\alpha = 0$  და  $\varphi - \alpha > 0$ , მივიღებთ

$$W_1 = Q \frac{\mu_1 + \frac{a}{g}}{\cos \varphi + \mu_1 \sin \varphi}. \quad (70)$$

ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ტრასასთან, უფრო სწორად ბაგირის ჩამჭერთან ტვირთის მიახლოებასთან ერთად იზრდება,

როგორც  $\varphi$  კუთხე (ნახ. 19), ასევე ტვირთის გადაადგილების სიჩქარე; მაშასადამე, ტვირთი მოძრაობს არათანაბარი სიჩქარით, ანუ აჩქარებულიად, რომელიც იანგარიშება ფორმულით

$$a = \frac{V^2}{X} \operatorname{tg}^2(\varphi - \alpha) = \frac{V^2}{X} \operatorname{tg}^2 \varphi_0, \quad (71)$$

ხოლო სიჩქარე

$$V_{\delta} = \frac{V}{\cos(\varphi - \alpha)} = \frac{V}{\cos \varphi_0}, \quad (72)$$

სადაც  $X$  – კოორდინატა,

$$X = X_1 + H_1 \sin \alpha = 5,0 + 2,0 \sin 35^\circ = 5,0 + 2,0 \cdot 0,57358 = 6,15 \text{ მ};$$

$X_1$  – კოორდინატა, მანძილი ტვირთიდან ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ტრასამდე, 5,0 მ (ნახ. 19).

$\varphi$  კუთხის მნიშვნელობის დასადგენად ვიპოვოთ მანძილი ნიადაგის საფარის ზედაპირიდან ჰორიზონტალამდე.

ნიადაგის ზედაპირიდან ჩამჭერის დაცილების მანძილი, როგორც ვიცით ტოლია  $H_1 = 2,0$  მ. მის გაგრძელებაზე მანძილი ჰორიზონტალამდე

$$H_2 = X_1 \sin \alpha = 5,0 \sin 35^\circ = 5,0 \cdot 0,57358 = 2,9 \text{ მ},$$

მაშინ მთლიანი მანძილი ჩამჭერიდან ჰორიზონტალამდე ტოლია

$$H = H_1 + H_2 = 2,0 + 2,9 = 4,9 \text{ მ}.$$

ნახ. 19-დან კუთხე  $\varphi$  ტოლია

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{H}{X_2} = \frac{4,9}{4,1} = 1,195; \quad \varphi = 50^\circ;$$

$$X_2 = X_1 \cos \alpha = 5,0 \cdot \cos 35^\circ = 5,0 \cdot 0,81915 = 4,1 \text{ მ},$$

თუ მივიღებთ, რომ სატვირთო ბაგირის სიჩქარე ტოლია 1,0 მ/წმ, მაშინ (71) და (72) ფორმულების თანახმად

$$V_{\delta} = \frac{1,0}{\cos(50^\circ - 35^\circ)} = \frac{1,0}{\cos 15^\circ} = \frac{1,0}{0,96593} = 1,04 \text{ მ/წმ};$$

$$a = \frac{V^2}{X} \operatorname{tg}^2 \varphi_0 = \frac{1,0^2}{6,15} \operatorname{tg}^2 15^\circ = \frac{1,0^2}{6,15} \cdot 0,26795^2 = 0,0117 \text{ მ/წმ}^2.$$

ფორმულებიდან (69) და (70) შემაგალი სიდიდეების მაქსიმალური მნიშვნელობებისათვის მოჭრილი ხის ან შოლტის ჩაკეტილკონტურიანი

მზიდი ბაგირის ტრასამდე. ფერდობზე ქვევიდან ზევით ამოსაზიდად საჭირო მაქსიმალური წვევის ძალა ტოლი იქნება

$$W_1 = 2000 \cdot \frac{0,6 \cos 35^\circ + \sin 35^\circ}{\cos(50^\circ - 35^\circ) + 0,6 \sin(50^\circ - 35^\circ)} =$$

$$= 2000 \cdot \frac{0,6 \cdot 0,81915 + 0,57358}{0,96593 + 0,6 \cdot 0,25882} = \frac{2000 \cdot 1,065}{1,121} = 1900 \text{ კგ};$$

$$W_1 = 2000 \frac{0,6 + \frac{0,0117}{9,81}}{\cos 50^\circ + 0,6 \sin 50^\circ} = 2000 \frac{0,6 + 0,0012}{0,64279 + 0,6 \cdot 0,76604} = 1091 \text{ კგ}.$$

ტვირთის აჩქარების გათვალისწინებით ფერდობზე ქვევიდან ზევით მორთრევის დროს (68) ფორმულის თანახმად გვექნება

$$W_1 = 2000 \cdot \frac{0,6 \cos 35^\circ + \sin 35^\circ + (0,0117 : 9,81)}{\cos(50^\circ - 35^\circ) + 0,6 \sin(50^\circ - 35^\circ)} =$$

$$= 2000 \cdot \frac{0,6 \cdot 0,81915 + 0,57358 + 0,0012}{0,96593 + 0,6 \cdot 0,25882} = 2000 \frac{1,0663}{1,121} = 1902 \text{ კგ}.$$

ანგარიშიდან ჩანს, რომ საწვევი ბაგირის 1,0 მ/წმ სიჩქარით მოძრაობის შემთხვევაში, ტვირთის გადაადგილების აჩქარება  $a = 0,0117$  მ/წმ<sup>2</sup> უმნიშვნელოა და საბაგირო დანადგარის ჯალამბრის წვევის ძალის ანგარიშის დროს, როცა ტვირთი გადაადგილდება 35 °-ით დახრილ ფერდობზე ქვევიდან ზევით, შეიძლება უგულებელვყოთ.

მივიღეთ, რომ 35 °-ით დახრილ ტყესაკაფზე განივგადასატანი ჩაკეტილკონტურიანი საწვევი ბაგირით აღჭურვილი მორსათრევი დანადგარით მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის ყველა რთული ოპერაციის – ფერდობზე ქვევიდან ზევით მოჭრილი ხის მთლიანად მიწაზე თრევით გადაადგილების დროს, ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ჩამჭერის ბლოკის დამაფიქსირებელ მოწყობილობამდე, მაქსიმალური წვევის ძალის სიდიდე ტოლია 2457 კგ, რაც მიღებულია ტყის გრუნტზე ხე-ტყის გადაადგილების წინააღმდეგობის კოეფიციენტის  $\omega$ -ს გათვალისწინებით. წვევის ძალის საანგარიშო ფორმულით (68), როცა  $\varphi - \alpha > 0$  მიღებულია, რომ  $W_1 = 1900$  კგ-ს. განსხვავება წვევის ძალის მნიშვნელობებს შორის განპირობებულია ტყის გრუნტზე ხე-ტყის გადაადგილების წინააღმდეგობის  $\omega$  კოეფიციენტის დიდ ზღვრებში

ცვალებადობით, რაც დაკავშირებულია წლის დროის და საწვევი ბაგირის ტვირთთან ჩაბმის ხერხთან –  $\omega = 0,35 - 0,8$ .

მიღებული წვევის ძალის მნიშვნელობები ითვალისწინებს იმ შემთხვევას, როცა მოდების წერტილი იმყოფება ტვირთთან უშუალო სიახლოვეზე. განივგადასატანი ბაგირ-ბლოკური საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ჯალამბრის დოლზე მოდებული წვევის ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობის დასადგენად. როგორც ეს უკვე იყო აღნიშნული, საჭიროა აგრეთვე გაითვალისწინოთ ტვირთსა და დოლს შორის აღძრული წინააღმდეგობები: სატვირთო ბაგირის ტყის გრუნტზე გადაადგილების, ბლოკების ბრუნვის და ა.შ. [40-47].

საწვევი ბაგირის ტყის გრუნტზე გადაადგილების წინააღმდეგობა: ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე

$$W_2 = G_1 L_1 \omega_1; \quad (73)$$

დახრილ სიბრტყეზე:

ზევით

$$W_2 = G_1 L_1 (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha), \quad (74)$$

ქვევით

$$W_2 = G_1 L_1 (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha), \quad (75)$$

სადაც  $G_1 - 1$  გრძ.მ 11 მმ-იანი კვეთის დიამეტრის საწვევი ბაგირის წონა, 0,45 კგ;

$L_1$  – საწვევი ბაგირის თავისუფალი სიგრძე, მ;

$\omega_1$  – ტყის გრუნტზე ფოლადის ბაგირის გადაადგილების წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, 0,2.

საწვევი ბაგირის თავისუფალი სიგრძე, განივგადასატანი ბაგირ - ბლოკური საბაგირო დანადგარით ფერდობზე ქვევიდან ზევით მოჭრილი ზის ან შოლტის გადაადგილების მანძილი ტყის გრუნტზე მივიღოთ  $L_1 = 70$  მ.

ფორმულებით (73), (74) და (75) 11 მმ -იანი კვეთის დ იამეტრის საწვევი ბაგირის გადაადგილების წინააღმდეგობის ძალა შესაბამისად ტოლია

$$W_2 = 0,45 \cdot 70 \cdot 0,2 = 6,3 \text{ კგ};$$

ფერდობზე ზევით

$$W_2 = 0,45 \cdot 70(\sin 35^\circ + 0,2 \cdot \cos 35^\circ) = 0,45 \cdot 70(0,57358 + 0,2 \cdot 0,81915) = 23,3 \text{ კგ};$$

ფერდობზე ქვევით

$$W_2 = 0,45 \cdot 70(0,2 \cdot \cos 35^\circ - \sin 35^\circ) = 0,45 \cdot 70(0,2 \cdot 0,81915 - 0,57358) = -12,9 \text{ კგ}.$$

მაქსიმალური წვევის ძალა, რომელიც საჭიროა 11 მმ -იანი კვეთის დიამეტრის ბაგირის ფერდობზე ქვევიდან ზევით ტყის გრუნტზე გადასაადგილებლად ტოლია 23,3 კგ-ისა.

მიმართველ ბლოკებზე ბაგირის შემოვლების წინააღმდეგობა

$$W_3 = S_{\text{ბაგ}} \omega_2, \quad (76)$$

სადაც  $S_{\text{ბაგ}}$  – ბაგირის მოცემულ შტოში ბლოკზე მიმწვედომი ძალა, კგ;

$\omega_2$  – ბრუნვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი ბლოკში, გამოწვეული

ბაგირის სიხისტით და ხახუნით ბლოკის საყრდენებში,

სრიალის ხახუნის დროს  $\omega_2 = 0,1$ .

ტვირთის ინერციით გამოწვეული წინააღმდეგობა, აღძრული ადგილიდან დაძვრის მომენტში

$$W_4 = ma = \frac{Q}{g} \cdot \frac{V}{t}, \quad (77)$$

სადაც  $m$  – მორის ან შეკრულას მასა, კგ.წმ<sup>2</sup>/მ;

$V$  – მორის ან შეკრულას გადაადგილების სიჩქარე, მ/წმ, ამ

შემთხვევაში მიღებულია  $V = 0,25$  მ/წმ;

$t$  – დროის პერიოდი, როცა მორი ან შეკრულა დაიწვებს ბაგირის

საბოლოო სიჩქარით გადაადგილებას, მიიღება 3-4 წმ;

მორის ან შეკრულას გადაადგილების სიჩქარე შეიძლება

ვიანგარიშით ფორმულით

$$V = V_{\text{საბ}} - V_{\text{საწ}}, \quad (78)$$

სადაც  $V_{\text{საწ}}$  და  $V_{\text{საბ}}$  – მორის ან შეკრულას საწყისი და საბოლოო

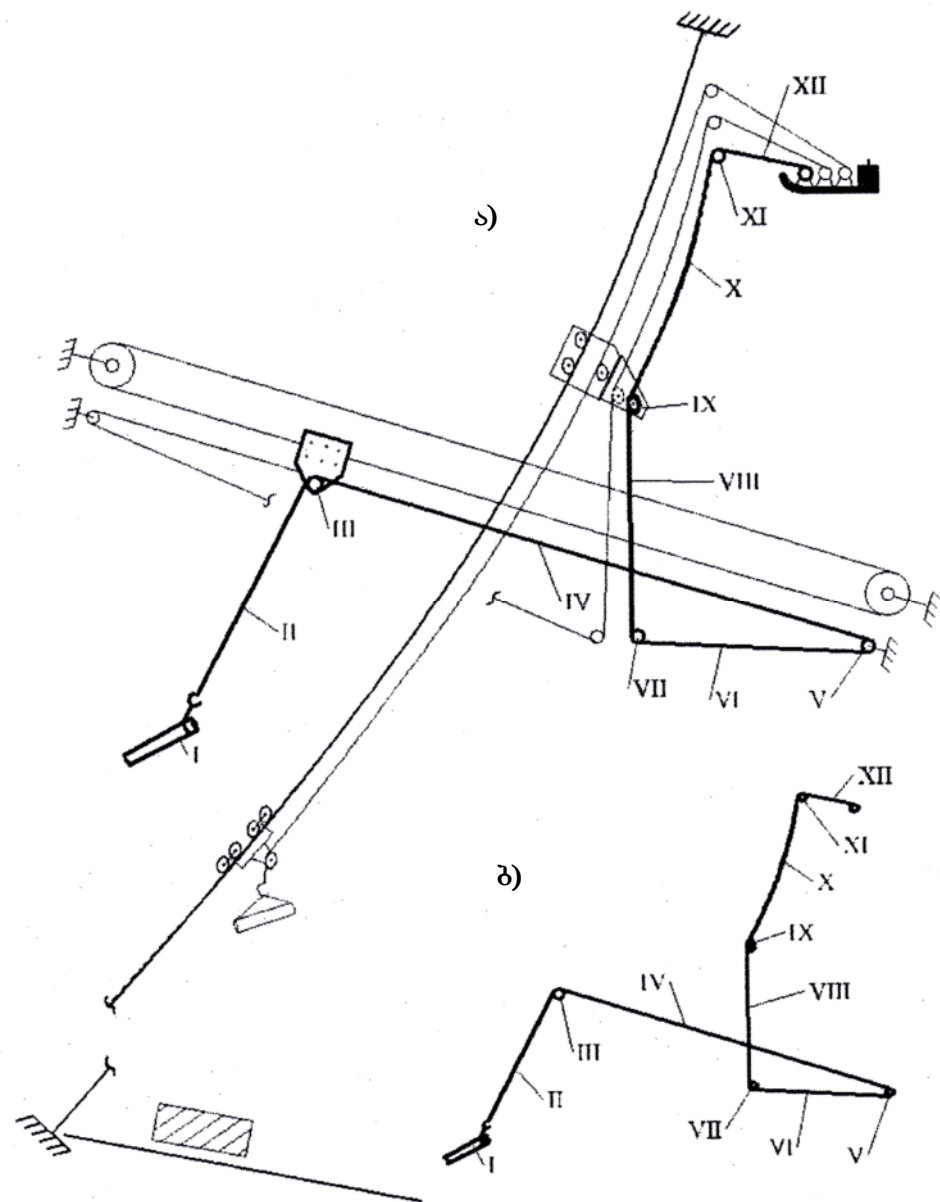
სიჩქარეები, როცა  $V_{\text{საწ}} = 0$ , გვექნება

$$W_4 = \frac{Q \cdot V_{\text{საბ}}}{g \cdot t} = \frac{2000(0,25 \div 1,0)}{9,81 \cdot 3} = 17 \div 68 \text{ კგ}. \quad (79)$$

იმ შემთხვევაში, თუ ტვირთი წაიტაცება ბაგირის მოძრაობის საბოლოო სიჩქარით, მაშინ დრო, რომ ლის განმავლობაშიც ტვირთი იძენს ბაგირის სიჩქარეს იქნება ძალიან მცირე და  $W_4$  ინერციის ძალის მნიშვნელობაც მიაღწევს თავის მაქსიმუმს.

განიგადასატანი ჩაკეტიკონტურიანი ბაგირ-ბლოკური საბაგრო მორსათრევი დანადგარით 35 °-ით დახრილ ფერდობზე მორთრევის ტექნოლოგიური პროცე სის პირველი, ყველაზე რთული ოპერაცია, საწევი ბაგირით მოჭრილი ხის ქვევიდან ზევით გადაადგილების შემდეგ, ითვალისწინებს ჩამჭერი კაკვის და ჯამბარის, ანუ ჩოკერის მორიგ მოჭრილ ხესთან ხელით დაბრუნებას.

ამ შემთხვევაში, მოჭრილი ხიდან საწევ დოლამდე წინააღმდეგობის ძალების მოდების წერტილები (ნახ. 20) განლაგებულია პირველტრასაზე



ნახ. 20. ა, ბ - განიგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა:

ა - მოჭრილი ხის ქვევიდან ზევით ფერდობზე მორთრევის ტრასა;  
 ბ - ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-XII მოდების წერტილები.

I-XII, ე.ი. სულ 12 წერტილში. ამასთან, უკუსვლის ტრასა, რომელზედაც საწვეი ბაგირის დაბრუნება მორიგ მოჭრილ ხესთან სრულდება ხელით, მოიცავს წინააღმდეგობის ძალების მოდების 11 წერტილს, XI (ნახ. 21).

წინააღმდეგობის ძალა  $S_{I_{max}}$  I წერტილში (ნახ. 20) მოჭრილი ხის ან შოლტის დაუმყარებელი, არათანაბარი სიხქარით დაძვრის მომენტში ფერდობზე ქვევიდან ზევით გადაადგილების დროს (65) და (79) ფორმულების თანახმად ტოლია

$$I - S_{I_{max}} = W_1 + W_4 = Q(\sin \alpha + \omega \cos \alpha) + \frac{QV_{საბ}}{gt}; \quad (80)$$

შევიტანოთ რიცხვითი მნიშვნელობები და მივიღებთ

$$\begin{aligned} S_I &= 2000(\sin 35^\circ + 0,8 \cdot \cos 35^\circ) + 68 = \\ &= 2000(0,57358 + 0,8 \cdot 0,81915) + 68 = 2526 \text{ კგ.} \end{aligned}$$

მოჭრილი ხის ან შოლტის დაუმყარებელი, თანაბარი სიხქარით გადაადგილების დროს, წინააღმდეგობის ნომინალური ძალები წერტილებში I-XII იანგარიშება ფორმულებით:

$$\left. \begin{aligned} I - S_I &= W_1 = Q \sin \alpha + \omega \cos \alpha; \\ Q &= 2000 \text{ კგ}; \quad \omega = 0,6; \quad \alpha = 35^\circ; \\ II - S_{II} &= S_I + W_{2,1} = S_I + G_1 L_1 (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\ G_1 &= 0,45 \text{ კგ}; \quad L_1 = 70 \text{ მ}; \quad \alpha = \varphi = 50^\circ; \quad \omega_2 = 0,1; \\ III - S_{III} &= S_{II} + W_{3,1} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = S_{II} (1 + \omega_2); \\ IV - S_{IV} &= S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + G_1 L_{II} (\omega_2 \cos \alpha + \sin \alpha); \\ L_{II} &= 100 \text{ მ}; \quad \alpha = 0^\circ; \\ V - S_V &= S_{IV} + W_{3,2} = S_{IV} + S_{IV} \omega_2 = S_{IV} (1 + \omega_2); \\ VI - S_{VI} &= S_V + W_{2,3} = S_V + G_1 L_{III} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\ L_{III} &= 100 \text{ მ}; \quad \alpha = 2^\circ; \\ VII - S_{VII} &= S_{VI} + W_{3,3} = S_{VI} + S_{VI} \omega_2 = S_{VI} (1 + \omega_2) \\ VIII - S_{VIII} &= S_{VII} + W_{2,4} = S_{VII} + G_1 L_{IV} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\ L_{IV} &= 10 \text{ მ}; \quad \alpha = 90^\circ; \\ IX - S_{IX} &= S_{VIII} + W_{3,4} = S_{VIII} + S_{VIII} \omega_2 = S_{VIII} (1 + \omega_2); \\ X - S_X &= S_{IX} + W_{2,5} = S_{IX} + G_1 L_V (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\ L_V &= 250 \text{ მ}; \quad \alpha = 35^\circ; \\ XI - S_{XI} &= S_X + W_{3,5} = S_X + S_X \omega_2 = S_X (1 + \omega_2); \\ XII - S_{XII} &= S_I + W_{2,6} = S_{XI} + G_1 L_{VI} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\ L_{VI} &= 20 \text{ მ}; \quad \alpha = 30^\circ; \end{aligned} \right\} \quad (81)$$

სადაც  $L_I, L_{II}, L_{III}, L_{IV}, L_V, L_{VI}$  – მანძილები წინააღმდეგობის ძალების მოდების წერტილებს შორის, მ.

ფორმულაში (81) რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ

$$\begin{aligned} S_I = W_I = Q(\sin \alpha + \omega \cos \alpha) &= 2000(\sin 35^\circ + 0,6 \cdot \cos 35^\circ) = \\ &= 2000(0,57358 + 0,6 \cdot 0,81915) = 2130 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (82)$$

$$\begin{aligned} S_{II} = S_I + W_{2,1} = S_I + G_1 L_I (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) &= \\ = 2130 + 0,45 \cdot 70 (\sin 50^\circ + 0,1 \cdot \cos 50^\circ) &= \\ = 2130 + 0,45 \cdot 70 (0,76604 + 0,1 \cdot 0,64279) &= 2130 + 26 = 2156 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (83)$$

მუშა სვლის დროს II წერტილში საწვეი ბაგირი გადაადგილდება ჩამჭერის ბლოკზე დაკიდებულ მდგომარეობაში.

$$S_{III} = S_{II} + W_{3,1} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = 2156 + 2156 \cdot 0,1 = 2156 + 216 = 2372 \text{ კგ}; \quad (84)$$

$$\begin{aligned} S_{IV} = S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + G_1 L_{II} (\omega_2 \cos \alpha + \sin \alpha) &= \\ = S_{III} + G_1 L_{II} (\omega_2 \cos 0^\circ + \sin 0^\circ) = S_{III} + G_1 L_{II} \omega_2 &= \\ = 2372 + 0,45 \cdot 100 \cdot 0,1 = 2372 + 4,5 = 2376,5 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (85)$$

მუშა სვლის დროს IV წერტილში საწვეი ბაგირი გადაადგილდება ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში, რადგანაც

$S_{III} > G_1 L_{II} (\omega_2 \cos \alpha + \sin \alpha)$ ; ამასთან, ჩაკიდულობა უმნიშვნელოა და მხედველობაში არ მიიღება.

$$S_V = S_{IV} + W_{3,2} = S_{IV} + S_{IV} \omega_2 = 2376,5 + 2376,5 \cdot 0,1 = 2376,5 + 238 = 2615 \text{ კგ}; \quad (86)$$

$$\begin{aligned} S_{VI} = S_V + W_{2,3} = S_V + G_1 L_{III} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) &= \\ = 2615 + 0,45 \cdot 100 (0,1 \cdot \cos 2^\circ - \sin 2^\circ) &= \\ = 2615 + 0,45 \cdot 100 (0,1 \cdot 0,99939 - 0,0349) &= 2615 + 2,93 = 2618 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (87)$$

ამ შემთხვევაშიაც, მუშა სვლის დროს VI წერტილში საწვეი ბაგირი გადაადგილდება ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში, რადგანაც  $S_V > G_1 L_{III} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha)$ . ამასთან, ჩაკიდულობა უმნიშვნელოა და მხედველობაში არ მიიღება

$$S_{VII} = S_{VI} + W_{3,3} = S_{VI} + S_{VI} \omega_2 = 2618 + 2618 \cdot 0,1 = 2618 + 262 = 2880 \text{ კგ}; \quad (88)$$

$$\begin{aligned} S_{VIII} = S_{VII} + W_{2,4} = S_{VII} + G_1 L_{IV} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) &= \\ = 2880 + 0,45 \cdot 10 (\sin 90^\circ + 0,1 \cdot \cos 90^\circ) &= \\ = 2880 + 0,45 \cdot 10 = 2880 + 4,5 = 2884,5 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (89)$$



მუშა სვლის დროს VIII წერტილში საწვევი ბაგირი გადაადგილდება ვერტიკალურად ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში.

$$S_{IX} = S_{VIII} + W_{3,4} = S_{VIII} + S_{VIII} \omega_2 = 2884,5 + 2884,5 \cdot 0,1 = 2884,5 + 288,5 = 3173 \text{ კგ}; \quad (90)$$

$$\begin{aligned} S_X &= S_{IX} + W_{2,5} = S_{IX} + G_1 L_V (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= 3173 + 0,45 \cdot 250 (\sin 35^\circ + 0,1 \cdot \cos 35^\circ) = \\ &= 3173 + 0,45 \cdot 250 \cdot (0,57358 + 0,1 \cdot 0,81915) = \\ &= 3173 + 73,7 = 3247 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (91)$$

მუშა სვლის დროს X წერტილში საწვევი ბაგირი გადაადგილდება ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში, რადგანაც  $S_{IX} > G_1 L_V (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha)$ , ჩაკიდულობა მხედველობაში არ მიიღება.

$$S_{XI} = S_X + W_{3,5} = S_X + G_X \omega_2 = 3247 + 3247 \cdot 0,1 = 3247 + 325 = 3572 \text{ კგ}; \quad (92)$$

$$\begin{aligned} S_{XII} &= S_{XI} + W_{2,6} = S_{XI} + G_1 L_{VII} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= 3572 + 0,45 \cdot 20 (0,1 \cdot \cos 30^\circ - \sin 30^\circ) = \\ &= 3572 + 0,45 \cdot 20 (0,1 \cdot 0,86603 - 0,5) = 3572 - 3,72 = 3568 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (93)$$

XII წერტილში საწვევი ბაგირი გადაადგილდება ბლოკზე დაკიდებულ მდგომარეობაში. ჩაკიდულობა, ამ შემთხვევაშიც უმნიშვნელოა და მხედველობაში არ მიიღება.

მოჭრილი ხის ან შოლტის დამყარებული, თანაბარი სიჩქარით გადაადგილების დროს I წერტილიდან, ე.ი. ჯირკიდან საწვევი ბაგირის დოლზე მიწყდომის XII წერტილამდე წინააღმდეგობია ძალებია:

$$\begin{aligned} S_{XII} &= W_1 + W_{2,1} + W_{3,1} + W_{2,2} + W_{3,2} + W_{2,3} + W_{3,3} + W_{2,4} + W_{3,4} + \\ &+ W_{2,5} + W_{3,5} + W_{2,6} = 2130 + 26 + 216 + 4,5 + 238 + 2,93 + \\ &+ 262 + 4,5 + 288,5 + 73,7 + 325 - 3,72 = 3567 \text{ კგ}. \end{aligned}$$

ამ შემთხვევაში, მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის განხორციელების დროს, როცა სრულდება მოჭრილი ხის ამოზიდვა ფერდობზე ქვევიდან ზევით, მაქსიმალური ძალა, რომელიც წარმოადგენს I-XII წერტილებში მოდებულ ძალების ჯამს I წერტილიდან XII წერტილის ჩათვლით ტოლია  $S_{XII} = 3567$  კგ.

თუ მდგრადობის მარაგის სტატიკურ კოეფიციენტს მივიღებთ  $n = 2$ , მაშინ გამგლეჯი ძალა  $S_{XII_0}$  ტოლი იქნება:

$$S_{XII_0} = S_{XII} \cdot 2 = 3567 \cdot 2 = 7134 \text{ კგ.}$$

მიღებული გამგლეჯი ძალიდან გამომდინარე, წინასწარი გაანგარიშებით შერჩეული საწვეი ბაგირის კვეთის დიამეტრი  $d_1 = 11$  მმ სწორეა, რადგანაც მიღებული  $S_{XII_0} = 7134$  კგ გამგლეჯი ძალა შეესაბამება ISO 2408 სტანდარტის ცხრილი 1-ის მონაცემებს: სატვირთო ბაგირის კვეთის დიამეტრია 11 მმ ორგანული გულარით, რომლის დროებითი წინააღმდეგობა ტოლია  $157 \text{ კგ/მმ}^2$ , ხოლო გამგლეჯი ძალა 7310 კგ.

ახალი სქემით დამუშავებული განივგადასატანი საბაგირო დანადგარის ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრე, მექანიკური გადაცემების მ.კ.კ. გათვალისწინებით იანგარიშება ფორმულით

$$N = \frac{S_{XII} V}{75 \cdot \eta} = \frac{3567 \cdot 0,25}{75 \cdot 0,85} = 14 \text{ ცხ.ძ.} = 10,3 \text{ კვტ.}$$

197523-74 სტანდარტის მიხედვით ვირჩევთ ასინქრონულ ელ. ძრავას 5A132MY3, რომლის სიმძლავრე  $N = 11$  კვტ, ბრუნთა რიცხვით  $n = 1500$  ბრ/წთ.

გაანგარიშების მონაცემებიდან გამომდინარე, ტექნოლოგიური პროცესის პირველი ძირითადი ოპერაციის განხორციელების დროს, ტვირთის თანაბარი სიჩქარით გადაადგილების შემთხვევაში, საწვე ბაგირზე მოსული წინააღმდეგობის ძალების ჯამი I -XII წერტილის ჩათვლით ტოლია 3567კგ, რომელსაც შეესაბამება 11 მმ -იანი კვეთის საწვეი ბაგირი და საბაგირო დანადგარის ჯალამბრის ელ. ძრავა  $N = 11$  კვტ;  $n = 1500$  ბრ/წთ.

განივგადასატანი ჩაკეტილკონტურიანი საბაგ ირო დანადგარის სქემაში კაკვიანი ბაგირის დაბრუნება ტყესაკაფზე, ანუ უქმი სვლა ფერდობზე ქვევიდან ზევით მოჭრილი ხის გადასაადგილებლად – ამოსაზიდად ხორციელდება ხელით (ნახ. 21). ტყესაკაფზე კაკვიანი საწვეი ბაგირის ხელით დასაბრუნებლად საჭირო ძალა არის წინააღმდეგობების ძალების ჯამი საწვეი დოლიდან, ანუ I წერტილიდან მუშაზე მიწედობის XI წერტილამდე. ამ შემთხვევაში, საწვეი დოლი ელ.

ფოლადის კონსტრუქციის ბაგირი ISO 2408

საწვევი ბაგირები საკიდი გზებისათვის 6×19(1+9+9)+7×7(1+6)

ცხრილი 1

ფოლადის ბაგირების ორგანული გულართი		მარკირების ჯგუფი, $\sigma/\text{მმ}^2$			
ბაგირის დიამეტრი, მმ	1000 მ შეხეთილი ბაგირის საორიენტაციო მასა, კგ	1570		1770	
		გამგლეჯი ძალა, $\sigma$ , არა ნაკლები			
		ბაგირში ყველა მათულის ჯამური	მინიმალური	ბაგირში ყველა მათულის ჯამური	მინიმალური
1	2	3	4	5	6
5,0	93,1	–	–	17000	14600
6,0	134,0	–	–	24500	21100
7,0	183,0	29600	25500	33400	28700
8,0	238,0	38700	33300	43600	37500
9,0	302,0	48900	42100	55200	47400
10,0	373,0	60400	51900	68100	58600
11,0	451,0	73100	61900	82400	70900
12,0	537,0	87000	74800	98100	84300
13,0	630,0	102000	87700	115000	99000
14,0	730,0	118000	101000	134000	115000
15,0	838,0	136000	117000	153000	132000
16,0	954,0	155000	133000	174000	150000
17,0	1080,9	175000	150000	197000	169000
18,0	1210,0	196000	169000	221000	190000
19,0	1350,0	218000	187000	246000	211000
20,0	1490,0	242000	208000	272000	234000
22,0	1800,0	292000	251000	330000	283000
24,0	2150,0	348000	299000	392000	337000
26,0	2520,0	408000	351000	460000	396000
28,0	2920,0	464000	408000	534000	459000
32,0	3820,0	619000	532000	698000	600000
36,0	4830,0	783000	673000	838000	759000
40,0	5959,0	966200	831000	1089300	936800
44,0	7210,0	1169200	1005500	1318100	1133600
48,0	8581,0	1391400	1196600	1568600	1349000
50,0	9310,0	1509800	1298400	1702100	1463800

ქუროს საშუალებით გათიშულია მექანიკური გადაცემებიდან და ღერძზე დასმულია თავისუფალი ბრუნვის საშუალებით. წინააღმდეგობების, ანუ წვევის ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობა I წერტილიდან XI წერტილის ჩათვლით განისაზღვრება ყველა წერტილში მოდებული წინააღმდეგობის ძალების შეჯამებით, რომლებიც იანგარიშება ფორმულებით:

$$\left. \begin{aligned}
I - S_I = W_I = jG_b f_0 \frac{d_b}{D_b}; \quad h = 1, 2 - 1, 3; G_b = 320 \text{ კგ}; f_0 = 0,15; \\
d_b = 0,05 \text{ მ}; \quad D_b = 0,33 \text{ მ}; \\
II - S_{II} = S_I + W_{2,1} = S_I + G_1 L_{VI} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\
G_1 = 0,45 \text{ კგ}; \quad L_{VI} = 20 \text{ მ}; \quad \omega_2 = 0,1; \quad \alpha = 30^\circ; \\
III - S_{III} = S_{II} + W_{3,1} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = S_{II} (1 + \omega_2); \\
IV - S_{IV} = S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + G_1 L_V (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\
L_V = 250 \text{ მ}; \quad \alpha = 35^\circ; \\
V - S_V = S_{IV} + W_{3,2} = S_{IV} + S_{IV} \omega_2 = S_{IV} (1 + \omega_2); \\
VI - S_{VI} = S_V + W_{2,3} = S_V + G_1 L_{IV} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\
L_{IV} = 10 \text{ მ}; \quad \alpha = 90^\circ; \\
VII - S_{VII} = S_{VI} + W_{3,3} = S_{VI} + S_{VI} \omega_2 = S_{VI} (1 + \omega_2) \\
VIII - S_{VIII} = S_{VII} + W_{2,4} = S_{VII} + G_1 L_{III} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\
L_{III} = 100 \text{ მ}; \quad \alpha = 2^\circ; \\
IX - S_{IX} = S_{VIII} + W_{3,4} = S_{VIII} + S_{VIII} \omega_2 = S_{VIII} (1 + \omega_2); \\
X - S_X = S_{IX} + W_{2,5} = S_{IX} + G_1 L_{II} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\
L_{II} = 100 \text{ მ}; \quad \alpha = 0^\circ; \\
XI - S_{XI} = S_X + W_{3,5} = S_X + S_X \omega_2 = S_X (1 + \omega_2);
\end{aligned} \right\} \quad (94)$$

ტყესაკაფზე კაკვიანი საწვეი ბაგირის ხელით დაბრუნების შემთხვევაში, რასაც ასრულებს მუშა, პირველ რიგში უნდა გადილახოს საწვეი ბაგირდახვეული დოლის ბრუნვის წინააღმდეგობა I წერტილში (ნახ. 21)

$$S_I = W_I = jG_b f_0 \frac{d_b}{D_b} = 320 \cdot 0,15 \frac{0,05}{0,33} = 7,3 \text{ კგ}; \quad (95)$$

სადაც  $j$  – ფრიქციულ ქუროზე და ჯალამბრის მუხრუჭზე შემუხრუჭების გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი, ლენტური ფრიქციული ქუროსათვის  $j=1,3$ ; კონუსურისათვის – 1,2; ამ შემთხვევაში, როცა ტყესაკაფზე კაკვიანი საწვეი ბაგირის დაბრუნება ხდება ხელით  $j=1,0$ ;

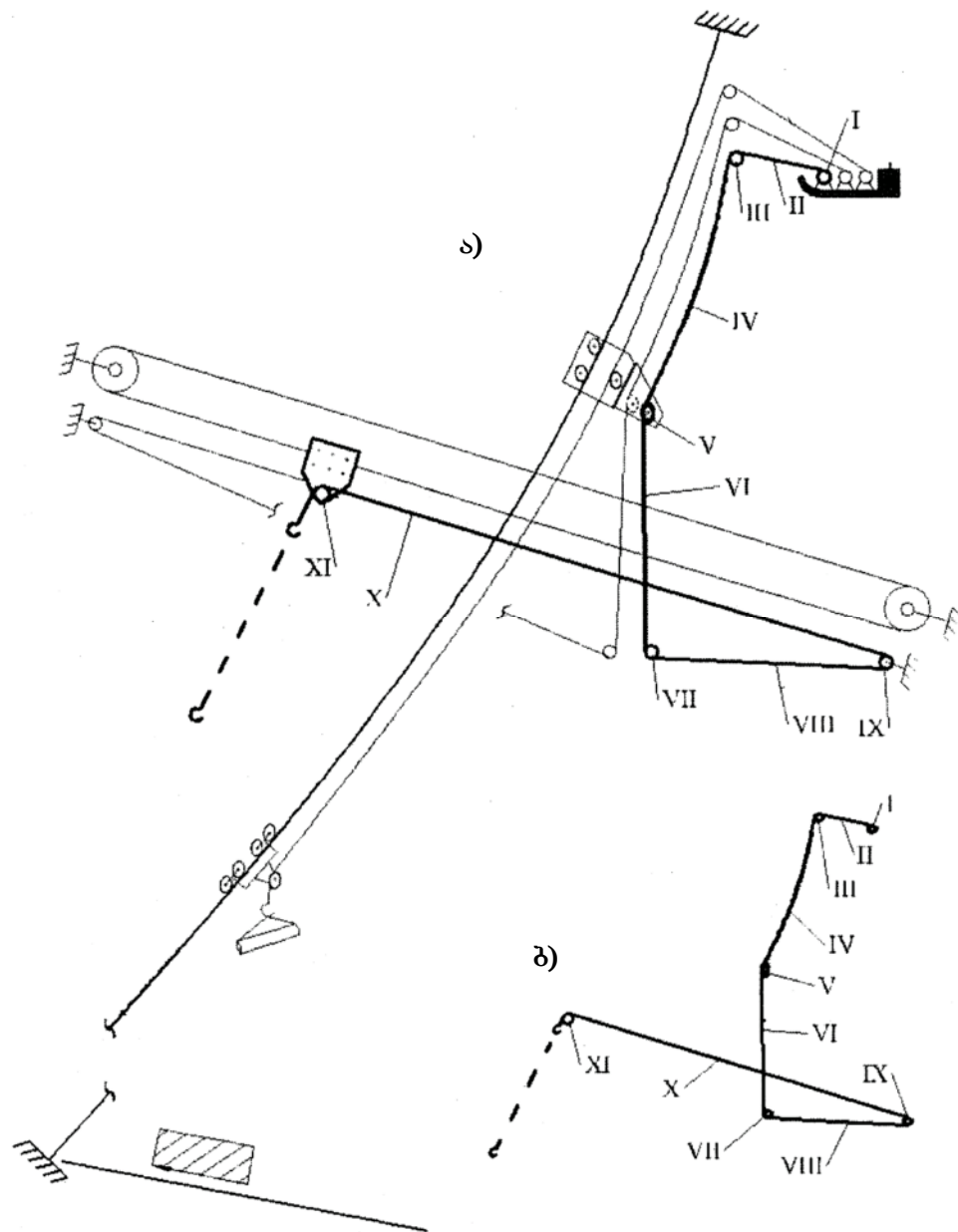
$f_0$  – დოლის საყრდენებზე ხახუნის კოეფიციენტი, 0,15;

$d_b$  – სატვირთო დოლის ღერძის დიამეტრი, 0,05 მ;

$G_b$  – სატვირთო დოლის წონა მასზე დახვეული ბაგირით, 320 კგ;

$D_b$  – სატვირთო დოლის დიამეტრი ბაგირის დახვევის საშუალო

შრის მიხედვით, 0,33 მ.



ნახ. 21. ა, ბ – განივგადასატანი ჩაკეტილკონტურიანი ბაგირ-ბლოკური საბაგირო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა:  
 ა – კაკეიანი საწვეი ბაგირის ტყესაკაფზე ხელით უკან დაბრუნების ტრასა; ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-XI მოდების წერტილები

საწვეი ბაგირის ბაგირდახვეული დოლის საშუალო დიამეტრი იანგარიშება ფორმულით:

$$D_b = D'_b + n'_0 d_1 = 0,22 + 10 \cdot 0,011 = 0,33 \text{ მ,}$$

სადაც  $D'_b$  – საწვეი ბაგირის დოლის დიამეტრი ბაგირის გარეშე, 0,22 მ;

$n'_0$  – საწვევ დოლზე დახვეული ბაგირის რიგების მაქსიმალური რაოდენობა 500 მ -იანი სიგრძის საწვეი ბაგირისათვის ვიღებთ, 10;

$d_1$  – საწვევი ბაგირის დიამეტრი, 0,011 მ.

$$\begin{aligned} S_{II} &= S_I + W_{2,1} = S_I + G_1 L_{VI} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= 7,3 + 0,45 \cdot 200 (\sin 30^\circ + 0,1 \cos 30^\circ) = \\ &= 7,3 + 0,45 \cdot 20 (0,5 + 0,1 \cdot 0,86603) = 7,3 + 5,3 = 12,6 \text{ კგ;} \end{aligned} \quad (96)$$

$$S_{III} = S_{II} + W_{3,1} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = 12,6 + 12,6 \cdot 0,1 = 12,6 + 1,3 = 14 \text{ კგ;} \quad (97)$$

$$\begin{aligned} S_{IV} &= S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + G_1 L_V (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= 14 + 0,45 \cdot 250 (0,2 \cos 35^\circ - \sin 35^\circ) = \\ &= 14 + 0,45 \cdot 250 (0,2 \cdot 0,81915 - 0,57358) = 14 - 46 = -32 \text{ კგ;} \end{aligned}$$

რას იმას ნიშნავს, რომ IV წერტილში საწვევი ბაგირი, რომელიც 250 მ-იანი მაღლის მთელ სიგრძეზე იმყოფება ბლოკებზე დაკი დებულ მდგომარეობაში, საკუთარი წონის გავლენით დაეშვება ტყის გრუნტზე და 35 °-ით დახრილ ფერდობზე წონა ძალის მდგენელის მოქმედების ხარჯზე ეშვება დაბლა მსდექის მიმართულებით.

ამ შემთხვევაში, მუშა ამ IV წერტილში უნდა გადალახოს წინააღმდეგობა, რომელიც ტოლია 10 მ სიგრძის ბაგირის ვერტიკულად მსდექის ბლოკზე შემოსავლებლად.

$$\begin{aligned} S_{IV} &= S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + G_1 L_V (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= 0 + 0,45 \cdot 10 = 0 + 4,5 = 4,5 \text{ კგ;} \end{aligned} \quad (98)$$

$$L_V = 10 \text{ მ}; \quad \alpha = 90^\circ; \quad S_{III} = 0;$$

$S_{III}$  გახდა ნული იმიტომ, რომ I, II და III წერტილების წინააღმდეგობა დაძლია IV წერტილში განვითარებულმა ბაგირის წონა ძალამ.

$$S_V = S_{IV} + W_{3,2} = S_{IV} + S_{IV} \omega_2 = 4,5 + 4,5 \cdot 0,1 = 4,5 + 0,5 = 5 \text{ კგ;} \quad (99)$$

$$\begin{aligned} S_{VI} &= S_V + W_{2,3} = S_V + G_1 L_{IV} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= S_V - G_1 L_{IV} \cdot \sin \alpha = 5 - 0,45 \cdot 10 = 5 - 4,5 = 0,5 \text{ კგ;} \end{aligned} \quad (100)$$

$$L_{IV} = 10 \text{ მ}; \quad \alpha = 90^\circ;$$

$$\begin{aligned} S_{VII} &= S_{VI} + W_{3,3} = S_{VI} + S_{VI} \omega_2 = 0,5 + 0,5 \cdot 0,1 = \\ &= 0,5 + 0,05 = 0,55 \text{ კგ;} \end{aligned} \quad (101)$$

$$S_{VIII} = S_{VII} + W_{2,4} = S_{VII} + G_1 L_{III} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha).$$

VIII წერტილში საწვევი ბაგირის დაეშვება ტყის გრუნტზე და

ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს

$$S_{VII} = S_{VII} + W_{2,4} = S_{VII} + G_1 L_{III} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) =$$

$$= S_{VII} + G_1 L_{III} \omega_1 = 0,55 + 0,45 \cdot 100 \cdot 0,2 = 0,55 + 9 = 9,6 \text{ კგ}; \quad (102)$$

$$L_{III} = 100 \text{ მ}; \quad \alpha = 0^\circ;$$

$$S_{IX} = S_{VIII} + W_{3,4} = S_{VIII} + S_{VIII} \omega_2 = 9,6 + 9,6 \cdot 0,1 = 9,6 + 0,96 = 10,6 \text{ კგ}; \quad (103)$$

$$S_X = S_{IX} + W_{2,5} = S_{IX} + G_1 L_{II} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha).$$

X წერტილში 100 მ -იან ჰორიზონტალურად განლაგებულ ძალის ბლოკებზე დაკიდებული საწვეი ბაგირი ჩაეკიდება და დაეფინება ტყის გრუნტზე. ამ შემთხვევაში, ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$S_X = S_{IX} + W_{2,5} = S_{IX} + G_1 L_{II} \omega_1 = 10,6 + 0,45 \cdot 100 \cdot 0,2 =$$

$$= 10,6 + 9 = 19,6 \text{ კგ}; \quad (104)$$

$$S_{XI} = S_X + W_{3,5} = S_X + S_X \omega_2 = 19,6 + 19,6 \cdot 0,1 = 19,6 + 2 = 21,6 \text{ კგ} \approx 22 \text{ კგ}. \quad (105)$$

ჯამური წინააღმდეგობის ანგარიშის დროს მონაწილეობას ღებულობენ წერტილები IV, V, VI, VII, VIII, IX, X და XI.

$$S_{XI} = W_{2,2} + W_{3,2} + W_{2,3} + W_{3,3} + W_{2,4} + W_{3,4} + W_{2,5} + W_{3,5} =$$

$$= 4,5 + 0,5 + 4,5 + 0,05 + 9 + 0,96 + 9 + 2 = 21,51 \text{ კგ} \approx 22 \text{ კგ}.$$

მივიღებთ, რომ ტყესაკაფზე მოჭრილ ხესთან საწვეი ბაგირის დასაბრუნებლად დასაწყისში მუშამ უნდა დაძლიოს 22 კგ წინააღმდეგობა, რაც სრულიად რეალურია.

ტყესაკაფზე მოჭრილი ხის ან შოლტის მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის პირველი ოპერაციის, კერძოდ, ფერდობზე ქვევიდან ზევით ამოზიდვის დროს აღძრული წინააღმდეგობის ჯამური ძალის, ანუ წვეის ძალის გაანგარიშება ჩატარებულია ინერციის ძალის გათვალისწინებით. მხედველობაშია მისაღები მოჭრილი ხის ადგილიდან დაძვრის მომენტში აღძრული ინერციის ძალა. პირველი ძირითადი ოპერაციის შესრულების დროს, როცა კაკვი ან საწვეი ბაგირის დაბრუნება ტყესაკაფზე ხორციელდება ხელით. აგრეთვე, საწვეი და უკუსვლის დოლების, ასევე მოჭრილი ხის ბრუნვის ინერციის ძალე ბის გათვალისწინება, როცა საწვეი ბაგირის ტყესაკაფზე დაბრუნდება სრულდება უკუსვლის დოლის გამოყენებით. აგრეთვე, საწვეი და უკუსვლის დოლების ბრუნვის დაწყების და მოჭრილი ხის დაძვრის ინერციის ძალების

გათვალისწინება, ტექნოლოგიური პროცესის მეორე ძირითადი მუშა და უკუსვლის ოპერაციების შესრულების დროს.

ვიანგარიშით ტექნოლოგიური პროცესის პირველი ოპერაციის შესრულების დროს წინააღმდეგობის ძალების ჯამური მნიშვნელობა. I წერტილიდან XII წერტილის ჩათვლით. I წერტილში მოჭრილი ხის ადგილიდან დაძვრის ინერციის ძალის გათვალისწინებით, როცა ტყის გრუნტზე ხე-ტყის გადაადგილების წინააღმდეგობის კოეფიციენტი  $\omega = 0,6$  და გადაადგილების სიჩქარის მნიშვნელობად მიღებულია  $V_{საბ} = 1,0$  მ/წმ იანგარიშება (80) ფორმულით

$$\begin{aligned} I - S_I &= W_1 + W_4 = Q(\sin \alpha + \omega \cos \alpha) + \frac{QV_{საბ}}{gt} = \\ &= 2000(\sin 35^\circ + 0,6 \cos 35^\circ) = \frac{2000 \cdot 1,0}{9,81 \cdot 3} = \\ &= 2000(0,57358 + 0,6 \cdot 0,81915) = 68 - 2130 + 68 = 2198 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (106)$$

დანარჩენ II-XII წერტილებში გვექნება:

$$\begin{aligned} II - S_{II} &= S_I + W_{2,1} = S_I + G_1 L_1 (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= 2198 + 0,45 \cdot 70 (\sin 50^\circ + 0,1 \cdot \cos 50^\circ) = \\ &= 2198 + 0,45 \cdot 70 (0,76604 + 0,1 \cdot 0,64279) = 2198 + 26 = 2224 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (107)$$

$$\begin{aligned} III - S_{III} &= S_{II} + W_{3,1} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = 2224 + 2224 \cdot 0,1 = \\ &= 2224 + 222 = 2446 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (108)$$

$$\begin{aligned} IV - S_{IV} &= S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + G_1 L_{II} (\omega_2 \cos \alpha + \sin \alpha) = \\ &= S_{III} + G_1 L_{II} (\omega_1 \cos 0^\circ + \sin 0^\circ) = S_{III} + G_1 L_{II} \omega_2 = \\ &= 2446 + 0,45 \cdot 100 \cdot 0,1 = 2446 + 4,5 = 2451 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (109)$$

ამ შემთხვევაშიაც, მუშა სვლის დროს IV წერტილში, საწვევი ბაგირი გადაადგილდება ბლოკებზე დაკიდებულ მდგობარეობაში, რადგანაც  $S_{III} > G_1 L_{II} \omega_2$ , ამასთან მიღებულია, რომ ბაგირის ჩაკიდულობა უმნიშვნელოა და მხედველობაში არ მიიღება.

$$\begin{aligned} V - S_V &= S_{IV} + W_{3,2} = S_{IV} + S_{IV} \omega_2 = \\ &= 2451 + 2451 \cdot 0,1 = 2451 + 245 = 2696 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (110)$$

$$\begin{aligned} VI - S_{VI} &= S_V + W_{2,3} = S_{VI} + G_1 L_{III} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) \\ &= 2696 + 0,45 \cdot 100 (0,1 \cos 2^\circ - \sin 2^\circ) = \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
&= 2696 + 0,45 \cdot 100(0,1 \cdot 0,99939 - 0,0349) = \\
&= 2696 + 0,45 \cdot 100 \cdot 0,065 = 2696 + 3 = 2699 \text{ კგ}; \tag{111}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{VII} - S_{\text{VII}} &= S_{\text{VI}} + W_{3,3} = S_{\text{VI}} + S_{\text{XU}} \omega_1 = \\
&= 2699 + 2699 \cdot 0,1 = 2699 + 270 = 2969 \text{ კგ}; \tag{112}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{VIII} - S_{\text{VIII}} &= S_{\text{VII}} + W_{2,4} = S_{\text{VII}} + G_1 L_{\text{IV}} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) =, \\
&= 2969 + 0,45 \cdot 10 = 2969 + 4,5 = 2974 \text{ კგ}; \tag{113}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{IX} - S_{\text{IX}} &= S_{\text{VIII}} + W_{3,4} = S_{\text{VIII}} + S_{\text{VIII}} \omega_2 = \\
&= 2974 + 2974 \cdot 0,1 = 2974 + 297 = 3271 \text{ კგ}; \tag{114}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{X} - S_{\text{X}} &= S_{\text{IX}} + W_{2,5} = S_{\text{IX}} + G_1 L_{\text{V}} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\
&= 3271 + 0,45 \cdot 250 (\sin 35^\circ + \omega_2 \cos 35^\circ) = \\
&= 3271 + 0,45 \cdot 250 (0,57358 + 0,1 \cdot 0,81915) = 3271 + 74 = 3345 \text{ კგ}; \tag{115}
\end{aligned}$$

ამ შემთხვევაშიც 250 მ სიგრძის საწვევი ბაგირი გადაადგილება ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში. ბაგირის ჩაკიდულობა მხედველობაში არ მიიღება.

$$\begin{aligned}
\text{XI} - S_{\text{XI}} &= S_{\text{X}} + W_{3,5} = S_{\text{X}} + S_{\text{X}} \omega_1 = 3345 + 334,5 \cdot 0,1 = \\
&= 3345 + 33,5 = 3378,5 \text{ კგ}; \tag{116}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{XII} - S_{\text{XII}} &= S_{\text{XI}} + W_{2,6} = S_{\text{XI}} + G_1 L_{\text{VI}} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) \\
&= 3378,5 + 0,45 \cdot 20 (0,1 \cos 30^\circ - \sin 30^\circ) = \\
&= 3378,5 + 0,45 \cdot 20 (0,1 \cdot 0,86603 - 0,5) = 3378,5 + (-4) = 3374,5 \text{ კგ}. \tag{117}
\end{aligned}$$

მოჭრილი ხის ან შოლტის არათანაბარი სიჩქარით გადაადგილების დროს – ადგილიდან დაძვრის მომენტში, I წერტილიდან X II წერტილამდე ინერციის ძალების გათვალისწინებ ით წინააღმდეგობის ძალებია:

$$\begin{aligned}
S_{\text{XII}} &= W_1 + W_4 + W_{2,1} + W_{3,1} + W_{2,2} + W_{3,2} + W_{2,3} + W_{3,3} + W_{2,4} + \\
&+ W_{3,4} + W_{2,5} + W_{3,5} + W_{2,6} = 2130 + 68 + 26 + 222 + 4,5 + 245 + \\
&+ 3 + 270 + 4,5 + 297 + 74 + 335 - 4 = 3675 \text{ კგ}.
\end{aligned}$$

მივიღეთ, რომ წინააღმდეგობების ჯამურ ძალებს შორის ფერდობზე ქვევიდან ზევით მოჭრილი ხის გადაადგილებაზე ინერციის ძალების გაუთვალისწინებლად  $S_{\text{XII}} = 3567$  კგ, გათვალისწინებით 3675 კგ, განსხვავება უმნიშვნელოა და ტოლია 108 კგ. აქედან გამომდინარე, გამგლეჯი ძალა ტოლია 7350 კგ. საწვევი ბაგირის კვეთის დიამეტრი

დარჩება  $d_1 = 11$  მმ. მითუმეტეს, რომ მოჭრილი ხის უძრავობის ინერციის ძალა დაძვრის მომენტში მიღებულია 68 კგ, მაქსიმალური სიჩქარის  $V_{საბ} = 1$  მ/წმ მიხედვით, როცა აღნიშნული სიჩქარე იცვლება ზღვრებში 0,25 მ/წმ-დან 1 მ/წმ-მდე.

ინერციის ძალების გათვალისწინებით ვანგარიშობთ ელ. ძრავას სიმძლავრეს

$$N = \frac{3675 \cdot 0,25}{75 \cdot 0,85} = 14,4 \text{ ცხ.ძ.} = 10,6 \text{ კვტ.}$$

მიღებული განსხვავება უმნიშვნელოა და ამ შემთხვევაშიც, ვტოვებთ ელ. ძრავას იგივე მონაცემებით:  $N = 11$  კვტ,  $n = 1500$  ბრ/წმ.

ტყესაკაფზე კაკვიანი საწვევი ბაგირის ხელით უკან დაბრუნების შემთხვევაში, წვევის ძალის განსაზღვრის დროს, ინერციის ძალა საწვევი დოლის დაძვრის მომენტში, ბაგირის ხელით გადაადგილების სიჩქარის სიმცირის გამო არ არის გათვალისწინებული.

მივიღეთ, რომ ნაშრომში განხილული მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის პირველი ძირითადი ოპერაციის, ანუ ჯირკ იდან საბაგირო დანადგარის ტრასის გვერდიდან მორსათრევე ტრასამდე მოჭრილი ხის ფერდობზე ქვევიდან ზევით საწვევი ბაგირით ამოზიდვის დროს, I -XII წერტილებში წინააღმდეგობების ჯამური ძალა XII წერტილში, ინერციის ძალების გათვალისწინების გარეშე ტოლია 3567 კგ, ხოლო – გათვალისწინებით 3675 კგ. კაკვიანი საწვევი ბაგირის ტყესაკაფზე უკან დაბრუნების დროს, I-XI წერტილებში წინააღმდეგობების ჯამური ძალა XI წერტილში ტოლია 22 კგ, რაც თავისუფლად შეუძლია მუშამ ხელით გადალახოს. მუშა სელის დროს წინააღმდეგობების ჯამური ძალა, ინერციის ძალების გათვალისწინებით და მის გარეშე, მცირე სიდიდით განსხვავების გამო – 108 კგ, ორივე შემთხვევისათვის ცხრილებიდან შერჩეულია 11 მმ კვეთის დიამეტრის საწვევი ბაგირი და  $N = 11$  კვტ სიმძლავრის ელ. ძრავა.

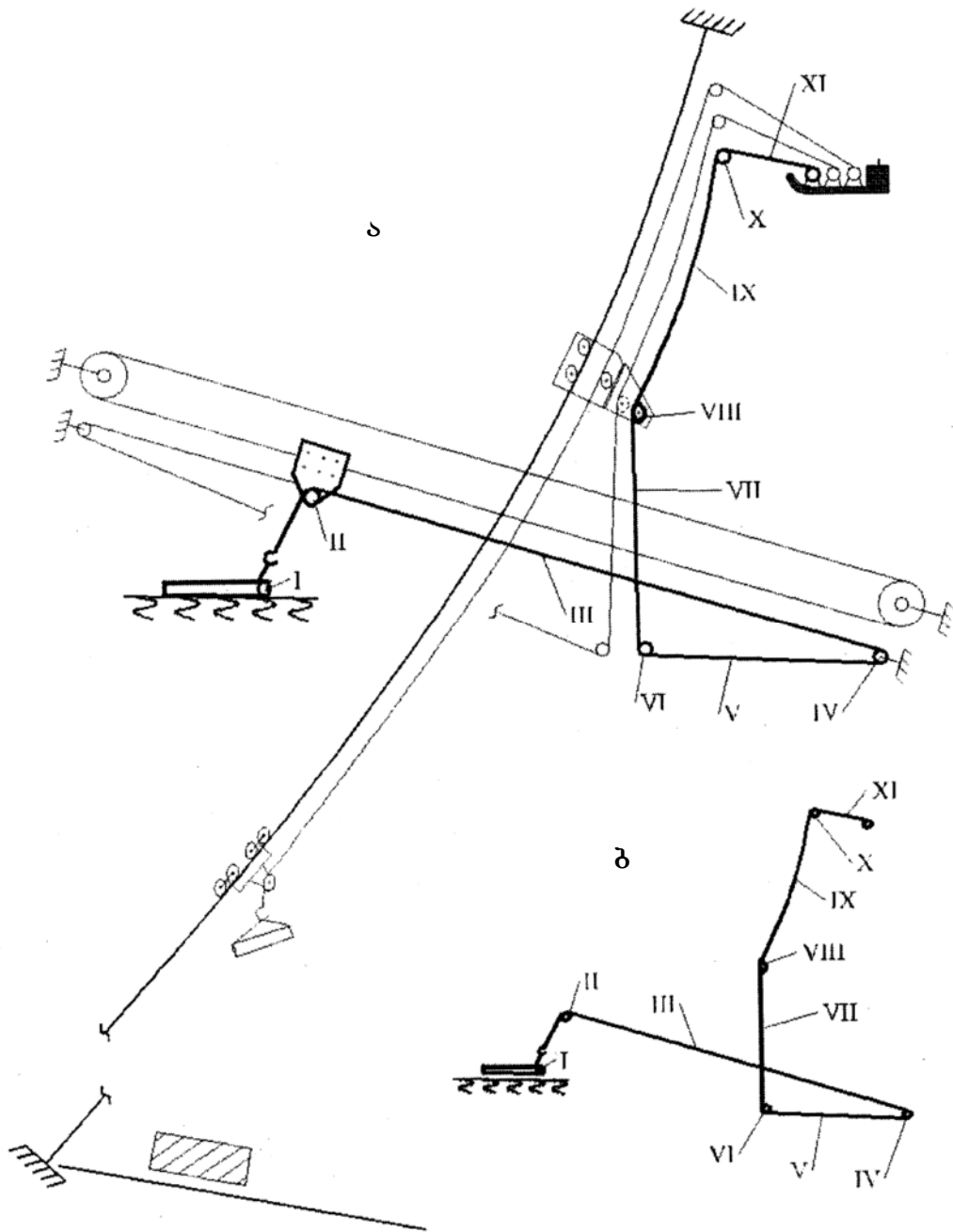
**2.4.3. განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის  
ჯალამბრის წვევის ძალის განსაზღვრა განივი  
მიმართულებით ტრასამდე მორების ნახევრადდაკიდებულ  
მდგომარეობაში მორთრევის დროს**

მთავორიან ტყესაკაფზე ხე -ტყის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის მეორე ძირითად ოპერაციას წარმოადგენს ჩაკეტილკონტურთან მზიდ ბაგირზე ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში განივი მიმართულებით მორების საბაგრო დანადგარის ტრასამდე მორთრევა (ნახ. 22). ა მ შემ თხვევაში, ფერდობზე ქვევიდან ზევით ამოტანილი მოჭრილი ხე ან შოლტი ჯამბარასთან ერთად თავისუფლდება საწვეი ბაგირის კაკვისაგან და იმორება. ამის შემდ ეგ კი ჯამბარათი ეკიდება საწვეი ბაგირის კაკვზე, ერთი ბოლოთი აიწვეა მალლა ჩაკეტილკონტურთან მზიდი ბაგირის ჩა მჭერის ბლოკში დაფიქსირებამდე; ირთვ ება კაკვიანი საწვეი ბაგირის დოლი, ხოლო უკუსვლის დოლი თავისუფლდება მუხრუჭისაგან. შეკრულა ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში განივი მიმართულებით გადაადგილდება საბაგრო დანადგარის ძირითად ტრასამდე. ამავ დროს, იგივე საწვეი ბაგირით მოძრაობაში მოდის ჩაკეტილ-კონტურთან მზიდი ბაგირი, რომელიც შემოვლებულია და გაჭიმულია ძირითადი ტრასის ორივე მხარეს, ნებისმიერ მანძილებზე ზეზემდგომ ხეებზე დამონტაჟებულ ბლოკებზე, რაც ძირითადი ტრასის ორივე მხარეს განივი მიმართულებით ქმნის მორების მორსათრევ ტრასას [30–39].

ჩვენს მიერ განხილული განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის საერთო სქემაში (ნახ. 18) სამივე ძირითადი ოპერაციის (ნახ. 20, 21, 23, 24, 26, 27) განხორციელების დროს: მუშა სვლაზე (ნახ. 20, 23, 26), უკუ სვლაზე (ნახ. 21, 24, 27), ასევე დამხმარე ოპერაციების დროს (ნახ. 22, 25), საწვეი და უკუ სვლის ბაგირები გადაადგილდება ტყის გრუნტზე და ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში ჰორიზონტალურ, ვერტიკალურ და დახრილ სიბრტყეებში.

მეორე ძირითადი ოპერაციის დაწყებამდე (ნახ. 23 ), რაც დაკავშირებულია მორის განივი მიმართულებით ძირითად ტრასამდე მორთრევასთან საჭიროა განვ იხილოთ დამხმარე ოპერაცია (ნახ. 22 ), რაც თავის მხრივ ითვალისწინებს საწვეი ბაგირის კაკვზე ჯამბარით

ჩაბმული მორის აწევას და გადაყვანას ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში. აღნიშნული დამხმარე ოპერაციის დროს ტრასაზე (ნახ. 22) უნდა გადაიღახოს წინააღმდეგობები I წერტილიდან, ანუ მორიდან XI წერტილის ჩათვლით, საწევი ბაგირის დოლზე მიწვდომის წერტილამდე.



ნახ. 22. ა, ბ – განივგადასატანი ჩაკეტულკონტურიანი ბაგირ-ბლოკური საბაგირო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა:  
 ა – საწევი ბაგირის მოძრაობის ტრასა მორის ნახევრად-დაკიდებულ მდგომარეობაში გადაყვანის დროს; ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-XI მოდების წერტილები

$$\left. \begin{aligned}
I - S_I &= W_{6.1} + W_{4.1} = Qn_1(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) + \frac{Qn_1V_{\text{ბაბ}}}{gt}; \\
Q &= 2000 \text{ კგ}; \quad \alpha = 90^\circ; \quad n_1 = 0,6; \quad V_{\text{ბაბ}} = 0,5 \text{ მ}^3/\text{წმ}; \quad t = 3 \text{ წმ}; \\
II - S_{II} &= S_I + W_{3.1} = S_I + S_I \omega_2 = S_I(1 + \omega_2); \\
III - S_{III} &= S_{II} + W_{2.1} = S_{II} + G_1 L_{II}(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\
G_1 &= 0,45 \text{ კგ}; \quad L_{II} = 100 \text{ მ}; \quad \omega_2 = 0,1; \quad \alpha = 0^\circ; \\
IV - S_{IV} &= S_{III} + W_{3.2} = S_{III} + S_{III} \omega_2 = S_{III}(1 + \omega_2); \\
V - S_V &= S_{IV} + W_{2.2} = S_{IV} + G_1 L_{III}(\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\
L_{III} &= 100 \text{ მ}; \quad \alpha = 2^\circ; \\
VI - S_{VI} &= S_V + W_{3.3} = S_V + S_V \omega_2 = S_V(1 + \omega_2); \\
VII - S_{VII} &= S_{VI} + W_{2.3} = S_{VI} + G_1 L_{IV}(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\
L_{IV} &= 10 \text{ მ}; \quad \alpha = 90^\circ; \\
VIII - S_{VIII} &= S_{VII} + W_{3.4} = S_{VII} + S_{VII} \omega_2 = S_{VII}(1 + \omega_2); \\
IX - S_{IX} &= S_{VIII} + W_{2.4} = S_{VIII} + G_1 L_V(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\
L_V &= 250 \text{ მ}; \quad \alpha = 35^\circ; \\
X &= S_X = S_{IX} + W_{3.5} = S_{IX} + S_{IX} \omega_2 = S_{IX}(1 + \omega_2); \\
XI - S_{XI} &= S_X + W_{2.5} = S_X + G_1 L_{VI}(\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\
L_{VI} &= 20 \text{ მ}; \quad \alpha = 30^\circ.
\end{aligned} \right\} \quad (118)$$

ფორმულებში (118) შევიტანოთ რიცხვითი მნიშვნელობები და მივიღებთ

$$\begin{aligned}
S_I &= W_{6.1} + W_{4.1} = Qn_1(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) + \frac{Qn_1V_{\text{ბაბ}}}{gt} = \\
&= 2000 \cdot 0,6(\sin 90^\circ + 0,1 \cos 90^\circ) + \frac{2000 \cdot 0,6 \cdot 0,5}{9,81 \cdot 3} = \\
&= 1200 + 20 = 1220 \text{ კგ}; \quad (119)
\end{aligned}$$

$$S_{II} = S_I + W_{3.1} = S_I + S_I \omega_2 = 1220 + 1220 \cdot 0,1 = 1220 + 122 = 1342 \text{ კგ}; \quad (120)$$

$$\begin{aligned}
S_{III} &= S_{II} + W_{2.1} = S_{II} + G_1 L_{II}(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\
&= 1342 + 0,45 \cdot 100 \cdot 0,1 = 1342 + 4,5 = 1346,5 \text{ კგ}; \quad (121)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_{IV} &= S_{III} + W_{3.2} = S_{III} + S_{III} \omega_2 = 1346,5 + 1346,5 \cdot 0,1 = \\
&= 1346,5 + 134,7 = 1481 \text{ კგ}; \quad (122)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_V &= S_{IV} + W_{2.2} = S_{IV} + G_1 L_{III}(\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\
&= 1481 + 0,45 \cdot 100(0,1 \cos 2^\circ - \sin 2^\circ) = \\
&= 1481 + 0,45 \cdot 100(0,1 \cdot 0,99939 - 0,0349) = 1481 + 2,93 = 1484 \text{ კგ}; \quad (123)
\end{aligned}$$

$$S_{VI} = S_V + W_{3,3} = S_V + S_V \omega_2 = 1484 + 1484 \cdot 0,1 = 1484 + 148,4 = 1632 \text{ კგ}; \quad (124)$$

$$S_{VII} = S_{VI} + W_{2,3} = S_{VI} + G_1 L_{IV} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = 1632 + 0,45 \cdot 10 = 1632 + 4,5 = 1636,5 \text{ კგ}; \quad (125)$$

$$S_{VIII} = S_{VII} + W_{3,4} = S_{VII} + S_{VII} \omega_2 = 1636,5 + 1636,5 \cdot 0,1 = 1636 + 163,7 = 1800 \text{ კგ}; \quad (126)$$

$$S_{IX} = S_{VIII} + W_{2,4} = S_{VIII} + G_1 L_V (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = 1800 + 0,45 \cdot 250 (\sin 35^\circ + 0,1 \cos 35^\circ) = 1800 + 0,45 \cdot 250 (0,57358 + 0,1 \cdot 0,81915) = 1800 + 73,7 = 1874 \text{ კგ}; \quad (127)$$

$$S_X = S_{IX} + W_{3,5} = S_{IX} + S_{IX} \omega_2 = 1874 + 1874 \cdot 0,1 = 1874 + 187 = 2061 \text{ კგ}; \quad (128)$$

$$S_{XI} = S_X + W_{2,5} = S_X + G_1 L_{VI} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = 2061 + 0,45 \cdot 20 (0,1 \cdot \cos 30^\circ - \sin 30^\circ) = 2061 + 0,45 \cdot 20 (0,1 \cdot 0,86603 - 0,5) = 2061 - 4 = 2057 \text{ კგ}. \quad (129)$$

I წერტილიდან საწვეი ბაგირის დოლზე მიწყდომის XI წერტილამდე წინააღმდეგობის ძალებია:

$$S_{XI} = W_{6,1} + W_{4,1} + W_{3,1} + W_{2,1} + W_{3,2} + W_{2,2} + W_{3,3} + W_{2,3} + W_{3,4} + W_{2,4} + W_{3,5} + W_{2,5} = 1200 + 20 + 122 + 4,5 + 134,7 + 2,93 + 148,4 + 4,5 + 163,7 + 73,7 + 187 - 4 = 2057 \text{ კგ}.$$

დამხმარე ოპერაციის განხორციელების დროს, ტრასაზე საწვეი ბაგირის კაკვზე, ჯამბარით ჩაბმული მორის აწვეა და გადაყვანა ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში I წერტილიდან XI წერტილის ჩათვლით, საწვეი ბაგირის დოლზე მიწყდომის წერტილამდე, წინააღმდეგობის ჯამური ძალაა  $S_{XI} = 2057$  კგ, ხოლო გამგლეჯ ძალას, შესაბამისად მივიღებთ  $2057 \cdot 2 = 4114$  კგ.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ISO 2408 სტანდარტის მონაცემებით ვიღებთ 8 მმ კვეთის დიამეტრის საწვე ბაგირს ორგანული გულარით, რომლის დროებითი წინააღმდეგობა ტოლია 177 კგ/მმ<sup>2</sup>, ხოლო წინააღმდეგობა გაგლეჯაზე – 4360 კგ.

ჯალამბორის ძრავას სიმძლავრე გვექნება:

$$N = \frac{S_{XI} \cdot V_{\text{საბ}}}{75 \cdot \eta} = \frac{2057 \cdot 0,25}{75 \cdot 0,85} = 8 \text{ ცხ.დ.} = 5,9 \text{ კვტ.}$$

ამიტომაც, 19523-74 სტანდარტის მიხედვით ვირჩევთ ელ. ძრავას, რომლის სიმძლავრე  $N = 7,5$  კვტ, ხოლო ბრუნთა რიცხვი  $n = 1500$  ბრ/წთ.

წინააღმდეგობის ძალები I -XXIII წერტილებში (ნახ. 23 ) მეორე ძირითად ტრასაზე მორის ან შეკრულას თანაბარი სიხქარით მოძრაობის დროს იანგარიშება ფორმულებით:

$$\left. \begin{aligned} \text{I} - S_I &= W'_5 = jG_{\text{ყ}} f_0 \frac{d_{\text{ყ}}}{D_{\text{ყ}}}; \quad j = 1, 2 - 1, 3; \quad G_{\text{ყ}} = 250 \text{ კგ}; \\ &f_0 = 0,15; \quad d_{\text{ყ}} = 0,04 \text{ მ}; \quad D_{\text{ყ}} = 0,285 \text{ მ}; \\ \text{II} - S_{II} &= S_I + W_{2,1} = S_I + G_2 L_{VI} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha), \\ &G_2 = 0,3 \text{ კგ}; \quad L_{VI} = 20 \text{ მ}; \quad \omega_2 = 0,1; \quad \alpha = 30^\circ; \\ \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_{2,2} = S_{III} + G_2 L_V (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= S_{III} + G_2 L_V (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha), \\ &L_V = 250 \text{ მ}; \quad \alpha = 35^\circ; \quad \omega_2 = 0,1, \quad \omega_1 = 0,2; \\ \text{V} - S_V &= S_{IV} + W_{3,2} = S_{IV} + S_{IV} \omega_2 = S_{IV} (1 + \omega_2); \\ \text{VI} - S_{VI} &= S_V + W_{2,3} = S_V + G_2 L_{IV} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= S_V - G_2 L_{IV} \sin \alpha; \\ &L_{IV} = 10 \text{ მ}; \quad \alpha = 90^\circ; \\ \text{VII} - S_{VII} &= S_{VI} + W_{3,3} = S_{VI} + S_{VI} \omega_2 = S_{VI} (1 + \omega_2); \\ \text{VIII} - S_{VIII} &= S_{VII} + W_{2,4} = S_{VII} + G_2 L_{III} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\ &L_{III} = 100 \text{ მ}; \quad \alpha = 2^\circ; \\ \text{IX} - S_{IX} &= S_{VIII} + W_{3,4} = S_{VIII} + S_{VIII} \omega_2 = S_{VIII} (1 + \omega_2); \\ \text{X} - S_X &= S_{IX} + W_{2,5} = S_{IX} + G_2 L_{II} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= S_{IX} + G_2 L_{II} \omega_2, \quad L_{II} = 100 \text{ მ}; \quad \alpha = 0^\circ; \\ \text{XI} - S_{XI} &= S_X + W_{2,6} + W_{6,2} = S_X + G_3 L_{VII} (\sin \alpha + \omega_3 \cos \alpha) + \\ &+ Qn_1 \omega_3 = S_X + (G_3 L_{VII} + Qn_1) \omega_3; \\ &L_{VII} = 400 \text{ მ}; \quad \alpha = 0^\circ; \quad G_3 = 0,63 \text{ კგ}; \quad n_1 = 0,6; \quad \omega_3 = 0,01; \\ \text{XII} - S_{XII} &= S_{XI} + W_{3,5} + W_{7,1} = S_{XI} + S_{XI} \omega_3 + T_{XII} \omega_3 = \\ &= S_{XI} + (S_{XI} + T_{XII}) \omega_3; \\ \text{XIII} - S_{XIII} &= S_{XII} + W_{3,6} + W_{7,1} = S_{XII} + S_{XII} \omega_3 + T_{XII} \omega_3 = \\ &= S_{XII} + (S_{XII} + T_{XII}) \omega_3; \\ \text{XIV} - S_{XIV} &= S_{XIII} + W_{6,3} = S_{XIII} + Qn_2 \omega; \\ \text{XV} - S_{XV} &= S_{XIV} + W_{2,7} = S_{XIV} + G_1 L_{II} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \end{aligned} \right\} \quad (130)$$

$$\left.
\begin{aligned}
&= S_{XIV} + G_1 L_{II} \omega_2; L_{II} = 100 \text{ მ}; \alpha = 0^\circ; \\
\text{XVI} - S_{XVI} &= S_{XV} + W_{3.7} = S_{XV} + S_{XV} \omega_2 = S_{XV} (1 + \omega_2); \\
\text{XVII} - S_{XVII} &= S_{XVI} + W_{2.8} = S_{XVI} + G_1 L_{III} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\
&L_{III} = 100 \text{ მ}; \alpha = 2^\circ; \\
\text{XVIII} - S_{XVIII} &= S_{XVIII} + W_{3.8} = S_{XVII} + S_{XVII} = S_{XVII} (1 + \omega_2); \\
\text{XIX} - S_{XIX} &= S_{XVIII} + W_{2.9} = S_{XVIII} + G_1 L_{IV} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\
&= S_{XVIII} + G_1 L_{IV} \sin \alpha; \\
&L_{IV} = 10 \text{ მ}; \alpha = 90^\circ; \\
\text{XX} - S_{XX} &= S_{XIX} + W_{3.9} = S_{XIX} + S_{XIX} \omega_2 = S_{XIX} (1 + \omega_2); \\
\text{XXI} - S_{XXI} &= S_{XX} + W_{2.10} = S_{XX} + G_1 L_V (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\
&L_V = 250 \text{ მ}; \alpha = 35^\circ; G_1 = 0,45 \text{ კგ}; \\
\text{XXII} - S_{XXII} &= S_{XXI} + W_{3.10} = S_{XXI} + S_{XXI} \omega_2 = S_{XXI} (1 + \omega_2); \\
\text{XXIII} - S_{XXIII} &= S_{XXII} + W_{2.11} = S_{XXII} + G_1 L_{VI} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\
&L_{VI} = 20 \text{ მ}; \alpha = 30^\circ.
\end{aligned}
\right\} \quad (130)$$

ამ შემთხვევაში, როგორც უკვე იყო აღნიშნული, ხე-ტყის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის მეორე ძირითადი ოპერაციის განხორციელების დროს, კაკვიანი საწვევი ბაგირის დაბრუნება ტყესაკაფზე სრულდება მექანიკური წესით; აქედან გამომდინარე, შეკრულას ან შოლტის მოჭიმვისა და დაძვრის მომენტში, საჭიროა გადაილახოს უკუსვლის ბაგი რდახვეული დოლის დაძვრისა და დასაბრუნებელი ბაგირის გადაადგილების წინააღმდეგობის ძალები ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში:

$$W_5 = W_5' + W_5'' + W_5''' \quad (131)$$

სადაც  $W_5'$  – დასაბრუნებელი ბაგირდახვეული დოლის ბრუნვის წინააღმდეგობის ძალა, კგ;

$W_5''$  – დასაბრუნებელი დოლის და მასზე დახვეული ბაგირის ინერციის ძალა დაძვრის მომენტში, კგ;

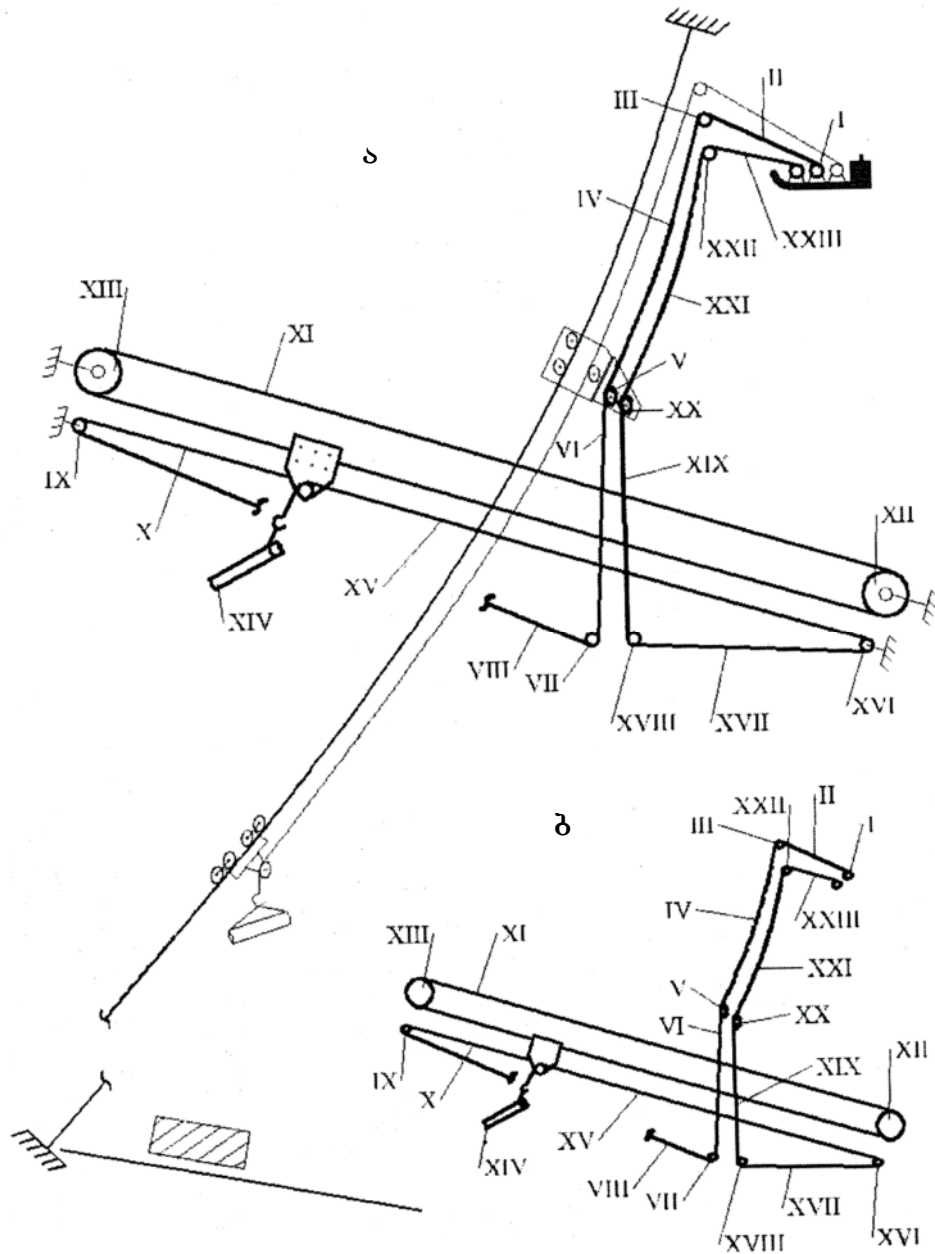
$W_5'''$  – დასაბრუნებელი ბაგირის თავისუფალი ნაწილის უსაყრდნოდ გადაადგილების წინააღმდეგობის ძალა, კგ.

$W_5'$ ,  $W_5''$  და  $W_5'''$  წინააღმდეგობების ძალები იანგარიშება ფორმულებით:

$$W_5' = j G_{\gamma} f_0 \frac{d_{\gamma}}{D_{\gamma}}; \quad (132)$$

$$W_5'' = \frac{0,7 \cdot G_{\gamma} D_{\gamma}^2 \pi \cdot n_{\gamma}}{R_{\gamma \text{ საშ}} 4 \cdot g \cdot 30 \cdot t}, \quad (133)$$





ნახ. 23. ა, ბ – განივგადსატანი ჩაკეტილკონტურიანი ბაგირ-ბლოკური საბაგირო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა:  
 ა – ჩაკეტილკონტურიან მზიდ ბაგირზე ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში განივი მიმართულებით მორების მორთრევის ტრასა; ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-XXIII მოდების წერტილები

სადაც  $j$  – ფრიქციული ქუროს და ჯალამბრის მუხრუჭის შემუხრუჭების გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი, კაკვიანი ბაგირის ტყესაკაფზე მექანიკური წესით დაბრუნების დროს, 1,2-1,3;

$G_{\text{უ}}$  – უკუსვლის დოლის წონა მასზე დახვეული ბაგირით, 250 კგ;

$d_{\text{უ}}$  – უკუსვლის დოლის დერძის დიამეტრი, 0,04 მ;

$D_{\eta}$  – უკუსვლის დოლის დიამეტრი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით,

$$D_{\eta} = D'_{\eta} + n'_{\eta} d_2 = 150 + 15 \cdot 9 = 285 \text{ მმ},$$

სადაც  $D'_{\eta}$  – უკუსვლის დოლის დიამეტრი ბაგირის გარეშე, ბაგირის დიამეტრის მიხედვით მივიღოთ  $D'_{\eta} = 150$  მმ;

$n'_{\eta}$  – უკუსვლის დოლზე დახვეული ბაგირის რიცხვების მაქსიმალური რაოდენობა, 15;

$d_2$  – უკუსვლის ბაგირის კვეთის დიამეტრი, 9 მმ;

$n_{\eta}$  – უკუსვლის დოლის ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ;

$R_{\eta, \text{საშ}}$  – უკუსვლის დოლის რადიუსი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით, 0,1425 მ;

$t$  – უკუსვლის დოლის გაქანების დრო, რომელიც ტოლია საწვეი ბაგირის სინქარისა (საშუალოდ 3–4 წმ);

$G_2$  – 1 გრძ.მ უკუსვლის ბაგირის წონა 0,3 კგ;

$L$  – უკუსვლის ბაგირის შესაბამის წერტილებს შორის თავისუფალი ნაწილის სიგრძე, მ.

დასაბრუნებელი ბაგირის ბლოკებზე ჰორიზონტალურ მდგომა - რეობაში გადაადგილების დროს ჩაკიდულობის გაუთვალისწინებლად წინააღმდეგობის ძალა გადაადგილებაზე იანგარიშება ფორმულით:

$$W_5''' = G_2 L \omega_2; \quad (134)$$

ქვევიდან ზევით გადაადგილების დროს

$$W_5''' = G_2 L (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \quad (135)$$

ზევიდან ქვევით გადაადგილების დროს

$$W_5''' = G_2 L (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \quad (136)$$

ტყის გრუნზე უკუსვლის ბაგირის ჰორიზონტალურად გადაადგილების დროს გვექნება

$$W_5''' = G_2 L \omega_1; \quad (137)$$

ფერდობზე ქვევიდან ზევით გადაადგილების დროს

$$W_5''' = G_2 L (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha); \quad (138)$$

ფერდობზე ზევიდან ქვევით გადაადგილების დროს

$$W_5''' = G_2 L (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha). \quad (139)$$

ფორმულების (130) თანახმად ვანგარიშობთ წინააღმდეგობის ძალების მნიშვნელობებს თანმიმდევრობით – უკუსვლის ბაგირის დოლიდან, ანუ ჩაშვების I წერტილიდან საწვე ბაგირზე XXIII მიწოდომის წერტილამდე.

ფორმულებში (130) რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით შეკრულას დამყარებული სიჩქარით მოძრაობის დროს მივიღებთ:

$$S_I = W'_5 = jG_{\text{უ}} f_0 \frac{d_{\text{უ}}}{D_{\text{უ}}} = 1,2 \cdot 250 \cdot 0,15 \frac{40}{285} = 6,3 \text{ კგ}; \quad (140)$$

$$\begin{aligned} S_{II} &= S_I + W_{2,1} = S_I + G_1 L_{VI} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= 6,3 + 0,3 \cdot 20 (\sin 30^\circ + 0,1 \cdot \cos 30^\circ) = \\ &= 6,3 + 0,3 \cdot 20 (0,5 + 0,1 \cdot 0,86603) = 6,3 + 3,5 = 9,8 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (141)$$

$$S_{III} = S_{II} + W_{3,1} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = 9,8 + 9,8 \cdot 0,1 = 9,8 + 0,98 = 10,8 \text{ კგ}; \quad (142)$$

$$S_{IV} = S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + C_2 L_V (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha).$$

ამ შემთხვევაში, ანძასა და მსდექს შორის ბლოკებზე დაკიდებული უკუსვლის ბაგირი, რომლის დოლი გათიშულია მექანიკური გადაცემებისაგან, თავისი წონით დაეშვება ტყის გრუნტზე. ბაგირის გადაადგილების წინააღმდეგობის ძალის ანგარიში უნდა ვაწარმოოთ, როგორც ტყის გრუნტზე განლაგებული ბაგირისათვის და გვექნება

$$\begin{aligned} S_{IV} &= S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + G_2 L_V (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= 10,8 + 0,3 \cdot 250 (0,2 \cdot \cos 35^\circ - \sin 35^\circ) = \\ &= 10,8 + 0,3 \cdot 250 (0,2 \cdot 0,81915 - 0,57358) = 10,8 + (-30,7) = -20 \text{ კგ}. \end{aligned}$$

მაშასადამე, IV წერტილში უკუსვლის ბაგირი, რომელიც ჩაკიდებულია ბლოკებს შორის 250 მ სიგრძეზე, ეყრდნობა ტყის გრუნტს და თავისი წონა ძალის მოქმედებით გადაადგილდება 35 °-ით დახრილ ფერდობზე მსდექამდე. აქედან გამომდინარე, წინააღმდეგობის ჯამური ძალა  $S_{III}$  დაიძლევა IV წერტილში მის საწინააღმდეგოდ მოქმედი უკუსვლის ბაგირის წონა ძალით.

$$\begin{aligned} G_2 L_V (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) &= 0,3 \cdot 250 (0,1 \cdot \cos 35^\circ - \sin 35^\circ) = \\ &= 0,3 \cdot 250 \cdot (0,1 \cdot 0,81915 - 0,57358) = 37 \text{ კგ}. \end{aligned}$$

მივიღეთ,  $S_{III} = 10,8 < 37$ , რაც იმას ნიშნავს, რომ უკუსვლის ბაგირი გადალახავს  $S_{III}$  ჯამურ წინააღმდეგობის ძალას და დაეშვება ტყის გრუნტზე.

IV წერტილში წინააღმდეგობის ძალას რეალურად ქმნის მსდექის ძირში, ტყის გრუნტზე მიწყდომილი, ბლო კზე ვერტიკალურად დაკიდებული 10 მ სიგრძის უკუსვლის ბაგირი. ამ შემთხვევაში  $L_V = L_{IV} = 10$  მ;  $\alpha = 90^\circ$ .

$$S_{IV} = S_{III} + W_{2.2} = S_{III} + G_2 L_{IV} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = 0 + 0,3 \cdot 10 \cdot \sin 90^\circ = 0 + 3 = 3 \text{ კგ}; \quad (143)$$

$$S_V = S_{IV} + W_{3.2} = S_{IV} + S_{IV} \omega_2 = 3 + 3 \cdot 0,1 = 3 + 0,3 = 3,3 \text{ კგ}; \quad (144)$$

$$S_{VI} = S_V + W_{2.3} = S_V + G_2 L_{IV} (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha) = S_V - G_2 L_{IV} \sin \alpha = 3,3 - 0,3 \cdot 10 \cdot \sin 90^\circ = 3,3 - 3 = 0,3 \text{ კგ}; \quad (145)$$

$$S_{VII} = S_{VI} + W_{3.3} = S_{VI} + S_{VI} \omega_2 = 0,3 + 0,3 \cdot 0,1 = 0,3 + 0,03 = 0,33 \text{ კგ}; \quad (146)$$

$$S_{VIII} = S_{VII} + W_{2.4} = S_{VII} + G_2 L_{III} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha);$$

VIII წერტილში, რადგანაც  $S_{VII} < G_2 L_{III} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha)$  უკუსვლის ბაგირი დაეშვება ტყის გრუნტზე და წინააღმდეგობის კოეფიციენტი  $\omega_2$  იცვლება  $\omega_1$ -ით,

$$S_{VIII} = S_{VII} + W_{2.4} = S_{VII} + G_2 L_{III} (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha) = 0,33 + 0,3 \cdot 100 (\sin 2^\circ + 0,2 \cdot \cos \alpha) = 0,33 + 0,3 \cdot 100 (0,0349 + 0,2 \cdot 0,99939) = 0,33 + 7,04 = 7,4 \text{ კგ}; \quad (147)$$

$$S_{IX} = S_{VIII} + W_{3.4} = S_{VIII} + S_{VIII} \cdot \omega_2 = 7,4 + 7,4 \cdot 0,1 = 7,4 + 0,74 = 8 \text{ კგ}; \quad (148)$$

$$S_X = S_{IX} + W_{2.5} = S_{IX} + G_2 L_{II} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = S_{IX} + G_2 L_{II} \omega_2,$$

რადგანაც  $S_{IX} = 8 > G_2 L_{II} \omega_2$  ანუ  $8 > 3$ -ზე, ამიტომ უკუსვლის ბაგირი არ ჩაეშვება ტყის გრუნტზე და გადაადგილდება ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში.

$$S_X = S_{IX} + W_{2.5} = S_{IX} + G_2 L_{II} \omega_2 = 8 + 0,3 \cdot 100 \cdot 0,1 = 8 + 3 = 11 \text{ კგ}; \quad (149)$$

$$S_{XI} = S_X + W_{2.6} + W_{6.2} = S_X + G_3 L_{VII} (\sin \alpha + \omega_3 \cos \alpha) + Q n_1 \omega_3 = 11 + 0,63 \cdot 400 \cdot 0,01 + 2000 \cdot 0,6 \cdot 0,01 = 11 + 2,52 + 12 = 26 \text{ კგ}; \quad (150)$$

სადაც  $G_3 - 1$  გრძმ 13 მმ კვეთის დიამეტრის ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის წონა, 0,63 კგ;

$n_1$  - კაკზე დაკიდებული მორის წონის ნაწილის განმსაზღვრელი კოეფიციენტი, 0,6;

$\omega_3$  – ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის გორვის საკისრებზე დასმული ბლოკების ბრუნვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, 0,01.

$$\begin{aligned} S_{XII} &= S_{XI} + W_{3,5} + W_{7,1} = S_{XI} + S_{XI}\omega_3 + T_{XII}\omega_3 = \\ &= 26 + 26 \cdot 0,01 + 5100 \cdot 0,01 = 26 + 0,26 + 51 = 77 \text{ კგ}, \end{aligned} \quad (151)$$

სადაც  $T_{XII}$  – XII წერტილში ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის დაჭიმულობის ძალა 13 მმ კვეთის დიამეტრის საწვევი ბაგირისათვის მიღებულია 5100 კგ, რაც შეადგენს ბაგირის მაქსიმალური გამგლეჯი ძალის 50%-ს.

$$\begin{aligned} S_{XIII} &= S_{XII} + W_{3,6} + W_{7,1} = S_{XII} + S_{XII}\omega_3 + T_{XII}\omega_3 = \\ &= 77 + 77 \cdot 0,01 + 5100 \cdot 0,01 = 77 + 0,77 + 51 = 129 \text{ კგ}. \end{aligned} \quad (152)$$

$$\begin{aligned} S_{XIV} &= S_{XIII} + W_{6,3} = S_{XIII} + Qn_2\omega = \\ &= 129 + 2000 \cdot 0,4 \cdot 0,6 = 129 + 480 = 609 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (153)$$

სადაც  $n_2$  – ტყის გრუნტზე მოსული მორის წონის განმსაზღვრელი კოეფიციენტი, 0,4;

$$\begin{aligned} S_{XV} &= S_{XIV} + W_{2,7} = S_{XIV} + G_1L_{II}(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= 609 + 0,45 \cdot 100 \cdot 0,1 = 609 + 4,5 = 613,5 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (154)$$

ამ შემთხვევაში, საწვევი ბაგირი გადაადგილდება ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში; ბაგირის ჩაკიდულობა უმნიშვნელოა და მხედველობაში არ მიიღება.

$$\begin{aligned} S_{XVI} &= S_{XV} + W_{3,7} = S_{XV} + S_{XV}\omega_2 = 613,5 + 613,5 \cdot 0,1 = \\ &= 613 + 61,4 = 675 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (155)$$

$$\begin{aligned} S_{XVII} &= S_{XVI} + W_{2,8} = S_{XVI} + G_1L_{III}(\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= 675 + 0,45 \cdot 100(0,1 \cdot \cos 2^\circ - \sin 2^\circ) = \\ &= 675 + 0,45 \cdot 100(0,1 \cdot 0,99939 - 0,0349) = 675 + 2,93 = 678 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (156)$$

$$\begin{aligned} S_{XVIII} &= S_{XVII} + W_{3,8} = S_{XVII} + S_{XVII}\omega_2 = 678 + 678 \cdot 0,1 = \\ &= 678 + 68 = 746 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (157)$$

$$\begin{aligned} S_{XIX} &= S_{XVIII} + W_{2,9} = S_{XVIII} + G_1L_{IV}(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= 746 + 0,45 \cdot 10(\sin 90^\circ + 0,1 \cos 90^\circ) = 746 + 4,5 = 750,5 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (158)$$

$$\begin{aligned} S_{XX} &= S_{XIX} + W_{3,9} = S_{XIX} + S_{XIX}\omega_2 = \\ &= 750,5 + 750,5 \cdot 0,1 = 750,5 + 75,05 = 826 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (159)$$

$$\begin{aligned}
S_{XXI} &= S_{XX} + W_{2.10} = S_{XX} + G_1 L_V (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\
&= 826 + 0,45 \cdot 250 (\sin 35^\circ + 0,1 \cos 35^\circ) = \\
&= 826 + 0,45 \cdot 250 (0,57358 + 0,1 \cdot 0,81915) = 826 + 73,7 = 900 \text{ კგ.} \quad (160)
\end{aligned}$$

ამ შემთხვევაშიც, საწვევი ბაგირი გადაად გილდება ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში, ამასთან ჩაკიდულობა მხედველობაში არ მიიღება.

$$\begin{aligned}
S_{XXII} &= S_{XXI} + W_{3.10} = S_{XXI} + S_{XXI} \omega_2 = \\
&= 900 + 900 \cdot 0,1 = 900 + 90 = 990 \text{ კგ;} \quad (161)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_{XXIII} &= S_{XXII} + W_{2.11} = S_{XXII} + G_1 L_{V1} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\
&= 990 + 0,45 \cdot 20 (0,1 \cdot \cos 30^\circ - \sin 30^\circ) = \\
&= 990 + 0,45 \cdot 20 (0,1 \cdot 0,86603 - 0,5) = 990 + (-3,72) = 986 \text{ კგ;} \quad (162)
\end{aligned}$$

I წერტილიდან სატვირთო დოლზე საწვევი ბაგირის მიწვე დომის XXIII წერტილამდე ტვირთის თანაბარი სიჩქარით მოძრაობის დროს წინააღმდეგობის ძალებია:

$$\begin{aligned}
S_{XXIII} &= W'_5 + W_{2.1} + W_{3.1} + W_{2.2} + W_{3.2} + W_{2.3} + W_{3.3} + W_{2.4} + W_{3.4} + W_{2.5} + \\
&+ W_{2.6} + W_{6.2} + W_{3.5} + W_{7.1} + W_{3.6} + W_{7.1} + W_{6.3} + W_{2.7} + W_{3.7} + W_{2.8} + \\
&+ W_{3.8} + W_{2.9} + W_{3.9} + W_{2.10} + W_{3.10} + W_{2.11} = 6,3 + 3,5 + 0,98 + 3 + 0,3 - \\
&- 3 + 0,03 + 7,04 + 0,74 + 3 + 2,52 + 12 + 0,26 + 51 + 0,77 + 51 + \\
&+ 480 + 4,5 + 61,4 + 2,93 + 68 + 4,5 + 75,05 + 73,7 + 90 - 3,72 = 996 \text{ კგ.}
\end{aligned}$$

მივიღეთ, რომ ტექნოლოგიური პროცესის მეორე ძირითადი ოპერაციის, კერძოდ მორის ან შეკრულის განივგადსატან მზიდ ბაგირზე ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში საბაგირო დანადგარის ძირითად ტრასამდე მორთრევის დროს საწვევ დოლზე მიწვედომის XXIII წერტილში ჯამური წინააღმდეგობის ძალა  $S_{XIII} = 996$  კგ. გამგლეჯი ძალა მდგრადობის მარაგის სტატიკური კოეფიციენტის  $n = 2$  მიხედვით მიხედვით

$$S_{XXIII} = S_{XXIII} \cdot n = 996 \cdot 2 = 1992 \text{ კგ.}$$

ამ შემთხვევაში, ISO 2408 სტანდარტის მიხედვით ცხრილიდან 1 ვირჩევთ 6 მმ-იან კვეთის დიამეტრის საწვევ ბაგირს, რომლის წინააღმდეგობა გაგლეჯაზე ტოლია 2110 კგ, ხოლო ბაგირის დროებითი წინააღმდეგობა – 177 კგ/მმ<sup>2</sup>.

$S_{xxiii}$  წინააღმდეგობის ჯამური ძალის მიხედვით ვანგარიშობთ დანადგარის ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრე ს, რ ოცა მორის ან შეკრულას გადაადგილების სიჩქარე V ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში მორთრევის დროს ტოლია 0,5 მ/წმ

$$N = \frac{S_{xxiii} \cdot V}{75 \cdot \eta} = \frac{996 \cdot 0,5}{75 \cdot 0,85} = 7,8 \text{ ცხ.ძ.} = 5,74 \text{ კვტ.}$$

დანადგარის ჯალამბრისათვის სტანდარტის 19523-74-ის მიხედვით ვირჩევთ ასინქრონულ ელ. ძრავას 4A132S4Y3, რომლის სიმძლავრე ტოლია 7,5 კვტ და ბრუნთა რიცხვი  $n=1500$  ბრ/წთ.

მაქსიმალური წინააღმდეგობის ძალის, ანუ წვევის ძალის საანგარიშოდ საჭიროა გათვალისწინოთ ინერციის ძალები I, XI და XIV წერტილებში და დაჭიმულობის ძალები XII და XIII წერტილებში; ამასთან, XII და XIII წერტილებში დაჭიმულობის ძალების შესაძლო დიდ მნიშვნელობებთან დაკავშირებით განივი მიმართულების ტრასის ჩაკეტილკონტურის ბაგირის ბლოკებში გათვალისწინებულია გორვის საკისრები, ბრუნვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტით  $\omega_3 = 0,01$ .

აღნიშნულის გათვალისწინებით მეორე ძირითადი ოპერაციის ჯამური წინააღმდეგობის ძალების საანგარიშო ფორმულები მიიღებენ შემდეგ სახეს:

$$\left. \begin{aligned} \text{I} - S_I &= W'_5 + W''_5 = jG_{\eta} f_0 \frac{d_{\eta}}{D_{\eta}} + \frac{0,7G_{\eta} D_{\eta}^2 \pi n_{\eta}}{R_{\eta, \text{საშ}} 4g \cdot 30 \cdot t}, \\ j' &= 1,25; G_{\eta} = 250 \text{ კგ}; f_0 = 0,15; d_{\eta} = 0,04 \text{ მ}; D_{\eta} = 0,285 \text{ მ}; \\ n_{\eta} &= 33,5 \text{ ბრ/წთ}; R_{\eta, \text{საშ}} = 0,1425 \text{ მ}; t = 3 \text{ წმ}; \\ \text{II} - S_{II} &= S_I + W_{2,1} = S_I + G_2 L_{VI} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha), \\ G_2 &= 0,3 \text{ კგ}; L_{VI} = 20 \text{ მ}; \alpha = 20^\circ; \omega_2 = 0,1; \\ \text{III} - S_{III} &= S_{II} + W_{3,1} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = S_{II} (1 + \omega_2); \\ \text{IV} - S_{IV} &= S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + G_2 L_{IV} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = G_2 L_{IV}; \\ &\alpha = 90^\circ; \\ \text{V} - S_V &= S_{IV} + W_{3,2} = S_{IV} + S_{IV} \omega_2 = S_{IV} (1 + \omega_2); \\ \text{VI} - S_{VI} &= S_V + W_{2,3} = S_V + G_2 L_{IV} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= S_V - G_2 L_{IV} \sin \alpha = S_V - G_2 L_{IV}; \alpha = 90^\circ; \\ \text{VII} - S_{VII} &= S_{VI} + W_{3,3} = S_{VI} + S_{VI} \omega_2 = S_{VI} (1 + \omega_2); \\ \text{VIII} - S_{VIII} &= S_{VII} + W_{2,4} = S_{VII} + G_2 L_{III} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= S_{VII} + G_2 L_{III} (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha); L_{III} = 100 \text{ მ}; \alpha = 2^\circ; \omega_1 = 0,2; \end{aligned} \right\} (163)$$

$$\begin{aligned}
IX - S_{IX} &= S_{VIII} + W_{3.4} = S_{VIII} + S_{VIII}\omega_2 = S_{VIII}(1 + \omega_2); \\
X - S_X &= S_{IX} + W_{2.5} = S_{IX} + G_2 L_{II}(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\
&= S_{IX} + G_2 L_{II} \omega_1, \quad \alpha = 0^\circ; \\
XI - S_{XI} &= S_X + W_{2.6} + W_{6.2} + W_{4.1} = S_X + G_3 L_{VII} \omega_3 + Qn_1 \omega_3 + \\
&+ \frac{(G_3 L_{VII} + Qn_1) V_{\text{ბსბ}}}{gt}; \quad G_3 = 0,6 \text{ კგ}; \quad L_{VII} = 400 \text{ მ}; \quad \omega_3 = 0,01; \quad n_1 = 0,6; \\
XII - S_{XII} &= S_{XI} + W_{3.5} + W_{7.1} = S_{XI} + S_{XI} \omega_3 + T_{XII} \omega_3 = \\
&= S_{XI} + (S_{XI} + T_{XII}) \omega_3; \quad T_{XII} = 5100 \text{ კგ}; \\
XIII - S_{XIII} &= S_{XII} + W_{3.6} + W_{7.1} = S_{XII} + S_{XII} \omega_3 + T_{XII} \omega_3 = \\
&= S_{XII} + (S_{XII} + T_{XII}) \omega_3; \\
XIV - S_{XIV} &= S_{XIII} + W_{6.3} + W_{4.2} = S_{XIII} + Qn_2 \omega + \frac{Qn_2 V_{\text{ბსბ}}}{gt}; \\
& \quad \quad \quad n_2 = 0,4; \\
XV - S_{XV} &= S_{XIV} + W_{2.7} = S_{XIV} + G_1 L_{II}(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\
&= S_{XIV} + G_1 L_{II} \omega_2; \quad \alpha = 0^\circ; \\
XVI - S_{XVI} &= S_{XV} + W_{3.7} = S_{XV} + S_{XV} \omega_2 = S_{XV}(1 + \omega_2); \\
XVII - S_{XVII} &= S_{XVI} + W_{2.8} = S_{XVI} + G_1 L_{III}(\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\
& \quad \quad \quad L_{III} = 100 \text{ მ}; \quad \alpha = 2^\circ; \\
XVIII - S_{XVIII} &= S_{XVII} + W_{3.8} = S_{XVII} + S_{XVII} \omega_2 = S_{XVII}(1 + \omega_2); \\
XIX - S_{XIX} &= S_{XVIII} + W_{2.9} = S_{XVIII} + G_1 L_{IV}(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\
&= S_{XVIII} + G_1 L_{IV} \sin \alpha; \quad L_{IV} = 10 \text{ მ}; \quad \alpha = 90^\circ; \\
XX - S_{XX} &= S_{XIX} + W_{3.9} = S_{XIX} + S_{XIX} \omega_2 = S_{XIX}(1 + \omega_2); \\
XXI - S_{XXI} &= S_{XX} + W_{2.10} = S_{XX} + G_1 L_V(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \quad \alpha = 35^\circ; \\
XXII - S_{XXII} &= S_{XXI} + W_{3.10} = S_{XXI} + S_{XXI} \omega_2 = S_{XXI}(1 + \omega_2); \\
XXIII - S_{XXIII} &= S_{XXII} + W_{2.11} = S_{XXII} + G_1 L_{VI}(\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\
& \quad \quad \quad L_{VI} = 20 \text{ მ}; \quad \alpha = 30^\circ.
\end{aligned} \tag{163}$$

წინააღმდეგობების ჯამური ძალის, ანუ წევის ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობის მისაღებად ტექნოლოგიური პროცესის მეორე ძირითადი ოპერაციის განხორციელების დროს, რაც დაკავშირებულია მორის განივი მიმართულებით ჩაკეტილკონტურიან მზიდ ბაგირზე ნახევრად დაკიდებულ მდგომარეობაში საბაგირო დანადგარის ძირითად ტრასამდე გადაადგილებასთან, ინერციის ძალების და ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის დაჭიმულობის გათვალისწინებით, ფორმულებში (163) შევიტანოთ რიცხვითი მნიშვნელობები და მივიღებთ:

$$S_I = W'_5 + W''_5 = j' G_{\gamma} f_0 \frac{d_{\gamma}}{d_{\gamma}} + \frac{0,7 \cdot G_{\gamma} D_{\gamma}^2 \pi \cdot n_{\gamma}}{R_{\gamma} \text{ სავ} 4 \cdot g \cdot 30 \cdot t} =$$



$$= 1,25 \cdot 250 \cdot 0,15 \frac{0,04}{0,285} + \frac{0,7 \cdot 250 \cdot 0,285^2 \cdot 3,14 \cdot 33,5}{0,1425 \cdot 4 \cdot 9,81 \cdot 30 \cdot 3} =$$

$$= 6,6 + 2,97 = 9,6 \text{ კგ}; \quad (164)$$

უკუსვლის დოლის ბრუნთა რიცხვი დახვეული ბაგირის საშუალო შრის მიხედვით იანგარიშება ფორმულით:

$$n_{\text{უ}} = \frac{30 \cdot V_{\text{საბ}}}{\pi \cdot R_{\text{უ.საშ}}} = \frac{30 \cdot 0,5}{3,14 \cdot 0,1425} = 33,5 \text{ ბრ/წთ.} \quad (165)$$

$$S_{\text{II}} = S_{\text{I}} + W_{2,1} = S_{\text{I}} + G_2 L_{\text{II}} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) =$$

$$= 9,6 + 0,3 \cdot 20 (\sin 30^\circ + 0,1 \cdot \cos 30^\circ) =$$

$$= 9,6 + 0,3 \cdot 20 (0,5 + 0,1 \cdot 0,86603) = 9,6 + 3,5 = 13,1 \text{ კგ}; \quad (166)$$

$$S_{\text{III}} = S_{\text{II}} + W_{3,1} = S_{\text{II}} + S_{\text{II}} \omega_2 = 13,1 + 13,1 \cdot 0,1 = 13,1 + 1,31 = 14,4 \text{ კგ}; \quad (167)$$

$$S_{\text{IV}} = S_{\text{III}} + W_{2,2} = S_{\text{III}} + G_2 L_{\text{V}} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) =$$

$$= 14,4 + 0,3 \cdot 250 (0,1 \cdot \cos 35^\circ - \sin 35^\circ) =$$

$$= 14,4 + 0,3 \cdot 250 (0,1 \cdot 0,81915 - 0,5) = 14,4 + (-31,4) = -17 \text{ კგ};$$

ამ შემთხვევაში IV წერტილში  $S_{\text{III}}$  წინააღმდეგობის ჯამური ძალა ნაანგარიშებია უკუსვლის დოლის დაძვრის მომე ნტში ინერციის ძალის გათვალისწინებით, ისევე როგორც თანაბარი – დამყარებული სიჩქარით ტვირთის გადაადგილების შემთხვევაში დაძლეულია 250 მ სიგრძის უკუსვლის ბაგირის წონა ძალით, რომელიც ბლოკებზე დაკიდებული მდგომარეობიდან ეშვება ტყის გრუნტზე და ჩამოცურდება 35 °-ით დახრილ ფერდობზე ზევიდან ქვევით მსდექისაკენ.

აქედან გამომდინარე, V წერტილიდან X წერტილის ჩათვლით წინააღმდეგობის ძალები იანგარიშება ანალოგიურად, როგორც წინა შემთხვევაში. ტვირთის თანაბარი სიჩქარით გადაადგილების დროს, სადაც X წერტილში წინააღმდეგობის ძალების ჯამური მნიშვნელობა  $S_{\text{X}} = 11$  კგ-ს, მაშინ XI წერტილში ბაგირის და ტვირთის ინერციის ძალების გათვალისწინებით წინააღმდეგობის ძალა იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$S_{\text{XI}} = S_{\text{X}} + W_{2,6} + W_{6,2} + W_{4,1} = S_{\text{X}} + G_3 L_{\text{VII}} \omega_3 + Q n_1 \omega_3 + \frac{(G_3 L_{\text{VII}} + Q n_1) V_{\text{საბ}}}{gt} =$$

$$= 11 + 0,63 \cdot 400 \cdot 0,01 + 2000 \cdot 0,6 \cdot 0,01 + \frac{(0,63 \cdot 400 + 2000 \cdot 0,6) 0,5}{9,81 \cdot 3} =$$

$$= 11 + 2,52 + 12 + 24,7 = 50 \text{ კგ}; \quad (168)$$

$$\begin{aligned} S_{XII} &= S_{XI} + W_{3,5} + W_{7,1} = S_{XI} + S_{XI}\omega_3 + T_{XII}\omega_3 = \\ &= 50 + 50 \cdot 0,01 + 5100 \cdot 0,01 = 50 + 0,5 + 51 = 101,5 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (169)$$

$$\begin{aligned} S_{XIII} &= S_{XII} + W_{3,6} + W_{7,1} = S_{XII} + S_{XII}\omega_3 + T_{XII}\omega_3 = \\ &= 101,5 + 101,5 \cdot 0,01 + 5100 \cdot 0,01 = 101,5 + 1,02 + 51 = 153,5 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (170)$$

$$\begin{aligned} S_{XIV} &= S_{XIII} + W_{6,3} + W_{4,2} = S_{XIII} + Qn_2\omega + \frac{Qn_2V_{\text{საბ}}}{gt} = \\ &= 153,5 + 2000 \cdot 0,4 \cdot 0,6 + \frac{2000 \cdot 0,4 \cdot 0,5}{9,81 \cdot 3} = 153,5 + 480 + 14 = 647,5 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (171)$$

$$\begin{aligned} S_{XV} &= S_{XIV} + W_{2,7} = S_{XIV} + G_1L_{II}(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = S_{XIV} + G_1L_{II}\omega_2 = \\ &= 647,5 + 0,45 \cdot 100 \cdot 0,1 = 647,5 + 4,5 = 652 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (172)$$

XV წერტილში საწვევი ბაგირი გადაადგილდება ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში. ამ შემთხვევაში ჩაკიდულობა უმწმუნელოა.

$$S_{XVI} = S_{XV} + W_{3,7} = S_{XV} + S_{XV}\omega_2 = 652 + 652 \cdot 0,1 = 652 + 65,2 = 717 \text{ კგ}; \quad (173)$$

$$\begin{aligned} S_{XVII} &= S_{XVI} + W_{2,8} = S_{XVI} + G_1L_{III}(\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= 717 + 0,45 \cdot 100(0,1 \cos 2^\circ - \sin 2^\circ) = \\ &= 717 + 0,45 \cdot 100(-0,1 \cdot 0,99939 - 0,0349) = 717 + 2,93 = 720 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (174)$$

XVII წერტილში საწვევი ბაგირი გადაადგილდება ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში, ჩაკიდულობა უმნიშვნელოა და მხედველობაში არ მიიღება.

$$\begin{aligned} S_{XVIII} &= S_{XVII} + W_{3,8} = S_{XVII} + S_{XVII}\omega_2 = 720 + 720 \cdot 0,1 = \\ &= 720 + 72 = 792 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (175)$$

$$\begin{aligned} S_{XIX} &= S_{XVIII} + W_{2,9} = S_{XVIII} + G_1L_{IV}(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= S_{XVIII} + G_1L_{IV} \sin 90^\circ = 792 + 0,45 \cdot 10 = 792 + 4,5 = 796,5 \text{ კგ}. \end{aligned} \quad (176)$$

XIX წერტილში საწვევი ბაგირი გადაადგილდება მსდექის ბლოკზე დაკიდებულ ვერტიკალურ მდგომარეობაში

$$\begin{aligned} S_{XX} &= S_{XIX} + W_{3,9} = S_{XIX} + S_{XIX}\omega_2 = 796,5 + 796,5 \cdot 0,1 = \\ &= 796,5 + 79,6 = 876 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (177)$$

$$\begin{aligned} S_{XXI} &= S_{XX} + W_{2,10} = S_{XX} + G_1L_V(\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= 876 + 0,45 \cdot 250(\sin 35^\circ + 0,1 \cdot \cos 35^\circ) = \end{aligned}$$

$$= 876 + 0,45 \cdot 250(0,57358 + 0,1 \cdot 0,81915) = 876 - 74 = 950 \text{ კგ.} \quad (178)$$

XXI წერტილიდან საწვეი ბაგირი გადაად გილდება ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში, მიუხედავად ძალის სიგრძისა ჩაკიდულობა მხედველობაში არ მიიღება.

$$\begin{aligned} S_{XXII} &= S_{XXI} + W_{3,10} = S_{XXI} + S_{XXI} \omega_2 = 950 + 950 \cdot 0,1 = \\ &= 950 + 95 = 1045 \text{ კგ;} \end{aligned} \quad (179)$$

$$\begin{aligned} S_{XXIII} &= S_{XXII} + W_{2,11} = S_{XXII} + G_1 L_{V1} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= 1045 + 0,45 \cdot 20(0,1 \cdot \cos 30^\circ - \sin 30^\circ) = \\ &= 1045 + 0,45 \cdot 20(0,1 \cdot 0,86603 - 0,5) = 1045 - 4 = 1041 \text{ კგ.} \end{aligned} \quad (180)$$

IV წერტილიდან საწვეი ბაგირის დოლზე მიწედომის XXIII წერტილამდე ინერციის ძალების და ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის დაჭიმულობის გათვალისწინებით წინააღმდეგობის ძალებია

$$\begin{aligned} S_{XXIII} &= W_{2,2} + W_{3,2} + W_{2,3} + W_{3,3} + W_{2,4} + W_{3,4} + W_{2,5} + W_{2,6} + W_{6,2} + \\ &+ W_{4,1} + W_{3,5} + W_{7,1} + W_{3,6} + W_{7,1} + W_{6,3} + W_{4,2} + W_{2,7} + W_{3,7} + W_{2,8} + \\ &+ W_{3,8} + W_{2,9} + W_{3,9} + W_{2,10} + W_{3,10} + W_{2,11} = 3 + 0,3 - 3 + 0,03 + \\ &+ 7,04 + 0,74 + 3 + 2,52 + 12 + 24,7 + 0,5 + 51 + 1,02 + 51 + 480 + \\ &+ 14 + 4,5 + 65,2 + 2,93 + 72 + 4,5 + 79,6 + 74 + 95 - 4 = 1041 \text{ კგ.} \end{aligned}$$

მივიღეთ, რომ ჩვენს მიერ განხილულ ტყესაკაფზე ხე -ტყის მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის მეორე ძირითადი ოპერაციის, კერძოდ შორის ან შეკრულას განივი მიმართულებით ჩაკეტილტურიან მზიდ ბაგირზე ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში საბაგირო დანადგარის ძირითად ტრასამდე გადაადგილების დროს წინააღმდეგობის ძალის მნიშვნელობა IV წერტილიდან X XIII წერტილის ჩათვლით ბაგირის და ტვირთის ინერციის ძალების გათვალისწინებით შეადგენს  $S_{XXIII} = 1041$  კგ, ხოლო მათ გარეშე ტვირთის თანაბარი სიჩქარით გადაადგილების დროს  $S_{XXIII} = 996$  კგ, განსხვავება მათ შორის უმნიშვნელოა და შეადგენს 45 კგ-ს.

გამგლეჯ ძალას მდგრადობის მარაგის სტატიკური კოეფიციენტის მიხედვით მივიღებთ:

$$S_{XXIII} = S_{XXIII} \cdot 2 = 1041 \cdot 2 = 2082 \text{ კგ.}$$

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ISO 2408 სტანდარტის მონაცემებით ვტოვებთ 6 მმ კვეთის დიამეტრის საწვევ ბაგირს ორგანული გულარით, რომლის დროებითი წინააღმდეგობა ტოლია 177 კგ/მმ<sup>2</sup>, ხოლო წინააღმდეგობა გაგლეჯაზე – 2110 კგ, რაც შეეხება ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრეს ინერციის ძალების გათვალისწინებით, წვევის ძალის მნიშვნელობიდან გამომდინარე ტოლია

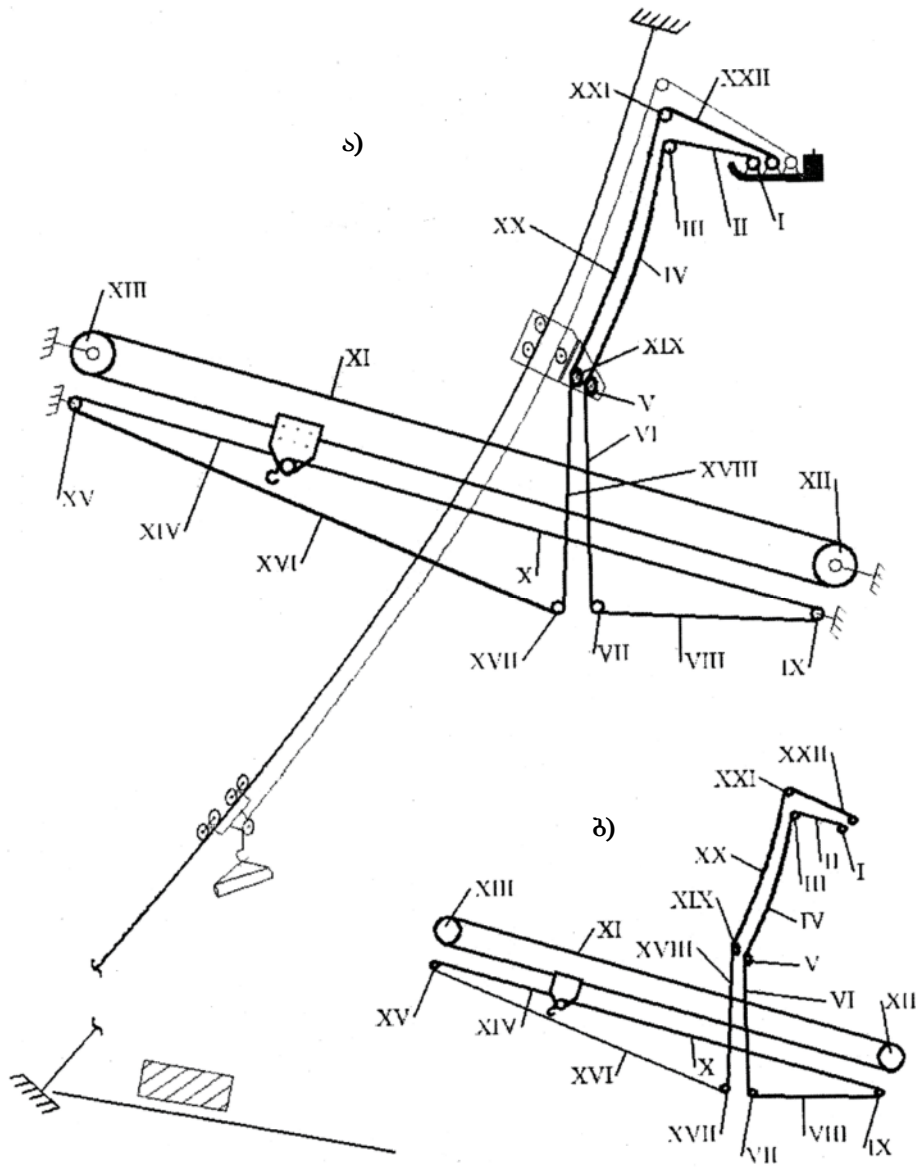
$$N = \frac{S_{XXIII} \cdot V_{საბ}}{75 \cdot \eta} = \frac{1041 \cdot 0,5}{75 \cdot 0,85} = 8,16 \text{ ცხ.დ.} = 6 \text{ კვტ.}$$

ამიტომაც, 19523 -74 სტანდარტის მის ედვით ვტოვებთ ადრე შერჩეულ ელ. ძრავას, რომლის სიმძლავრე  $N = 7,5$  კვტ, ბრუნთა რიცხვით  $n = 1500$  ბრ/წთ.

იგივე მეთოდიკის საფუძველზე ვატარებთ გამოკვლევას, აღნიშნული ტექნოლოგიური პროცესის მეორე ძირითადი ოპერაციის მეორე ფაზის უკუსვლის, ანუ კაკვიანი საწვევი ბაგირის ტყესაკაფზე დაბრუნების დროს, ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობების ჯამური ძალის განსაზღვრის მიზნით. აღნიშნულის განსახორციელებლად სქემაზე (ნახ. 24, ა, ბ) გამოსახული უკუსვლის ტრასის მიხედვით ვსაზღვრავთ წინააღმდეგობების ძალებს I წერტილიდან, ანუ საწვევი დოლიდან უკუსვლის დოლზე მიწედომის XXII წერტილის ჩათვლით.

წინააღმდეგობის ჯამური ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობის მისაღებად, ამ შემთხვევაში, საჭიროა გავითვალისწინოთ ინერციის ძალები I და XI წერტილებში, სადაც დაძვრის მომენტში საკმაოდ დიდი წონის მასები გვაქვს I და XI წერტილებში, შესაბამისად საწვევი დოლის 400 მ ბაგირის ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის სახით.

კაკვიანი საწვევი ბაგირის ტყესაკაფზე უკან დაბრუნება, როგორც უკვე იყო აღნიშნული, ხორციელდება უკუსვლის დოლის დახმარებით. ამ შემთხვევაში, საწვევი დოლი გათიშულია ელექტრო ქუროთი მექანიკური გადაცემებისაგან და თავისუფლად ბრუნავს დერძზე. პირველ რიგში უნდა გადაილახოს საწვევი ბაგირდახვეული დოლის ბრუნვის წინააღმდეგობა I წერტილში.



ნახ. 24. ა, ბ – განივგადასატანი ჩაკეტილკონტურიანი ბაგირ-ბლოკური საბაგრო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა: ა – კაკვიანი საწვეი ბაგირის უკუსვლის ბაგირით ტყესაკაფზე დაბრუნების ტრასა; ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-XXII მოდეების წერტილები

$$\left. \begin{aligned}
 I - S_I &= W'_5 + W''_5 = jG_b f_0 \frac{d_b}{D_b} + \frac{0,7G_b D_b^2 \pi n_b}{R_{b,b.s.} 4g30t}; \\
 j &= 1,25; G_b = 320 \text{ კგ}; D_b = 0,330 \text{ მ}; d_b = 0,05 \text{ მ}; \\
 f_0 &= 0,15; t = 3 \text{ წმ}; \\
 II - S_{II} &= S_I + W_{2,1} = S_I + G_1 L_{VI} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha), \\
 G_1 &= 0,45 \text{ კგ}; L_{VI} = 20 \text{ მ}; \alpha = 30^\circ; \omega_2 = 0,1; \\
 III - S_{III} &= S_{II} + W_{3,1} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = S_{II} (1 + \omega_2); \\
 IV - S_{IV} &= S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + G_1 L_V (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\
 L_V &= 250 \text{ მ}; \alpha = 35^\circ;
 \end{aligned} \right\} (181)$$

საწვევი ბაგირი დაეშვება ტყის გრუნტზე და ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს

$$\begin{aligned}
 \text{IV} - S_{\text{IV}} &= S_{\text{III}} + W_{2,2} = S_{\text{III}} + G_1 L_{\text{IV}} \sin \alpha; \\
 L_{\text{IV}} &= 10 \text{ მ}; \quad \alpha = 90^\circ; \\
 \text{V} - S_{\text{V}} &= S_{\text{IV}} + W_{3,2} = S_{\text{IV}} + S_{\text{IV}} \omega_2 = S_{\text{IV}} (1 + \omega_2); \\
 \text{VI} - S_{\text{VI}} &= S_{\text{V}} + W_{2,3} = S_{\text{V}} + G_1 L_{\text{IV}} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\
 &= S_{\text{V}} - G_1 L_{\text{IV}} \sin \alpha; \quad \alpha = 90^\circ; \\
 \text{VII} - S_{\text{VII}} &= S_{\text{VI}} + W_{3,3} = S_{\text{VI}} + S_{\text{VI}} \omega_2 = S_{\text{VI}} (1 + \omega_2); \\
 \text{VIII} - S_{\text{VIII}} &= S_{\text{VII}} + W_{2,4} = S_{\text{VII}} + G_1 L_{\text{III}} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\
 L_{\text{III}} &= 100 \text{ მ}; \quad \alpha = 2^\circ;
 \end{aligned}$$

საწვევი ბაგირი დაეშვება ტყის გრუნტზე და ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს

$$\begin{aligned}
 \text{VIII} - S_{\text{VIII}} &= S_{\text{VII}} + W_{2,4} = S_{\text{VII}} + G_1 L_{\text{III}} (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha); \\
 \alpha &= 0^\circ; \quad \omega_1 = 0,2;
 \end{aligned}$$

$$\text{IX} - S_{\text{IX}} = S_{\text{VIII}} + W_{3,4} = S_{\text{VIII}} + S_{\text{VIII}} \omega_2 = S_{\text{VIII}} (1 + \omega_2);$$

$$\text{X} - S_{\text{X}} = S_{\text{IX}} + W_{2,5} = S_{\text{IX}} + G_1 L_{\text{II}} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha);$$

ამ შემთხვევაშიაც საწვევი ბაგირი დაეშვება ტყის გრუნტზე და გვექნება

$$\begin{aligned}
 \text{X} - S_{\text{X}} &= S_{\text{IX}} + W_{2,5} = S_{\text{IX}} + G_1 L_{\text{II}} (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha) = \\
 &= S_{\text{IX}} + G_1 L_{\text{II}} \omega_1, \quad \alpha = 0^\circ; \quad L_{\text{II}} = 100 \text{ მ};
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{XI} - S_{\text{XI}} &= S_{\text{X}} + W_{2,6} + W_{4,3} = S_{\text{X}} + G_3 L_{\text{VII}} (\sin \alpha + \omega_3 \cos \alpha) + \\
 &+ \frac{G_3 L_{\text{VII}} V_{\text{ბსბ}}}{gt} = S_{\text{X}} + G_3 L_{\text{VII}} \omega_3 + \frac{G_3 L_{\text{VII}} V_{\text{ბსბ}}}{gt};
 \end{aligned}$$

$$G_3 = 0,63 \text{ კგ}; \quad L_{\text{VII}} = 400 \text{ მ}; \quad \alpha = 0^\circ; \quad V_{\text{ბსბ}} = 0,5 \text{ მ/წმ}; \quad \omega_3 = 0,01;$$

$$\begin{aligned}
 \text{XII} - S_{\text{XII}} &= S_{\text{XI}} + W_{3,5} + W_{7,1} = S_{\text{XI}} + S_{\text{XI}} \omega_3 + T_{\text{XII}} \omega_3 = \\
 &= S_{\text{XI}} + (S_{\text{XI}} + T_{\text{XII}}) \omega_3; \quad T_{\text{XII}} = 5100 \text{ კგ};
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{XIII} - S_{\text{XIII}} &= S_{\text{XII}} + W_{3,6} + W_{7,1} = S_{\text{XII}} + S_{\text{XII}} \omega_3 + T_{\text{XII}} \omega_3 = \\
 &= S_{\text{XII}} + (S_{\text{XII}} + T_{\text{XII}}) \omega_3;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{XIV} - S_{\text{XIV}} &= S_{\text{XIII}} + W_{2,7} = S_{\text{XIII}} + G_2 L_{\text{II}} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\
 \alpha &= 0^\circ; \quad L_{\text{II}} = 100 \text{ მ}; \quad \omega_2 = 0,1; \quad G_2 = 0,3 \text{ კგ};
 \end{aligned}$$

$$\text{XV} - S_{\text{XV}} = S_{\text{XIV}} + W_{3,7} = S_{\text{XIV}} + S_{\text{XIV}} \omega_2 = S_{\text{XIV}} (1 + \omega_2);$$

$$\begin{aligned}
 \text{XVI} - S_{\text{XVI}} &= S_{\text{XV}} + W_{2,8} = S_{\text{XV}} + G_2 L_{\text{II}} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\
 \alpha &= 2^\circ;
 \end{aligned}$$

$$\text{XVII} - S_{\text{XVII}} = S_{\text{XVI}} + W_{3,8} = S_{\text{XVI}} + S_{\text{XVI}} \omega_2 = S_{\text{XVI}} (1 + \omega_2);$$

$$\begin{aligned}
 \text{XVIII} - S_{\text{XVIII}} &= S_{\text{XVII}} + W_{2,9} = S_{\text{XVII}} + G_2 L_{\text{IV}} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\
 &= S_{\text{XVII}} + G_2 L_{\text{IV}} \sin \alpha = S_{\text{XVII}} + G_2 L_{\text{IV}}; \quad \alpha = 90^\circ;
 \end{aligned}$$

(181)

$$\left. \begin{aligned} \text{XIX} - S_{\text{XIX}} &= S_{\text{XVIII}} + W_{3,9} = S_{\text{XVIII}} + S_{\text{XVIII}} \omega_2 = S_{\text{XVIII}} (1 + \omega_2); \\ \text{XX} - S_{\text{XX}} &= S_{\text{XIX}} + W_{2,10} = S_{\text{XIX}} + G_2 L_V (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\ &L_V = 250 \text{ მ}; \alpha = 35^\circ; \\ \text{XXI} - S_{\text{XXI}} &= S_{\text{XX}} + W_{3,10} = S_{\text{XX}} + S_{\text{XX}} \omega_2 = S_{\text{XX}} (1 + \omega_2); \\ \text{XXII} - S_{\text{XXII}} &= S_{\text{XXI}} + W_{2,11} = S_{\text{XXI}} + G_2 L_{\text{VI}} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\ &L_{\text{VI}} = 20 \text{ მ}; \alpha = 30^\circ. \end{aligned} \right\} \quad (181)$$

ტექნოლოგიური პროცესის მეორე ძირითადი ოპერაციის უქმი სეგმის, ანუ კაკვიანი საწვევი ბ აგირის ტყესაკაფზე დაბრუნების დროს, რაც სრულდება მექანიკური წესით უკუსვლის დო ლისა და ბაგირის დახმარებით, უკუსვლის ტრასაზე I-XXII წერტილებში წინააღმდეგობის ძალების განსაზღვრას ვახდენთ (181) ფორმულებით:

$$\begin{aligned} S_I &= W'_5 + W''_5 = j G_b f_0 \frac{d_b}{D_b} + \frac{0,7 G_b D_b^2 \pi n_b}{R_{\text{ბ.საშ.}} \cdot 4g30t} = \\ &= 1,25 \cdot 320 \cdot 0,15 \frac{0,05}{0,33} + \frac{0,7 \cdot 320 \cdot 0,33^2 \cdot 3,14 \cdot 57,9}{0,165 \cdot 4 \cdot 9,81 \cdot 30 \cdot 3} = 9,09 + 7,61 = 16,7 \text{ კგ}, \end{aligned} \quad (182)$$

სადაც  $R_{\text{ბ.საშ.}}$  - საწვევი დოლის რადიუსი დიამეტრის საშუალო შრის მიხედვით, 0,165 მ;

$n_b$  - საწვევი დოლის ბრუნთა რიცხვი იანგარიშება საწვევი ბაგირის მოძრაობის სიჩქარიდან გამომდინარე, რაც ბაგირის უკუსვლის რეჟიმისათვის მიიღება 1,0 მ/წმ, საიდანაც გამომდინარე

$$n_b = \frac{30 \cdot V_{\text{საშ.}}}{\pi \cdot R_{\text{ბ.საშ.}}} = \frac{30 \cdot 1,0}{3,14 \cdot 0,165} = 57,9 \text{ ბრ/წმ.}$$

$$\begin{aligned} S_{\text{II}} &= S_I + W_{2,1} = S_I + G_1 L_{\text{VI}} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= 16,7 + 0,45 \cdot 20 (\sin 30^\circ + 0,1 \cos 30^\circ) = \\ &= 16,7 + 0,45 \cdot 20 (0,5 + 0,1 \cdot 0,86603) = 16,7 + 5,3 = 22 \text{ კგ}. \end{aligned} \quad (183)$$

საწვევი ბაგირი გადაადგილდება ბლოკებზე დაკიდებულ დახრილ მდგომარეობაში.

$$\begin{aligned} S_{\text{III}} &= S_{\text{II}} + W_{3,1} = S_{\text{II}} + S_{\text{II}} \omega_2 = 22 + 22 \cdot 0,1 = 22 + 2,2 = 24,2 \text{ კგ}; \\ S_{\text{IV}} &= S_{\text{III}} + W_{2,2} = S_{\text{III}} + G_1 L_V (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= 24,2 + 0,45 \cdot 250 (0,1 \cos 35^\circ - \sin 35^\circ) = \\ &= 24,2 + 0,45 \cdot 250 (0,1 \cdot 0,81915 - 0,57358) = 24,2 + (-55,3) = -31 \text{ კგ}. \end{aligned} \quad (184)$$

IV წერტილში, რადგანაც  $S_{\text{III}} < G_1 L_V (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha)$  საწვევი ბაგირი

თავისი წონა ძალით დაეშვება ტყის გრუნტზე და  $35^\circ$  დახრილ ფერდობზე ჩამოსრიალდება მსდექისაკენ. აქედან გამომდინარე, IV წერტილში წინააღმდეგო ბის ძალას ბაგირის გადაადგილებაზე ქმნის 10მ სიგრძის მსდექის ბლოკზე ვერტიკალურად დაკიდებული საწვეი ბაგირი. ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\begin{aligned} S_{IV} &= S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + G_1 L_{IV} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = S_{III} + G_1 L_{IV} \sin 90^\circ = \\ &= S_{III} + G_1 L_{IV} = 0 + 0,45 \cdot 10 = 0 + 4,5 = 4,5 \text{ კგ;} \end{aligned} \quad (185)$$

$$L_{IV} = 10 \text{ მ; } \alpha = 90^\circ.$$

$S_{III}$  ჯამური წინააღმდეგობის ძალა გახდა ნულის ტოლი, რადგანაც  $S_{III} = 24,2$  კგ დაძლია საწინააღმდეგოდ მოქმედმა საწვეი ბაგირის წონა ძალამ

$$G_1 L_V = 0,45 \cdot 250 = 112,5 \text{ კგ.}$$

$$S_V = S_{IV} + W_{3,2} = S_{IV} + S_{IV} \omega_2 = 4,5 + 4,5 \cdot 0,1 = 4,5 + 0,45 = 5 \text{ კგ;} \quad (186)$$

$$\begin{aligned} S_{VI} &= S_V + W_{2,3} = S_V + G_1 L_{IV} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= S_V - G_1 L_{IV} \sin \alpha = 5 - 0,45 \cdot 10 = 5 - 4,5 = 0,5 \text{ კგ; } \alpha = 90^\circ; \end{aligned} \quad (187)$$

VI წერტილში საწვეი ბაგირი გადაადგილდება ვერტიკალურად მსდექის ბლოკზე დაკიდებულ მდგომარეობაში:

$$S_{VII} = S_{VI} + W_{3,3} = S_{VI} + S_{VI} \omega_2 = 0,5 + 0,5 \cdot 0,1 = 0,5 + 0,05 = 0,55 \text{ კგ;} \quad (188)$$

$$S_{VIII} = S_{VII} + W_{2,4} = S_{VII} + G_1 L_{III} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha).$$

ამ შემთხვევაში, რადგანაც  $S_{VII} < G_1 L_{III} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha)$  საწვეი ბაგირი დაეშვება ტყის გრუნტზე და ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს

$$\begin{aligned} S_{VIII} &= S_{VII} + W_{2,4} = S_{VII} + G_1 L_{III} (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha) = \\ &= 0,55 + 0,45 \cdot 100 (\sin 2^\circ + 0,2 \cdot \cos 2^\circ) = \\ &= 0,55 + 0,45 \cdot 100 (0,0349 + 0,2 \cdot 0,99939) = 0,55 + 10,57 = 11,12 \text{ კგ.} \end{aligned} \quad (189)$$

$$\begin{aligned} S_{IX} &= S_{VIII} + W_{3,4} = S_{VIII} + S_{VIII} \omega_2 = 11,12 + 11,12 \cdot 0,1 = \\ &= 11,12 + 1,11 = 12,23 \text{ კგ;} \end{aligned} \quad (190)$$

$$S_X = S_{IX} + W_{2,5} = S_{IX} + G_1 L_{II} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha).$$

ამ შემთხვევაშიც, რადგანაც,  $S_{IX} < G_1 L_{II} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha)$  საწვეი ბაგირი დაეშვება ტყის გრუნტზე და ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს

$$S_X = S_{IX} + W_{2,5} = S_{IX} + G_1 L_{II} (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha) =$$



$$= S_{IX} + G_1 L_{III} \omega_1 = 12,23 + 0,45 \cdot 100 \cdot 0,2 = 12,23 + 9 = 21,23 \text{ კგ}; \quad (191)$$

$$\alpha = 0^\circ; \quad L_{II} = 100 \text{ მ};$$

$$\begin{aligned} S_{XI} &= S_X + W_{2,6} + W_{4,3} = S_X + G_3 L_{VII} (\sin \alpha + \omega_3 \cos \alpha) + \\ &+ \frac{G_3 L_{VII} V_{\text{ბაბ}}}{gt} = 21,23 + 0,63 \cdot 400 (\sin 0^\circ + 0,01 \cdot \cos 0^\circ) + \frac{0,63 \cdot 400 \cdot 0,5}{9,81 \cdot 3} = \\ &= 21,23 + 2,52 + 4,28 = 28 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (192)$$

$$\begin{aligned} S_{XII} &= S_{XI} + W_{3,5} + W_{7,1} = S_{XI} + S_{XI} \omega_3 + T_{XII} \omega_3 = \\ &= 28 + 28 \cdot 0,01 + 5100 \cdot 0,01 = 28 + 0,28 + 51 = 79,28 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (193)$$

$$\begin{aligned} S_{XIII} &= S_{XII} + W_{3,6} + W_{7,1} = S_{XII} + S_{XII} \omega_3 + T_{XII} \omega_3 = \\ &= 79,28 + 79,28 \cdot 0,01 + 5100 \cdot 0,01 = 79,28 + 0,79 + 51 = 131,07 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (194)$$

$$\begin{aligned} S_{XIV} &= S_{XIII} + W_{2,7} = S_{XIII} + G_2 L_{II} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= 131,07 + 0,3 \cdot 100 \cdot 0,1 = 131,07 + 3 = 134,07 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (195)$$

$$\alpha = 0^\circ; \quad L_{II} = 100 \text{ მ}.$$

ამ შემთხვევაში, უკუსვლის ბაგირი გადაადგილდება ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში.

$$\begin{aligned} S_{XV} &= S_{XIV} + W_{3,7} = S_{XIV} + S_{XIV} \omega_2 = 134,07 + 134,07 \cdot 0,1 = \\ &= 134,07 + 13,41 = 147,48 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (196)$$

$$\begin{aligned} S_{XVI} &= S_{XV} + W_{2,8} = S_{XV} + G_2 L_{II} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= 147,48 + 0,3 \cdot 100 (0,1 \cos 2^\circ - \sin 2^\circ) = \\ &= 147,48 + 0,3 \cdot 100 (0,1 \cdot 0,99939 - 0,0349) = 147,48 + 1,95 = 149,43 \text{ კგ}. \end{aligned} \quad (197)$$

ბაგირი გადაადგილდება ბლოკებზე დაკიდებულ მდგომარეობაში, რადგანაც  $S_{XV} > G_2 L_{II} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha)$ :

$$\begin{aligned} S_{XVII} &= S_{XVI} + W_{3,8} = S_{XVI} + S_{XVI} \omega_2 = 149,43 + 149,43 \cdot 0,1 = \\ &= 149,43 + 14,94 = 164,37 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (198)$$

$$\begin{aligned} S_{XVIII} &= S_{XVII} + W_{2,9} = S_{XVII} + G_2 L_{IV} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= S_{XVII} + G_2 L_{IV} \sin \alpha = 164,37 + 0,3 \cdot 10 = 164,37 + 3 = 167,37 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (199)$$

$$L_{IV} = 10 \text{ მ}; \quad \alpha = 90^\circ;$$

უკუსვლის ბაგირი გადაადგილდება მსდექის ბლოკზე დაკიდებულ ვერტიკალურ მდგომარეობაში

$$S_{XIX} = S_{XVIII} + W_{3,9} = S_{XVIII} + S_{XVIII} \omega_2 = 167,37 + 167,37 \cdot 0,1 =$$

$$= 167,37 + 16,74 = 184,11 \text{ კგ}; \quad (200)$$

$$\begin{aligned} S_{XX} &= S_{XIX} + W_{2,10} = S_{XIX} + G_2 L_V (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= 184,11 + 0,3 \cdot 250 (\sin 35^\circ + 0,1 \cdot \cos 35^\circ) = \\ &= 184,11 + 0,3 \cdot 250 (0,57358 + 0,1 \cdot 0,81915) = \\ &= 184,11 + 49,16 = 233,27 \text{ კგ}. \end{aligned} \quad (201)$$

$$\begin{aligned} S_{XXI} &= S_{XX} + W_{3,10} = S_{XX} + S_{XX} \omega_2 = 233,27 + 233,27 \cdot 0,1 = \\ &= 233,27 + 23,33 = 256,6 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (202)$$

$$\begin{aligned} S_{XXII} &= S_{XXI} + W_{2,11} = S_{XXI} + G_2 L_{VI} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= 256,6 + 0,3 \cdot 20 (0,1 \cdot \cos 30^\circ - \sin 30^\circ) = \\ &= 256,6 + 0,3 \cdot 20 (0,1 \cdot 0,86603 - 0,5) = 256,6 - 2,48 = 254,1 \text{ კგ}. \end{aligned} \quad (203)$$

მივიღოთ, რომ ტყესაკაფზე მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის მეორე ძირითადი ოპერაციის, კერძოდ კაკვიანი საწვევი ბაგირის უკან დაბრუნების, ანუ უქმი სვლის განხორციელების დროს, რაც სრულდება მექანიზებული წესით უკუსვლის დოლის გამოყენებით IV წერტილიდან XXII წერტილის, ანუ უკუსვლის დოლზე მიწედომის წერტილამდე წინააღმდეგობის ძალებია:

$$\begin{aligned} S_{XXII} &= W_{2,2} + W_{3,2} + W_{2,3} + W_{3,3} + W_{2,4} + W_{3,4} + W_{2,5} + W_{2,6} + W_{4,3} + \\ &+ W_{3,5} + W_{7,1} + W_{3,6} + W_{7,1} + W_{2,7} + W_{3,7} + W_{2,8} + W_{3,8} + W_{2,9} + \\ &+ W_{3,9} + W_{2,10} + W_{3,10} + W_{2,11} = 4,5 + 0,45 - 4,5 + 0,05 + \\ &+ 10,57 + 1,11 + 9 + 2,52 + 4,28 + 0,28 + 51 + 0,79 + 51 + 3 + \\ &+ 13,41 + 1,95 + 14,94 + 3 + 16,74 + 49,16 + 23,33 - 2,48 = 254,1 \text{ კგ}. \end{aligned}$$

მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის მეორე ძირითადი ოპერაციის განხორციელების დროს, კაკვიანი საწვევი ბაგირის ტყესაკაფზე დაბრუნება სრულდება მანქანური წესით ჯალამბრის უკუსვლის დოლის დახმარებით. როგორც ანგარიშიდან ჩანს, წინააღმდეგობის წერტილებში I-XXII ჯამური ძალა XXII წერტილში, ინერციის ძალის გათვალისწინებით უმნიშვნელია 254 კგ. აქედან გამომდინარე, საწვევი ბაგირის დიამეტრი რჩება დამხმარე ოპერაციის შემთხვევაში 8 მმ, ხოლო ძრავა 7,5 კვტ.

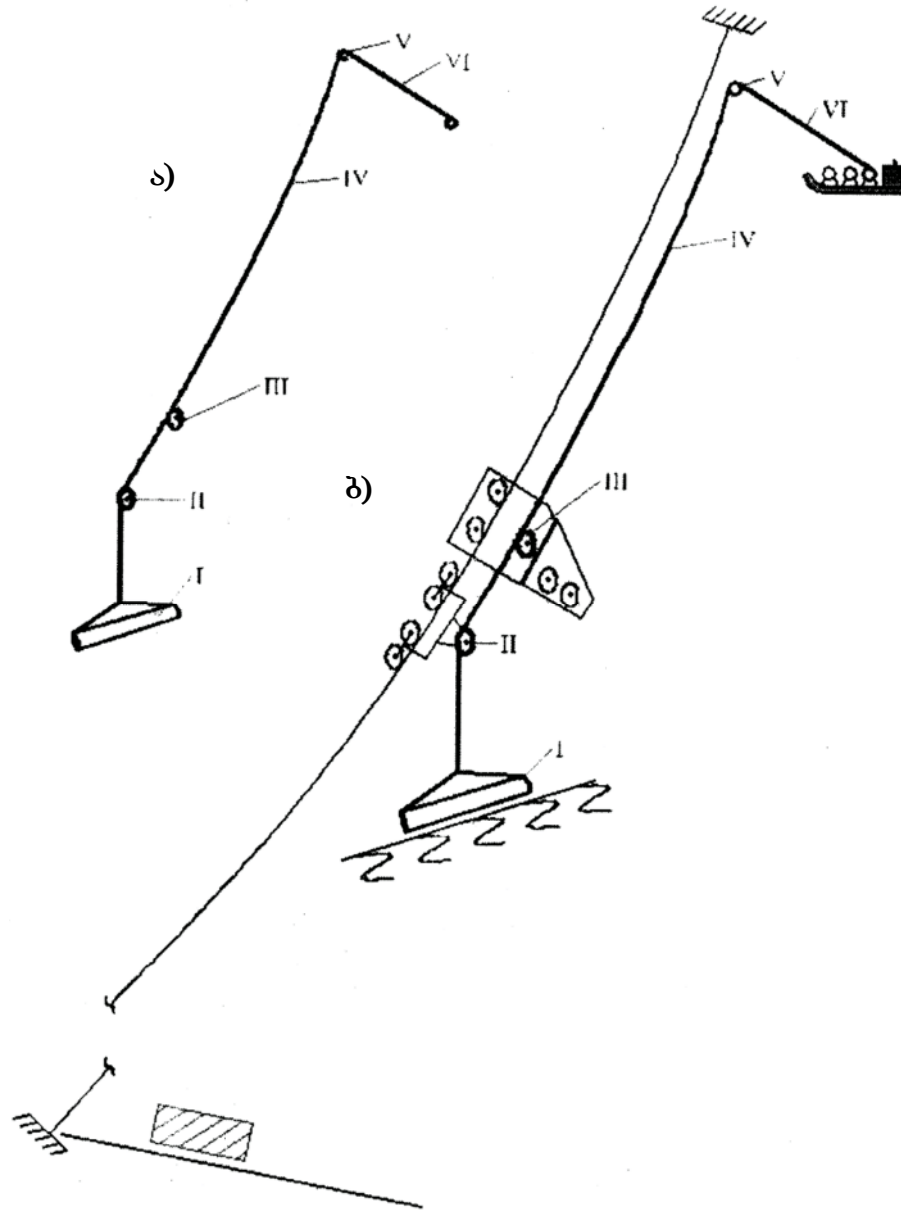
**2.4.4. განიგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის  
ჯალამბრის წევის ძალის განსაზღვრა ტრასამდე,  
გვერდებიდან მორთრეული ხე-ტყის ზედა საწყოზე  
ჩამოშვების ან აზიდვის დროს**

№ 7 ტექნოლოგიური სქემიდან გამომდინარე მაღალმთიან ტყესაკაფზე ტექნოლოგიური პროცესის მესამე ძირითად ოპერაციას წარმოადგენს ტრასამდე გვერდებიდან მორთრეული მორის ან შეკრულას ზედა საწყოზე ჩამოშვება ან აზიდვა. ეს ოპერაცია სრულდება ტვირთის მთლიანად ურიკაზე დაკიდებულ მდგომარეობაში. აღნიშნული ძირითადი ოპერაციის შესრულებამდე საჭიროა ტვირთის, მორის ან შეკრულას სახით ვერტიკალურად აწევა კაკვიანი საწვევი ბაგირის ურიკის ბლოკის ჩამჭერში დაფიქსირებამდე [30, 39].

ტექნოლოგიური პროცესის დამხმარე ოპერაციის სქემიდან (ნახ. 25) ირკვევა, რომ შეკრულას ვერტიკალურად აწევის დროს გვაქვს წინააღმდეგობის ძალების ექვსი წერტილი. I წერტილში ხდება შეკრულას ადგილიდან დაძვრა და ვერტიკალურად აწევა ურიკის მიმართულებით. ამ ოპერაციის განხორციელების დროს, წინააღმდეგობის ჯამურ ძალას ვსაზღვრავთ ინერციის ძალის გათვალისწინებით, რაც დაკავშირებულია შეკრულას ადგილიდან დაძვრასთან. I-VI წერტილებში წინააღმდეგობის ძალების საანგარიშო ფორმულებია:

$$\left. \begin{aligned}
 I - S_I &= W_{6.5} + W_{4.4} = Q_1(\sin \alpha + \omega \cos \alpha) + \frac{Q_1 V_{\text{საბ}}}{gt}; \\
 Q_1 &= 3000 \text{ კგ}; \alpha = 90^\circ; V_{\text{საბ}} = 0,25 \text{ მ/წმ}; \omega = 0,6; t = 3 \text{ წმ}; \\
 II - S_{II} &= S_I + W_{3.1} = S_I + S_I \omega_2 = S_I(1 + \omega_2); \\
 III - S_{III} &= S_{II} + W_{3.2} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = S_{II}(1 + \omega_2); \\
 IV - S_{IV} &= S_{III} + W_{2.1} = S_{III} + G_1 L_V (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\
 \alpha &= 35^\circ; L_V = 250 \text{ მ}; \omega_2 = 0,1; \\
 V - S_V &= S_{IV} + W_{3.3} = S_{IV} + S_{IV} \omega_2 = S_{IV}(1 + \omega_2); \\
 VI - S_{VI} &= S_V + W_{2.2} = S_V + G_1 L_{VI} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\
 \alpha &= 30^\circ; L_{VI} = 20 \text{ მ}.
 \end{aligned} \right\} (204)$$

ფორმულებში (204) რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით, მივიღებთ I-VI წერტილებში წინააღმდეგობის ძალებს, VI წერტილში კი წინააღმდეგობის ჯამური ძალის მნიშვნელობას.



ნახ. 25. ა, ბ – განივგადსატანი საბავირო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა: ა – ურიკის ბლოკის ჩამჭერში დასაფიქსირებლად შეკრულას ვერტიკალურად გადაადგილების ტრასა; ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-VI მოდების წერტილები

$$\begin{aligned}
 S_1 &= W_{6,5} + W_{4,4} = Q_1(\sin \alpha + \omega \cos \alpha) + \frac{QV_{\text{საბ}}}{gt} = \\
 &= 3000(\sin 90^\circ + 0,6 \cos 90^\circ) + \frac{3000 \cdot 0,25}{9,81 \cdot 3} = \\
 &= 3000 + \frac{3000 \cdot 0,25}{9,81 \cdot 3} = 3000 + 25,5 = 3025,5 \text{ კგ}; \quad (205)
 \end{aligned}$$

$Q_1$  – ტვირთის წონა შეკრულას სახ ით ჯალამბრის ტვირთამწეობიდან გამომდინარე, 3000 კგ;

$\alpha = 90^\circ$  – ტვირთი გადაადგილება ვერტიკალურად;

$$\begin{aligned} S_{II} &= S_I + W_{3,1} = S_I + S_I \omega_2 = 3025,5 + 3025,5 \cdot 0,1 = \\ &= 3025,5 + 302,6 = 3328 \text{ კგ;} \end{aligned} \quad (206)$$

$$\begin{aligned} S_{III} &= S_{II} + W_{3,2} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = 3328 + 3328 \cdot 0,1 = \\ &= 3328 + 333 = 3661 \text{ კგ;} \end{aligned} \quad (207)$$

$$\begin{aligned} S_{IV} &= S_{III} + W_{2,1} = S_{III} + G_1 L_V (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\ &= 3661 + 0,45 \cdot 250 (\sin 35^\circ + 0,1 \cos 35^\circ) = \\ &= 3661 + 0,45 \cdot 250 (0,57358 + 0,1 \cdot 0,81915) = \\ &= 3661 + 73,7 = 3735 \text{ კგ;} \end{aligned} \quad (208)$$

$$S_V = S_{IV} + W_{3,3} = S_{IV} + S_{IV} \omega_2 = 3735 + 3735 \cdot 0,1 = 3735 + 373 = 4108 \text{ კგ;} \quad (209)$$

$$\begin{aligned} S_{VI} &= S_V + W_{2,2} = S_V + G_1 L_{VI} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= 4108 + 0,45 \cdot 20 (0,1 \cos 30^\circ - \sin 30^\circ) = \\ &= 4108 + 0,45 \cdot 20 (0,1 \cdot 0,86603 - 0,5) = 4108 - 4 = 4104 \text{ კგ;} \end{aligned}$$

ტვირთის ვერტიკალურად გადაადგილების დროს, ტრასაზე I -VI წერტილებში წინააღმდეგობის ძალებია:

$$\begin{aligned} S_{VI} &= W_{6,5} + W_{4,4} + W_{3,1} + W_{3,2} + W_{2,1} + W_{3,3} + W_{2,2} = \\ &= 3000 + 25,5 + 302,6 + 333 + 73,7 + 373 - 4 = 4104 \text{ კგ.} \end{aligned}$$

მივიღეთ, რომ დამხმარე ოპერაციის შესრულების დროს, კერძოდ, საბაგირო დანადგარის ძირითად ტრასამდე, გვერდებიდან მორთრეული შეკრულას ასაწევად და საწვეი ბაგირის კაკის ურიკის ბლოკში დასაფიქსირებლად, წინააღმდეგობის ძალის ჯამური სიდიდე VI წერტილში, საწვეი ბაგირის  $V = 0,25$  მ/წმ სიჩქარით მოძრაობის დროს არის 4104 კგ. მდგრადობის მარაგის სტატიკური კოეფიციენტის  $n = 2$  გათვალისწინებით, გამგლეჯი ძალა ტოლია 8208 კგ. ISO 2408 სტანდარტის მონაცემებით მიღებულ გამგლეჯ ძალას შეესაბამება 11 მმ-იანი კვეთის საწვეი ბაგირი ორგანული გულარით, რომლის დროებითი წინააღმდეგობა ტოლია 177 კგ/მმ<sup>2</sup>, ხოლო გამგლეჯი ძალა – 8240 კგ-ისა. აღსანიშნავია, რომ მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის პირველი ძირითადი ოპერაციის შესრულების დროს, კერძოდ, ფერდობზე მოჭრილი ხის ზევით ამოზიდვის შემთხვევაში ჯამური წინააღმდეგობა XII წერტილში 3567 კგ შერჩეულია იგივე 11 მმ კვეთის დიამეტრის

ბაგირით, მხოლოდ 157 კგ/მმ<sup>3</sup> დროებითი წინააღმდეგობით. ამიტომ, ჯალამბარი აღჭურვილი იქნება 11 მმ კვეთის დიამეტრის საწვეო ბაგირით, რომლის დროებითი წინააღმდეგობა არის 177 კგ/მმ<sup>2</sup>, ხოლო გამგლეჯი ძალა 8240 კგ.

ამასთან, აღნიშნული დამხმარე ოპერაციის შესრულების დროს ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრე ტოლი იქნება

$$N = \frac{S_{VI} \cdot V_{\text{ბაბ}}}{75 \cdot \eta} = \frac{4104 \cdot 0,25}{75 \cdot 0,85} = 16,1 \text{ ცხ.ძ.} = 11,8 \text{ კვტ.}$$

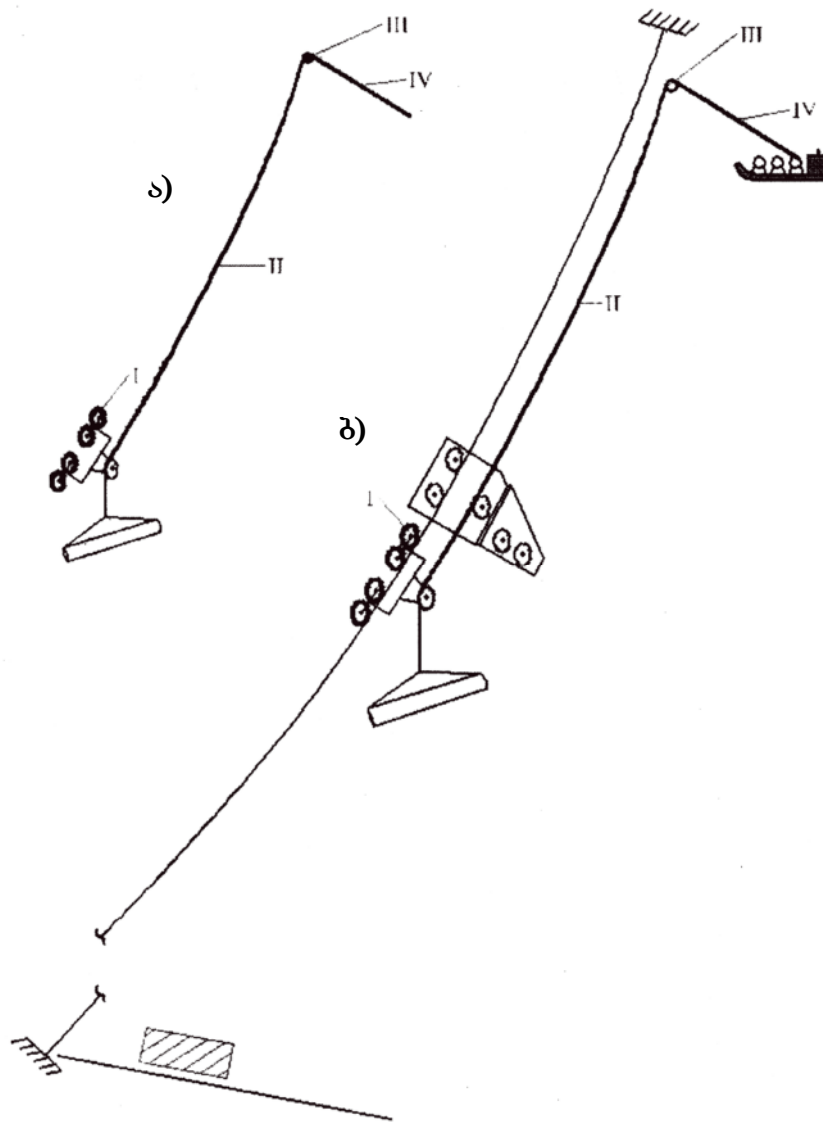
ვინაიდან, მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის დამხმარე ოპერაციის, კერძოდ, შეკრულას ვერტიკალურად აწვევის და კაკვიანი საწვეო ბაგირის ურიკის ბლოკის ჩამჭერში დაფიქსირების ხანგრძლიობა მცირეა და ამავე დროს, აღნიშნული ტრასის I -VI წერტილებიდან III წერტილში ბლოკის დატვირთვა მინიმალურია, ვტოვებთ პირველი ძირითადი ოპერაციისათვის შერჩეულ ელ. ძრავას 11 კვტ სიმძლავრით და 1500 ბრ/წთ.

ნახაზზე 26, ა, ბ წარმოდგენილია მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის მესამე ძირითადი ოპერაცია, კერძოდ, ურიკის ბლოკის ჩამჭერში დაფიქსირებული შეკრულას გადაადგილება, 35°-ით დახრილ მხიდ ბაგირზე ქვევიდან ზევით, პლატოზე განლაგებული ზედა საწყოებისაკენ, სადაც გადის ავტოტყესაზიდი მაგისტრალური გზა [486].

გამოვიკვლიოთ და განვსაზღვროთ წინააღმდეგობის ძალები I-IV წერტილებში და წინააღმდეგობის ჯამური ძალის მნიშვნელობა IV წერტილში.

I წერტილში წინააღმდეგობას ქმნის ურიკა, საწვეო ბაგირით დაკიდებული შეკრულათი

$$\left. \begin{aligned} \text{I} - S_I &= W_{8,1} + W_{4,5} = Q_1(\sin \alpha + \omega_3 \cos \alpha) + \frac{Q_1 V_{\text{ბაბ}}}{gt}; \\ Q_1 &= 3000 \text{ გ}; \alpha = 35^\circ; \omega_3 = 0,01; V_{\text{ბაბ}} = 0,5 \text{ მ/წმ}; \\ \text{II} - S_{II} &= S_I + W_{2,1} = S_I + G_1 L_V (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\ G_1 &= 0,45 \text{ კგ}; L_V = 250 \text{ კგ}; \alpha = 35^\circ; \\ \text{III} - S_{III} &= S_{II} + W_{3,1} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = S_{II} (1 + \omega_2); \\ \text{IV} - S_{IV} &= S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + G_1 L_{VI} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\ L_{VI} &= 20 \text{ მ}; \omega_2 = 0,1; \alpha = 30^\circ; \end{aligned} \right\} \quad (210)$$



ნახ. 26. ა, ბ – განივგადსატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა: ა – დატვირთული ურიკის ქვევიდან ზევით გადაადგილების ტრასა; ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-IV მოდელების წერტილები

ვიანგარიშით I-IV წერტილებში წინააღმდეგობის ძალები:

$$\begin{aligned}
 S_I &= W_{8.1} + W_{4.5} = Q_1(\sin \alpha + \omega_3 \cos \alpha) + \frac{Q_1 V_{საბ}}{gt} = \\
 &= 3000(\sin 35^\circ + 0,01 \cos 35^\circ) + \frac{3000 \cdot 0,5}{9,81 \cdot 3} = \\
 &= 3000(0,57358 + 0,01 \cdot 0,81915) + \frac{3000 \cdot 0,5}{9,81 \cdot 3} = 1745 + 51 = 1796 \text{ კგ}; \quad (211) \\
 S_{II} &= S_I + W_{2.1} = S_I + G_1 L_V (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) = \\
 &= 1796 + 0,45 \cdot 250(\sin 35^\circ + 0,1 \cdot \cos 35^\circ) =
 \end{aligned}$$

$$= 1796 + 0,45 \cdot 250(0,57358 + 0,1 \cdot 0,81915) = 1796 + 73,7 = 1870 \text{ კგ}; \quad (212)$$

$$S_{III} = S_{II} + W_{3,1} = S_{II} + S_{II}\omega_2 = 1870 + 1870 \cdot 0,1 = 1870 + 187 = 2057 \text{ კგ}; \quad (213)$$

$$\begin{aligned} S_{IV} &= S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + G_1 L_{VI} (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ &= 2057 + 0,45 \cdot 20(0,1 \cos 35^\circ - \sin 35^\circ) = \\ &= 2057 + 0,45 \cdot 20(0,1 \cdot 0,81915 - 0,57358) = 2057 - 4,4 = 2052 \text{ კგ}; \end{aligned} \quad (214)$$

მივიღეთ, რომ ტექნოლოგიური პროცესის მესამე ძირითადი ოპერაციის, კერძოდ შეკრულათი დატვირთული ურიკის მზიდ ბაგირზე ქვევიდან ზევით გადაადგილების დროს მოქმედი წინააღმდეგობის ძალებია:

$$S_{IV} = W_{8,1} + W_{4,5} + W_{2,1} + W_{3,1} + W_{2,2} = 1745 + 51 + 73,7 + 187 - 4,4 = 2052 \text{ კგ.}$$

მესამე ძირითადი ოპერაციის განხორციელების დროს, წინააღმდეგობის ჯამური ძალა IV წერტილში ტოლია 2052 კგ. გამგლეჯი ძალის მიხედვით  $2052 \cdot 2 = 4104$  კგ. ISO 2408 სტანდარტის ცხრილიდან 2 ვირჩევთ 8 მმ კვეთის დიამეტრის საწვევ ბაგირს მეტალის გულარით, რომლის დროებითი წინააღმდეგობა ტოლია  $177 \text{ კგ/მმ}^2$ , ხოლო გამგლეჯი ძალა არა ნაკლები 5060 კგ. ამ შემთხვევაში ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრე ტვირთის  $V = 0,5$  მ/წმ სიჩქარით გადაადგილების დროს ტოლია

$$N = \frac{S_{IV} \cdot V}{75 \cdot \eta} = \frac{2052 \cdot 0,5}{75 \cdot 0,85} = 16,1 \text{ ცხ.ძ.} = 11,8 \text{ კვტ.}$$

ტექნოლოგიური პროცესის მესამე ძირითადი ( საწვევი ბაგი რის სიჩქარე 0,5 მ/წმ) და დამხმარე (საწვევი ბაგირის სიჩქარე 0,25 მ/წმ) ოპერაციების დროს ჯალამბრის ძრავას სიმძლავრე ერთნაირია,  $N = 11$  კვტ, ბრუნთა რიცხვით  $n = 1500$  ბრ/წთ.

საინტერესოა აგრეთვე ტვირთის ჩამოშვების პროცესი, როცა ურიკა შეკრულათი ზევიდან ქვევით გადაადგილდება თავი სი წონა ძალის მოქმედების ხარჯზე. ამ შემთხვევაში, ტვირთის ზევიდან ქვევით გადაადგილების დროს (ნახ. 27, ა, ბ) გვაქვს ხუთი წინააღმდეგობის წერტილი და შვიდი წინააღმდეგობის ძალა, რომელთაგან მხოლოდ ორი არის უარყოფითი და ტვირთის გადაადგილდებას კი არ ეწინააღმდეგება, არამედ ქმნის შეკრულას ზევიდან ქვევით ჩამოსაშვებ ძალას, რაც შესაძლებელია ფერდობის დახრის კუთხის გარკვეული



ფოლადის კონსტრუქციის ბაგირი ISO 2408

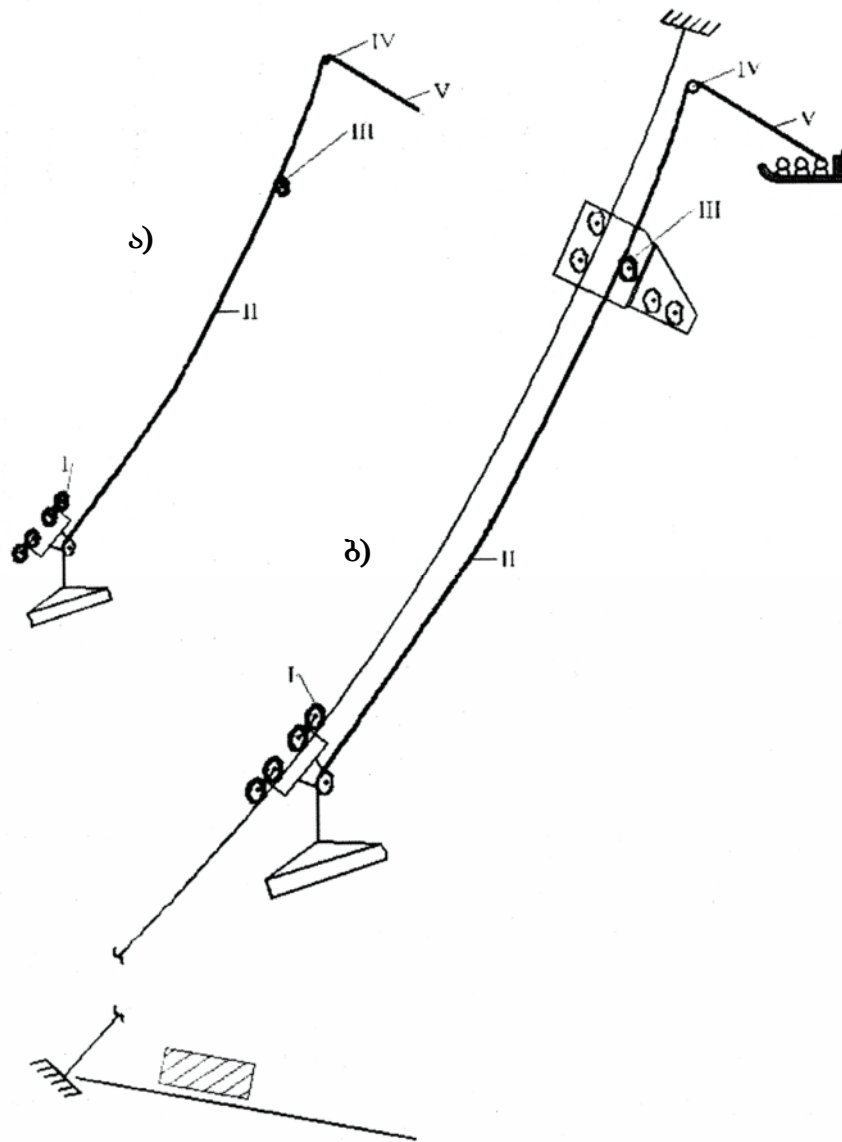
საწვევი ბაგირები საკიდი გზებისათვის  $6 \times 19(1+9+9)+7 \times 7(1+6)$

ცხრილი 2

ფოლადის ბაგირები მეტადის გულარით		მარკირების ჯგუფი, $\sigma/\text{მმ}^2$			
ბაგირის დიამეტრი, მმ	1000 მ შეხეთილი ბაგირის საორიენტაციო მასა, კგ	1570		1770	
		გამგლეჯი ძალა, $\sigma$ , არა ნაკლები			
		ბაგირში ყველა მავთულის ჯამური	მინიმალური	ბაგირში ყველა მავთულის ჯამური	მინიმალური
1	2	3	4	5	6
5,0	130,0	—	—	19700	15800
6,0	147,0	—	—	28400	22800
7,0	202,0	34300	27500	38700	31000
8,0	262,0	44900	35900	50600	40500
9,0	332,0	56800	45500	64000	51200
10,0	410,0	70100	56100	79000	63300
11,0	496,0	84800	67900	95600	76500
12,0	590,0	101000	80800	114000	91100
13,0	693,0	118000	94800	134000	107000
14,0	803,0	137000	110000	155000	124000
15,0	922,0	158000	126000	178000	142000
16,0	1050,0	179000	144000	202000	162000
17,0	1190,0	203000	162000	228000	183000
18,0	1330,0	227000	182000	256000	205000
19,0	1490,0	253000	203000	285000	228000
20,0	1640,0	280000	224000	316000	253000
22,0	1980,0	339000	272000	382000	306000
24,0	2370,0	404000	323000	455000	364000
26,0	2770,0	474000	379000	534000	428000
28,0	3210,0	550000	440000	620000	496000
32,0	4200,0	718000	575000	809000	648000
36,0	5310,0	908000	727000	1020000	820000
40,0	6554,0	1120800	897500	1263600	1011800
44,0	7931,0	1345200	1085900	1529000	1224300
48,0	9438,0	1614000	1292300	1819600	1457000
50,0	10241,0	1751300	1402300	1974400	1580900

მნიშვნელობის დრ ოს. ამ შემთხვევაში, ჩვენი ამოცანა არის ვიპოვოთ ფერდობის დახრის კუთხის ის მნიშვნელობა, როცა ტვირთის წონით გამოწვეული მამოძრავებელი ძალები მეტია წინააღმდეგობის ძალებზე და ურიკა შეკრულათი იწყებს გადაადგილებას ზევიდან ქვევით.

პირველ რიგში ვიპოვოთ აღნიშნულ ტრ ასაზე წინააღმდეგობის ძალები მოდების წერტილებში:



ნახ. 27. ა, ბ – განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის კვლევის სქემა: ა – ურიკის ბლოკის ჩამჭერში დაფიქსირებული შეკრულას გადაადგილების ტრასა ზევიდან ქვევით; ბ – ტრასაზე განლაგებული წინააღმდეგობის ძალების I-V მოდების წერტილები

$$\left. \begin{aligned}
 \text{I} - S_I &= W'_5 + W''_5 = jG_b f_0 \frac{d_b}{D_b} + \frac{0,7G_b D_b^2 \pi m_b}{R_b \text{ ს.ა.შ } 4g \cdot 30t}; \\
 \text{II} - S_{II} &= S_I + W_{2,1} = S_I + G_1 L_{V1} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha); \\
 \text{III} - S_{III} &= S_{II} + W_{3,1} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = S_{II} (1 + \omega_2); \\
 \text{IV} - S_{IV} &= S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + G_1 L_V (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha); \\
 \text{V} - S_V &= S_{IV} + W_{6,1} - W_{6,2} = S_{IV} + Q_1 \cos \alpha \omega_3 - Q_1 \sin \alpha;
 \end{aligned} \right\} (215)$$

შევიტანოთ რიცხვითი მნიშვნელობები და ვიანგარიშოთ წინააღმდეგობის ძალები

$$S_I = W'_5 + W''_5 = jG_b f_0 \frac{d_b}{D_b} + \frac{0,7G_b D_b^2 \pi n_b}{R_b \cdot 4g \cdot 30t} =$$

$$= 1,25 \cdot 320 \cdot 0,15 \frac{0,05}{0,33} + \frac{0,7 \cdot 320 \cdot 0,33^2 \cdot 3,14 \cdot 57,9}{0,165 \cdot 4 \cdot 9,81 \cdot 30 \cdot 6} = 9,09 + 3,81 = 12,9 \text{ კგ}; \quad (216)$$

$t$  – დრო, ამ შემთხვევაში მიღებულია 6 წმ.

$$S_{II} = S_I + W_{2,1} = S_I + G_1 L_{VI} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) =$$

$$= 12,9 + 0,45 \cdot 20 (\sin 35^\circ + 0,1 \cdot \cos 35^\circ) =$$

$$= 12,9 + 0,45 \cdot 20 (0,57358 + 0,1 \cdot 0,81915) = 12,9 + 5,9 = 18,8 \text{ კგ}; \quad (217)$$

$$S_{III} = S_{II} + W_{3,1} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = 18,8 + 18,8 \cdot 0,1 = 18,8 + 1,9 = 20,7 \text{ კგ}; \quad (218)$$

$$S_{IV} = S_{III} + W_{2,2} = S_{III} + G_1 L_V (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) =$$

$$= 20,7 + 0,45 \cdot 250 (0,1 \cdot \cos 35^\circ - \sin 35^\circ) =$$

$$= 20,7 + 0,45 \cdot 250 (0,1 \cdot 0,81915 - 0,57358) = 20,7 - 55,3 = -34,6 \text{ კგ}; \quad (219)$$

$$S_V = S_{IV} + W_{6,1} - W_{6,2} = S_{IV} + Q_1 \cos \alpha \omega_3 - Q_1 \sin \alpha =$$

$$= -34,6 + 3000 \cos 35^\circ \cdot 0,01 - 3000 \sin 35^\circ =$$

$$= -34,6 + 3000 \cdot 0,81915 \cdot 0,01 - 3000 \cdot 0,57358 =$$

$$= -34,6 + 24,6 - 1720,7 = -1731 \text{ კგ}; \quad (220)$$

ტექნოლოგიური პროცესის მესამე ძირითადი ოპერაციის განხორციელების დროს I წერტილიდან, ანუ საწვეი დოლიდან V წერტილამდე – ტვირთზე მიწოდების წერტილამდე მოქმედი ძალებია:

$$S_V = W'_5 + W''_5 + W_{2,1} + W_{3,1} + W_{2,2} + W_{6,1} + W_{6,2} =$$

$$= 9,09 + 3,81 + 5,9 + 1,9 - 55,3 + 24,6 - 1720,7 = -1731 \text{ კგ}.$$

რაც იმას ნიშნავს, რომ 1731 კგ ძალა მოქმედებს ურიკაზე და წინააღმდეგობების გადალახვის შემდეგ აღნიშნული ძალით აგრძელებს მოქმედებას ურიკის გადაადგილების მიმართულებით.

ამ შემთხვევაში ვტოვებთ საწვეი ბაგირის და ელ. ძრავას პარამეტრებს, რომლებიც შერჩეულია ტვირთის ტრასაზე ზევით გადაადგილების დროს. ამასთან, უკანასკნელი ფორმულიდან (220) შეიძლება განვსაზღვროთ ფერდობის დახრის კუთხის ის ზღვრული მნიშვნელობა, როცა ურიკა ტვირთით თავისი წონის მოქმედებით ვერ გადალახავს წინააღმდეგობებს:

$$\begin{aligned}
& jG_b f_0 \frac{d_b}{D_b} + \frac{0,7G_b D_b^2 \pi m_b}{R_{b_{\text{საშ}} 4g \cdot 30t} + G_1 L_{VI} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) + \\
& + \left[ jG_b f_0 \frac{d_b}{D_b} + \frac{0,7G_b D_b^2 \pi m_b}{R_{b_{\text{საშ}} 4g \cdot 30t} + G_1 L_{VI} (\sin \alpha + \omega_2 \cos \alpha) \right] \omega_2 + \\
& + G_1 L_V (\omega_2 \cos \alpha - \sin \alpha) + Q_1 \cos \alpha \omega_3 - Q_1 \sin \alpha = 0 ; \tag{221}
\end{aligned}$$

ფორმულაში (221) რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ:

$$\begin{aligned}
& 1,25 \cdot 320 \cdot 0,15 \frac{0,05}{0,33} + \frac{0,7 \cdot 320 \cdot 0,33^2 \cdot 3,14 \cdot 57,9}{0,165 \cdot 4 \cdot 9,81 \cdot 30 \cdot 6} + \\
& + 0,45 \cdot 20 (\sin \alpha + 0,1 \cos \alpha) + \left[ 1,25 \cdot 320 \cdot 0,15 \frac{0,05}{0,33} + \right. \\
& \left. + \frac{0,7 \cdot 320 \cdot 0,33^2 \cdot 3,14}{0,165 \cdot 4 \cdot 9,81 \cdot 30 \cdot 6} + 0,45 \cdot 20 (\sin \alpha + 0,1 \cos \alpha) \right] 0,1 + \\
& + 0,45 \cdot 250 (0,1 \cos \alpha - \sin \alpha) + 3000 \cos \alpha \cdot 0,01 - 3000 \sin \alpha = 0 . \\
& 9,09 + 3,81 + 9 (\sin \alpha + 0,1 \cos \alpha) + [9,09 + 3,81 + 9 (\sin \alpha + 0,1 \cos \alpha)] 0,1 + \\
& + 112,5 (0,1 \cos \alpha - \sin \alpha) + 30 \cos \alpha - 3000 \sin \alpha = 0 ; \\
& 12,9 + 9 \operatorname{tg} \alpha + 0,9 + 1,29 + 0,9 \operatorname{tg} \alpha + 0,09 + 11,25 - 112,5 \operatorname{tg} \alpha + \\
& + 30 - 3000 \operatorname{tg} \alpha = 0 ; \\
& 56,43 + 9,9 \operatorname{tg} \alpha - 112,5 \operatorname{tg} \alpha - 3000 \operatorname{tg} \alpha = 0 ; \\
& 56,43 = 112,5 \operatorname{tg} \alpha + 3000 \operatorname{tg} \alpha - 9,9 \operatorname{tg} \alpha ; \\
& \operatorname{tg} \alpha = \frac{56,43}{3103} = 0,0182 ; \quad \alpha = 1^\circ 3' .
\end{aligned}$$

მივიღეთ, რომ ფერდობის დახრის კუთხე, როცა ურიკა 3000 კგ წონის შეკრულათი დატვირთული, გადალახავს ტრასაზე (ნახ. 27) წერტილებში შექმნილ წინააღმდეგობებს და იწეებს დაშვებას, 2 °-ზე ნაკლებია. რაც გამოწვეულია იმით, რომ განხილული განივგადასატანი საბაგირო დანადგარის სქემაში ჯალამბარს აქვს სამი დოლი საწვეი ბაგირებით (მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობა მხედველობაში არ მიიღება ), რომელთაგან ტვირთს გადასაადგილებლად ძირითად ტრასაზე ქვევით და ზევით ემსახურება ერთ-ერთი მათგანი, რომელიც ავტონომიურად ასრულებს აღნიშნულ მესამე ძირითად ოპერაციას, ე.ი. გადაადგილებს ურიკას შეკრულათი და არ მონაწილეობს ბაგირ -ბლოკურ ტრასაზე აღძრული წინააღმდეგობების გადალახვაში, რომელიც თავის მხრივ

აღჭურვილია ჩაკეტილკონტურნიანი მზიდი ბაგირით და ტვირთთან ერთად ქმნის საწევი და უკუსვლის ბაგირებისათვის ძირითად წინააღმდეგობებს.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, მესამე ძირითადი ოპერაციის კვლევის შედეგად მხედველობაშია მისაღები საწევი ბაგირის კვეთის დიამეტრის და ჯალამბრის ელ. ძრავას სიმძლავრის მნიშვნელობები ურიკის ქვევიდან ზევით ტვირთით გადაადგილების დროს.

კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, შეიძლება დავადგინოთ, რომ განიგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების გამოყენება უნდა იწყებოდეს 20 °-ზე მეტი დახრილობის ფერდობებიდან, უფრო სწორი იქნებოდა იმ დახრილობის ფერ დობებიდან, სადაც მორსათრევი აგრეგატების გამოყენება უსაფ რთხოების პირობებიდან გამომდინარე შეუძლებელია.

## 2.5. ექსპერიმენტული ნაწილი

### 2.5.1. საბაგირო მორსათრევი დანადგარების მზიდი ბაგირის პარამეტრების განსაზღვრის ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევის მეთოდის ანალიზი

საბაგირო მორსათრევი დანადგარის დასაპროექტებლად და დასამონტაჟებლად საჭიროა აიგოს ს ტრასის გრძივი პროფილი, ხოლო განივგადასატანი სქემის მიხედვით შექმნილი საბაგირო მორსათრევი დანადგარისათვის, ტყესაკაფის მთელ სიგრძეზე, ძირითადი ტრასის ორივე მხარეს აუცილებელია დამატებით განივი ტრასების პროფილის აგება. გარდა აღნიშნულისა, ბაგირ -ბლოკური სქემის საბაგირო დანადგარისათვის, აგრეთვე აუცილებელია დადგინდეს საწვევი და უკუსვლის ბაგირების ტრასების განლაგებაც. ამასთან, ექსპერიმენტული კვლევების ჩასატარებლად, როცა არ არის საშუალება შეიქმნას მთლიანი საბაგირო დანადგარი, მაშინ შეიძლება ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდეს ფრაგმენტულად, დანადგარის ცალკეულ ელემენტებზე [30-39].

ძირითადი ტრასის მზიდი ბაგირისათვის, საჭიროა ვიცოდეთ მაქსიმალური ჩაკიდულობა, დადგენილი თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევებით. ამ შემთხვევაში, მორთრევა ხორციელდება მთლიანად დაკიდებულ მდგომარეობაში და ურიკაზე დაკიდებული მორი არ უნდა ეხებოდეს ტყის გრუნტს და არც ზეზე მდგომ ხეებს. განივი მიმართულებით ტრასამდე მორთრევა ხორციელდება ნახევრადდრეკივულ მდგომარეობაში და საჭიროა მორის ან შეკრულას ერთი ბოლოს აწვევა მიწის ზედაპირიდან 0,5 -1,0 მ სიმაღლეზე. ამ შემთხვევაშიც, საჭიროა ვიცოდეთ ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ჩაღუნვის ისრის მაქსიმალური მნიშვნელობა [50-55].

არსებობს ღუნვადი ბაგირების პარამეტრების დასადგენი სამი ვარიანტი:

– სტატიკური, რომელიც განსაზღვრავს ბაგირზე მოქმედ ძალებს შორის დამოკიდებულებას

$$H = \frac{ql^2}{8f \cos \beta}, \quad (222)$$

– გეომეტრიული, რომელიც განსაზღვრავს სიგრძის ცვლას და მისი ჩაკიდულობის ფორმას

$$L = \frac{l}{\cos \beta} + \frac{8 \cos^3 \beta}{3l}, \quad (223)$$

– ფიზიკური, რომელიც ადგენს დამოკიდებულებას ძალებს და დეფორმაციებს შორის

$$\Delta l = \frac{(T_m - T_x)l}{E_K F_K \cos \beta}. \quad (224)$$

აღნიშნული ვარიანტები საშუალებას იძლევიან განვსაზღვროთ ბაგირის დაჭიმულობის და ჩაკიდულობის მნიშვნელობები.

განივიდასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარებისათვის აღნიშნული პარამეტრების მნიშვნელობების დასადგენად, ვსარგებლობთ პარაბოლის მეთოდით (ნახ. 11), რადგანაც ჯაჭვური ხაზის მეთოდი რთულია (ნახ. 28), სიზუსტიდან გამომდინარე, განსხვავება უმნიშვნელოა, მითუმეტეს განვიგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარების კვლევის დროს. მზიდი ბაგირის პარაბოლის მეთოდით კვლევის დროს დაშვებულია, რომ ბაგირის მრუდის სიგრძე –  $S$  ორ  $A$  და  $B$  ანძებს შორის (ნახ. 11) მცირედით განსხვავდება  $AB$  ქორდის სიგრძისაგან, რომელიც ტოლია  $l/\cos \beta$  და მაღში ბაგირის წონის ზუსტი მანვენებლის  $qS$ -ის მაგივრდ მიღებულია  $ql$ . იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ მზიდი ბაგირის დაჭიმულობა თანაბრად განაწილებული ბაგირის წონისა და ჩაწერტებული ტვირთის ზემოქმედებით, გამოიყენება ბაგირის საერთო მდგომარეობის განტოლება, სადაც მისი გეომეტრიული სიგრძის ცვლილება ტოლია დრეკადი და ტემპერატურული დეფორმაციების ჯამისა

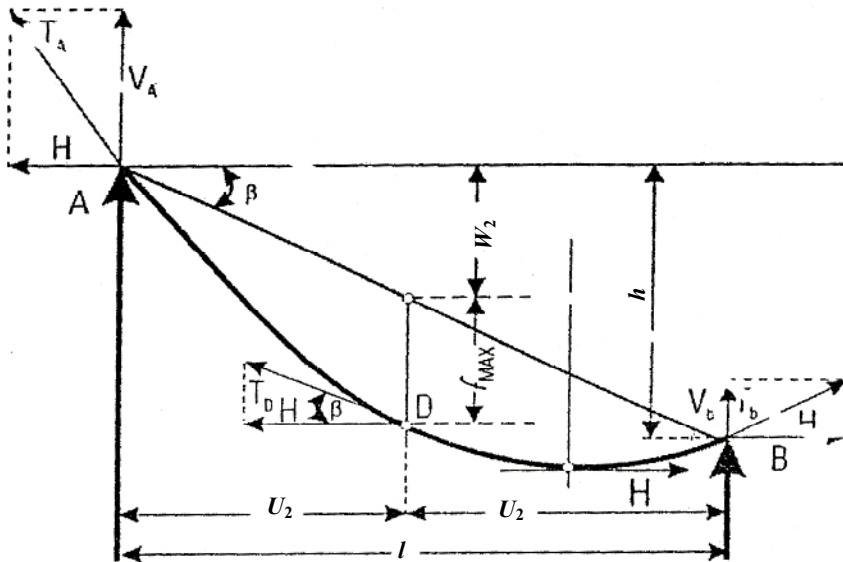
$$S_m - S_x = \frac{(T_m - T_x)l}{E_K F_K \cos \beta} + E_K \frac{l}{\cos \beta} (t_m^0 - t_x^0), \quad (225)$$

სადაც  $S_m$  – მაღის მრუდის სიგრძე ბაგირის მაქსიმალური დატვირთვის დროს, მ;

$S_x$  – მაღის მრუდის სიგრძე ტვირთის საყრდენიდან  $x$  მანძილზე განლაგების დროს, მ;

$T_m$  – მაქსიმალურად დატვირთული ბაგირის დაჭიმულობა, კგ;

$T_x$  – ბაგირის დაჭიმულობა ტვირთის საყრდენიდან  $x$  მანძილზე განლაგების დროს, კგ;  
 $E_K$  – ბაგირის ნორმალური დრეკადობის მოდული, კგ/სმ<sup>3</sup>;  
 $F_K$  – ბაგირის განივკვეთის ფართობი, სმ<sup>2</sup>;  
 $\beta$  – მალის ქორდის დახრის კუთხე ჰორიზონტალთან, გრად.



ნახ. 28. მზიდი ბაგირის ჯაჭვური ხაზის მეთოდით გაანგარიშების სქემა

ჩაწერტებული ტვირთით მალში წარმოიქმნება ორი მრუდი  $S_1$  და  $S_2$ ; ბაგირის სიგრძე  $S$  განისაზღვრება, როგორც ამ მრუდების ჯამი შემდეგი განტოლებით

$$S = l + \frac{h^2}{2l} + \frac{q^2 l^3}{24H^2 \cos^2 \beta} + \frac{x(l-x)}{2H^2 l} Q \left( Q + \frac{ql}{\cos \beta} \right). \quad (226)$$

განტოლების პირველი სამი წევრი განსაზღვრავს მრუდის სიგრძეს თანაბრად განაწილებული ტვირთის შემთხვევაში, ხოლო ბოლო წევრი განსაზღვრავს ბაგირის სიგრძის ნამატს გამოწვეულს ჩაწერტებული  $Q$  ტვირთისაგან. თუ (225) განტოლებას გამოვაკლებთ ტემპერატურულ ფაქტორს, მივიღებთ

$$S_m - S_x = \frac{(T_m - T_x)l}{E_K F_K \cos \beta}. \quad (227)$$

(226) განტოლების გამოყენებით, როცა  $H = T \cos \beta$ ,  $S_m$ -ის და  $S_x$ -ის განტოლებები ჩაიწერება შემდეგნაირად



$$S_m = l + \frac{h^2}{2l} + \frac{G_m^2 l}{24H^2} + \frac{l}{8H_m} Q_m (Q_m + G_m), \quad (228)$$

სადაც  $G_m = \frac{q_m l}{\cos \beta}$ ;  $G_x = \frac{q_x l}{\cos \beta}$ .

ჩავსვათ (227) განტოლებაში  $S_m$ -ის და  $S_x$ -ის მნიშვნელობები, საიდანაც სათანადო გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ მზიდი ბაგირის დაჭიმულობის განმსაზღვრელ კუბურ განტოლებას:

$$T_0^3 + T_0^2 \left\{ \frac{E_K F_K}{24T_m^2} [3Q_m(Q_m + G_m) + G_m^2] - T_m \right\} - \frac{G_0^2 E_K F_K}{24} = 0, \quad (229)$$

სადაც  $G_m = G_0$  – მზიდი ბაგირის საერთო წონა, კგ.

ბაგირის მრუდის სიგრძის განსაზღვრის დროს, როდესაც ის დამოკიდებულია მხოლოდ ბაგირის წონაზე, ჯაჭვური ხაზისგანტოლების შეცვლა პარაბოლის განტოლებით თითქმის არ მოქმედებს გაჯარიშების სიზუსტეზე.

მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის მნიშვნელობის დადგენის დროს, ჯაჭვური ხაზის (ნახ. 28) და პარაბოლის (ნახ. 11) მეთოდით გაანგარიშების სხვაობა არ სცილდება გაზომვით მიღებულს და სიზუსტის ზღვრებშია.

სხვადასხვა მეცნიერების მიერ ჩატარებული თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევებიდან დადგენილია, რომ ცდომილება მზიდი ბაგირის გაანგარიშები ს დროს ჯაჭვური ხაზის მეთოდით და პარაბოლის მეთოდით (საკმაოდ დიდი მალის შემთხვევაშიაც 1000 მ-მდე სიგრძის 25-30°-ით დახრილი ფერდობებისათვის) იცვლება 1,75%-დან 5%-მდე. ამასთან, დადგენილია, რომ აღნიშნული კვლევების დროს გამოყენებული ემპირიული ფორმულები იძლევიან მზიდი ბაგირების დიამეტრის გაზრდილ სიდიდეებს. გარდა აღნიშნულისა ემპირიული ფორმულებით ვერ დადგინდება საბაგირო დანადგარის ისეთი პარამეტრების მნიშვნელობები, როგორებიცაა სამონტაჟო დაჭიმულობა და ჩაკიდულობის ისარი.

**2.5.2. განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის  
ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის  
ჩაკიდულობის ისრის განსაზღვრა ექსპერიმენტით  
და პარაბოლის მეთოდით**

განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის ჩაკეტილ - კონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის განსაზღვრის მიზნით ჩატარებულია ექსპერიმენტული კვლევები ამბროლაურის სატყეო უბნის ნიკორწმინდის სატყეოში. სპეციალურად დამზადებული ბლოკების, ბაგირის დამჭიმი ხრახნული მექანიზმების და ბაგირის ჩამჭერის საშუალებით, შექმნილია მზიდი ბაგირის ჩაკეტილი კონტურის მოდელი, რო მელიც ჩვენს მიერ შექმნილი განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის იდენტურია. ამასთან, ექსპერიმენტული კვლევისათვის მზიდი ბაგირის ჩაკეტილი კონტურის სიგრძე ვერტიკალური დგარებით იცვლება 50, 60, 75 და 100 მ -ის ფარგლებში, ხოლო ჩაწერტებული ტვირთი იცვლება 1000, 1500 და 2000 კგ -ის ფარგლებში; თეორიული კვლევებიდან გამომდინარე, მზიდი ბაგირის დიამეტრი 13 მმ და მისი პარამეტრები აღებულია ცხრილიდან 3.

ექსპერიმენტების ჩასატარებლად ზეზემდგომ ხეებზე, დგარებით ბაგირის შემოსავლები ბლოკების დამაგრების შემდეგ, დამჭიმი ხრახნული მექანიზმებით ხდება ბაგირის დაჭიმვა 5000, 7500, 10000კგ -ის ფარგლებში. დაჭიმულობის ძალა იზომება დინამომეტრით.

წინასწარ მომზადებულ 1000, 1500 ან 2000 კგ -იან წონის მორს ჯამბარით ჰკიდებენ ჩაკეტილკონტურიან მზიდ ბაგირზე მალის შუაში ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში; აქედან გამომდინარე, მზიდ ბაგირზე დაკიდებულ მდგომარეობაში აღმოჩნდება 600, 900 ან 1200კგ მორის წონის ნაწილი.

ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირი განლაგებულია ტყის გრუნტიდან 2 -3 მ -ის სიმაღლეზე ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში. ჩაკიდულობის ისრის სიდიდის გაზომვა ხორციელდება სპეციალურად დამზადებული 3 მ სიგრძის სახაზავით, რომელზედაც მოთვლილი სიგრძეზე დატანილია სიმაღლის მაჩვენებელი ჰორიზონტალური ხაზები 1 სმ -დან 300 სმ-მდე 0,5 სმ-ის სიზუსტით.

ფოლადის სატვირთო ბაგირები მარკირების ჯგუფი, ნ/მმ<sup>2</sup>  
1570 (160)

ბაგირის დიამეტრი, მმ	ყველა მავთულის საანგარიშო ფართობი, მმ <sup>2</sup>	1000 მ დაზეთილი ბაგირის საორიენტაციო მასა, კგ	გამგლეჯი ძალა, ნ	
			ბაგირში ყველა მავთულების ჯამური	ბაგირისა მთლიანად
4,6	7,94	77,8	—	—
5,1	9,79	95,9	—	—
5,7	12,88	126,0	—	—
6,4	15,63	153,0	—	—
7,8	22,47	220,5	35200	29900
8,8	29,92	293,6	46900	39800
10,5	39,54	387,5	61950	52650
11,5	49,67	487,0	77850	66150
12,0	54,07	530,0	84750	72000
13,0	60,94	597,3	95550	81100
14,0	73,36	719,0	115000	97750
15,0	86,95	852,5	136000	115500
16,5	101,68	996,5	159000	135000
17,5	116,58	1155,0	184000	156000
19,5	139,69	1370,0	219000	183000
20,5	158,19	1550,0	248000	210500
22,0	177,85	1745,0	278500	236500
23,0	198,67	1950,0	311500	264500
25,5	243,76	2390,0	382000	324500
28,0	293,48	2880,0	460000	391000
30,5	347,82	3410,0	545000	464500
32,5	406,76	3990,0	6375000	541500
35,0	470,34	4610,0	737000	626500
37,0	513,49	5035,0	805000	684000
39,0	558,74	5475,0	876000	744000
40,0	595,18	5830,0	933000	752500
41,0	632,78	6200,0	992000	843000
43,5	711,42	6975,0	1115000	948000
45,0	752,48	7370,0	1175000	999500
46,0	794,70	7790,0	1245000	1055000

ექსპერიმენტული გამოკვლევები ცდების სახით მიმდინარეობს შემდეგნაირად: ცდები იწყება – 50 მ სიგრძის მაღისათვის, როცა დაჭიმულობა – 5000 კ გ-ია: ცდები ტარდება 600, 900 და 1200 კგ დატვირთვაზე, თითოეული დატვირთვის დროს სახაზავით იზომება ბაგირის ჩაკიდულობის სიდიდეები და შეტანილია ცხრილში 4. 60, 75 და 100 მ -ის სიგრძის მაღებისათვის ჩატარებული ანალოგიური ექსპერიმენტების შედეგები შეტანილია ცხრილებში 5 და 6. ანალოგიური

ცდები ჩატარებულია 7500 კგ და 10000 კგ ძალით მზიდი ბაგირის დაჭიმულობის დროს.

ცხრილი 4

მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის სიდიდის განსაზღვრა პარაბოლის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის მეთოდებით მზიდი ბაგირის დაჭიმულობა  $H = 5000$  კგ

№	l, მ	Qn <sub>1</sub> , კგ	q, კგ	T <sub>m</sub> , კგ	β°	f <sub>max</sub> , მ	
						პარაბოლის მეთოდი	ექსპერიმენტის შედეგები
1	100	1200	1,1	5000	0°	6,28	–
2	100	900				4,78	–
3	100	600				3,28	3,37
1	75	1200				4,65	–
2	75	900				3,53	3,75
3	75	600				2,40	2,58
1	60	1200				3,70	3,87
2	60	900				2,80	2,82
3	60	600				1,90	2,1
1	50	1200	3,07	3,17			
2	50	900	2,32	2,42			
3	50	600	1,57	1,73			

ცდები ჩატარებულია 13 მმ კვეთის დიამეტრის მზიდ ბაგირზე; 3,0 მ-ზე მეტი ჩაღუნვის ისრის გაზომვა პრაქტიკულად რთულია და ცხრილებში არ არის შეტანილი.

ცხრილი 5

მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის სიდიდის განსაზღვრა პარაბოლის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის მეთოდებით მზიდი ბაგირის დაჭიმულობა  $H = 7500$  კგ

№	l, მ	Qn <sub>1</sub> , კგ	q, კგ	T <sub>m</sub> , კგ	β°	f <sub>max</sub> , მ	
						პარაბოლის მეთოდი	ექსპერიმენტის შედეგები
1	100	1200	1,1(1,3 ექსპერიმენტული კვლევა d= 15 მმ)	7500	0°	4,18	–
2	100	900				3,18	2,90
3	100	600				2,18	1,85
1	75	1200				3,10	2,85
2	75	900				2,35	2,15
3	75	600				1,60	1,47
1	60	1200				2,47	2,36
2	60	900				1,87	1,73
3	60	600				1,27	1,09
1	50	1200	2,05	1,91			
2	50	900	1,55	1,42			
3	50	600	1,05	0,95			

ექსპერიმენტული გამოკვლევები ჩატარებულია 1 5 მმ კვეთის დიამეტრის მზიდი ბაგირზე  $q = 1,3$  კგ,  $T_m = 13200$  კგ.

მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის სიდიდის განსაზღვრა  
 პარაბოლის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის მეთოდებით  
 მზიდი ბაგირის დაჭიმულობა  $H = 10000$  კგ

№	l, მ	Qn <sub>1</sub> , კგ	q, კგ	t <sub>m</sub> , კგ	β°	f <sub>max</sub> , მ	
						პარაბოლის მეთოდი	ექსპერიმენტის შედეგები
1	100	1200	1,1(1,5 ექსპერიმენტული კვლევა d= 16,5 მმ)	10000	0°	3,14	2,9
2	100	900				2,39	2,09
3	100	600				1,64	1,43
1	75	1200				2,33	2,12
2	75	900				1,76	1,58
3	75	600				1,20	1,05
1	60	1200				1,85	1,64
2	60	900				1,40	1,21
3	60	600				0,95	0,79
1	50	1200	1,53	1,37			
2	50	900	1,16	1,52			
3	50	600	0,78	0,61			

ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარებულია 16,5 მმ კვეთის  
 დიამეტრის ბაგირზე  $q = 1,5$  კგ,  $T_m = 16150$  კგ.

ექსპერიმენტული კვლევებისათვის 7500 კგ და 10000 კგ  
 დაჭიმულობის დროს ცხრილებიდან 7, 8 შერჩეულია შესაბამისად 15 და  
 16,5 მმ კვეთის დიამეტრის მზიდი ბაგირები.

ექსპერიმენტული კვლევების ადეკვატურობის დასადასტურებლად,  
 ნაშრომში ჩატარებულია თეორიული გამოკვლევები მზიდი ბაგირისთვის  
 პარაბოლის მეთოდით (ნახ. 29 ) ჩაკიდულობის ისრის მნიშვნელობების  
 დასადგენად.

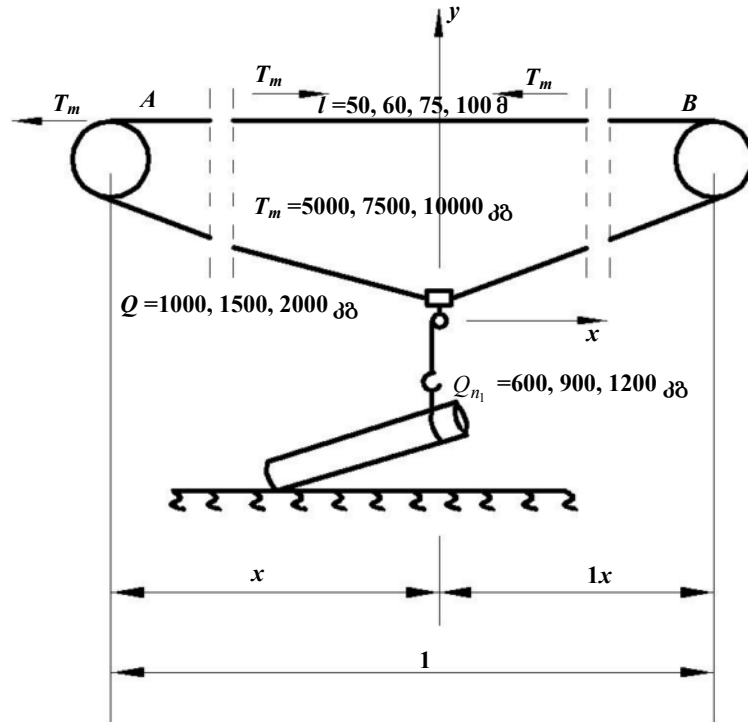
მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის გაანგარიშება, როცა ის  
 დატვირთულია საკუთარი წონით და ჩაწერტებული ტვირთით შეიძლება  
 ვაწარმოთ შემდეგნაირად: გვაქვს ტრასის შემდეგი მახასიათებელი  
 პარამეტრები: ტრასის სიგრძე ჰორიზონტალზე  $l$ ; მაქსიმალურად  
 დასაშვები ჩაკიდულობის ისარი  $f_{max}$ , როცა ტვირთი შეუფერხებლად  
 გაივლის მთელ ტრასაზე; ვიცით ჩაწერტებული ტვირთის წონა  $Q$ ,  
 ცხრილებიდან 3, 7, 8 ვადგენთ ერთი გრძივი მეტრი ბაგირის წონას  $q$ ,  
 განიკვეთს  $F_k$ , გამგლეჯ დაჭიმულობას  $T_g$  და ბაგირის დრეკადობის  
 მოდულს  $E_k = 1,6 \cdot 10^6$  კგ/სმ<sup>2</sup>.

ვიცით რა გამგლეჯი ძალის მნიშვნელობა:

$$13 \text{ მმ} - T_m = 8110 \text{ კგ};$$

$$15 \text{ მმ} - T_m = 13200 \text{ კგ};$$

$$16,5 \text{ მმ} - T_m = 16150 \text{ კგ}.$$



ნახ. 29. განივგადასატანი საბაგირო მოსათრევი დანადგარის ჩაკეტილკონტურირანი მოძრავი მზიდი ბაგირის პარაბოლის მეთოდით საანგარიშო სქემა

ვპოულობთ ბაგირის საანგარიშო დასაშვებ მაქსიმალურ დაჭიმულობას მდგრადობის მარაგის სტატიკური კოეფიციენტის  $n = 2$  გათვალისწინებით:

$$\text{მივიღებთ } 13 \text{ მმ კვეთის დიამეტრისათვის } T_m = 4055 \text{ კგ};$$

$$15 \text{ მმ} - 6600 \text{ კგ}; \quad 16,5 \text{ კგ} = 8075 \text{ კგ}.$$

ამის შემდეგ, თითოეული ბაგირისათვის ვანგარიშობთ ჩაკიდულობის ისრის მაქსიმალურ სიდიდეს დატვირთვის ქვეშ, ფორმულით

$$f_{\max} = \frac{ql^2}{8H \cos \beta} + \frac{Ql}{4H}; \quad (230)$$

სადაც  $H = T_m \cos \beta$  და  $\beta = 0^\circ$ , მაშინ

$$f_{\max} = \frac{ql^2}{8T_m} + \frac{Ql}{4T_m}. \quad (231)$$

პარაბოლის მეთოდით ნაანგარიშები ჩაღუნვის ისრის  $f_{max}$  მნიშვნელობები შეგვაქვს ცხრილებში 4, 5 და 6.

როგორც ცხრილებიდან ჩანს ექსპერიმენტებით მიღებული ჩაკიდულობის ისრის  $f_{max}$  სიდიდეების მნიშვნელობები საკმაოდ განსხვავდება პარაბოლის თეორიული მეთოდით მიღებული მნიშვნელობებისაგან, რაც ძირითადად გამოწვეულია განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის განივი მიმართულების ტრასის მზიდი ბაგირის სქემური და კონსტრუქციული გადაწყვეტილების თავისებურებით, კერძოდ ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ორმაგი სიგრძით, რაც იწვევს ზემოთ აღნიშნულ განსხვავებას, პარაბოლის მეთოდით და ექსპერიმენტულად მიღებულ ჩაკიდულობის ისრის სიდიდეების მნიშვნელობებს შორის.

### **2.5.3. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის გაანგარიშების მეთოდის დამუშავება ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების მონაცემების გათვალისწინებით**

განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ჩაკეტილ - კონტურიანი მზიდი ბაგირის პარამეტრების დასადგენად დამუშავდა კვლევის მეთოდიკა, რომლის საფუძველს წარმოადგენს აღნიშნული დანადგარის ექსპერიმენტული კვლევებისა და ექსპლუატაციის პრაქტიკული გამოცდილების მონაცემები და შედეგები. აღნიშნულიდან გამომდინარე, დადგენილია, რომ ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის სიდიდე საბაგირო დანადგარის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის, უნდა მერყეობდეს მაღის ქორდის 2-4%-ის ფარგლებში და არ უნდა აღემატებოდეს (0,02-0,03)-ს.

დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე, მზიდი ბაგირის ძირითადი პარამეტრების დასადგენად, ცნობილია:  $\beta$  - მაღის ქორდის დახრის კუთხე ჰორიზონტალთან  $0^\circ$ ;  $l$  - მაღის სიგრძე 50 მ;  $f_{max}$  - ბაგირის ჩაკიდულობის ისარი 1,0 მ, როცა ტვირთი განლაგებულია მაღის შუაში;  $Q$  - ტვირთის წონა 1000 კგ, საიდანაც მზიდ ბაგირზე მოდის 600 კგ;  $q$  - ერთი გრძივი მეტრი მზიდი ბაგირის წონები

აღებულია ცხრილებიდან 3, 7, 8 . უნდა განისაზღვროს ბაგირის მაქსიმალური დაჭიმულობა დატვირთვის ქვეშ და სამონტაჟო დატვირულობა.

ცხრილი 7

ფოლადის სატვირთო ბაგირები მარკირების ჯგუფი, ნ/მმ<sup>2</sup>  
(კგ/მმ<sup>2</sup>) 1860 (190)

ბაგირის დიამეტრი, მმ	ყველა მავთულის სანგარიშო ფართობი, მმ <sup>2</sup>	1000 მ დაზეთილი ბაგირის სორიენტაციის მასა, კგ	გამგლეჯი ძალა, ნ არა ნაკლები	
			ბაგირში ყველა მავთულების ჯამური	ბაგირისა მთლიანად
4,6	7,94	77,8	14750	12050
5,1	9,79	95,9	18200	14900
5,7	12,88	126,0	23950	19600
6,4	15,63	153,0	29100	23800
7,8	22,47	220,5	41800	34250
8,8	29,92	293,6	557000	45550
10,5	39,54	387,5	73600	60300
11,5	49,67	487,0	92460	75800
12,0	54,07	530,0	100500	82350
13,0	60,94	597,3	113000	92800
14,0	73,36	719,0	136500	111000
15,0	86,95	852,5	161500	132000
16,5	101,68	996,5	189000	154500
17,5	117,58	1155,0	218500	178500
19,5	139,69	1370,0	260000	212500
20,5	158,19	1550,0	294500	241500
22,0	177,85	1745,0	331000	270500
23,0	198,67	1950,0	369500	302500
25,5	243,76	2390,0	453500	371500
28,0	293,48	2880,0	546000	447500
30,5	347,82	3410,0	647500	530500
32,5	406,76	3990,0	757000	620000
35,0	470,34	4610,0	875500	717500
37,0	513,49	5035,0	956000	783500
39,0	558,74	5475,0	1040000	851500
40,0	595,18	5830,0	–	–
41,0	632,78	6200,0	–	–
43,5	711,42	6975,0	–	–
45,0	752,48	7370,0	–	–
46,0	794,70	7790,0	–	–



ფოლადის სატვირთო ბაგირები მარკირების ჯგუფი, ნ/მმ<sup>2</sup>  
(კგ/მმ<sup>2</sup>) 1960 (200)

ბაგირის დიამეტრი, მმ	ყველა მავთულის საანგარიშო ფართობი, მმ <sup>2</sup>	1000 მ დაზეთილი ბაგირის საორიენტაციო მასა, კგ	გამგლეჯი ძალა, ნ	
			ბაგირში ყველა მავთულების ჯამური	ბაგირისა მთლიანად
4,6	7,94	77,8	15550	12800
5,1	9,79	95,9	19150	15850
5,7	12,88	126,0	25200	20900
6,4	15,63	153,0	30600	25050
7,8	22,47	220,5	44000	35750
8,8	29,92	293,6	58600	47600
10,5	39,54	387,5	77450	62950
11,5	49,67	487,0	97350	79050
12,0	54,07	530,0	105500	86050
13,0	60,94	597,3	119000	96800
14,0	73,36	719,0	143500	116500
15,0	86,95	852,5	170000	138000
16,5	101,68	996,5	199000	161500
17,5	117,58	1155,0	230000	187000
19,5	139,69	1370,0	273500	221500
20,5	158,19	1550,0	310000	251500
22,0	177,85	1745,0	384500	283000
23,0	198,67	1950,0	389000	316000
25,5	243,76	2390,0	477500	388000
28,0	293,48	2880,0	575000	466500
30,5	347,82	3410,0	681500	553500
32,5	406,76	3990,0	797000	657000
35,0	470,34	4610,0	921500	748500
37,0	513,49	5035,0	1005000	815000
39,0	558,74	5475,0	1095000	886500
40,0	595,18	5830,0	—	—
41,0	632,78	6200,0	—	—
43,5	711,42	6975,0	—	—
45,0	752,48	7370,0	—	—
46,0	794,70	7790,0	—	—

ფორმულაში (231) ჩავსვათ  $f_{\max}$

$$1,0 = \frac{1,3 \cdot 50^2}{8T_m} + \frac{600 \cdot 50}{4T_m},$$

საიდანაც  $T_m = 7906$  კგ

ანგარიშით მიღებული მაქსიმალური დაჭიმულობა 7 906 კგ მეტი ა შერჩეული ბაგირის 15 მმ დიამეტრის დასაშვებ მაქსიმალურ დაჭიმულობაზე

$$T_m = \frac{T_{\delta}}{n} = \frac{1300}{2} = 6600 \text{ კგ,}$$

ამიტომ გადავდივართ 16,5 მმ-იან ბაგირზე, რომლის 1 გრ ძივი მეტრის წონა  $q = 1,4$  კგ და თავიდან ვატარებთ ბაგირის მაქსიმალური დაჭიმულობის გაანგარიშებას

$$1 = \frac{1,4 \cdot 50^2}{7T_m} + \frac{600 \cdot 50}{4T_m},$$

საიდანაც  $T_m = 7938$  კგ.

16,5 მმ ბაგირისათვის ანგარიშით მიღებული მაქსიმალური წვევის ძალის 7938 კგ მნიშვნელობა მისაღებია, რადგანაც ნაკლებია 16,5 მმ - იანი ბაგირის დასაშვებ მაქსიმალურ დაჭიმულობაზე

$$T_m = \frac{T_{\delta}}{2} = \frac{16150}{2} = 8075 > 7938.$$

სამონტაჟო დაჭიმულობის დასადგენად, უკვე 16,5 მმ -იანი მზიდი ბაგირისათვის, პირველ რიგში ვანგარიშობთ სამონტაჟო დაჭიმულობის სატვირთო ფაქტორს

$$A_0 = \frac{q^2 l^3}{24} = \frac{1,4^2 \cdot 50^3}{24} = 10208 = 10 \text{ ტ}^2/\text{მ}$$

და მუშა დაჭიმულობის სატვირთო ფაქტორს

$$A = A_0 + \frac{l}{8} Q(Q + ql) = 10208 + \frac{50}{8} 600(600 + 1,4 \cdot 50) = 412 \text{ ტ}^2/\text{მ}.$$

ამის შემდეგ კუბური განტოლების (229) გამოყენებით ვპოულობთ სამონტაჟო დაჭიმულობას

$$T_0^3 - T_0^2 T_m = \frac{E_k F_k}{l} \left( A_0 - T_0^2 \frac{A}{T_m^2} \right);$$

$$T_0^3 - 7,9 T_0^2 = \frac{1,6 \cdot 10^6 \cdot 0,00016}{50} \left( 10 - T_0^2 \frac{412}{10^2} \right);$$

$$T_0^3 - 7,9 T_0^2 = 5,1(10 - 4,1 \cdot T_0^2);$$

$$T_0^3 - 7,9 T_0^2 = 5,1 - 21 T_0^2;$$

$$T_0^3 + 13,1T_0^2 - 5,1 = 0;$$

$$T_0 = 1,85 \text{ ტ.}$$

ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირისათვის მალის სიგრძის 50 მ-ის შემთხვევაში, როცა დატვირთვა მზიდ ბაგირზე არის 600 კგ, ხოლო მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობა მიღებულია  $f_{\max} = 0,02 \cdot l = 0,02 \cdot 50 = 1$  მ. მაქსიმალური დაჭიმულობა 7,9 ტ, ხოლო სამონტაჟო დაჭიმულობა  $T_0 = 1,85$  ტ.

ექსპერიმენტული კვლევის პირველ პარაგრაფში მოყვანილია ღუნვადი ბაგირების პარამეტრების დასადგენი ვარიანტები, რომლებიც იძლევიან საშუალებას განვსაზღვროთ ბაგირების დაჭიმულობის როგორც სამონტაჟო, ასევე მუშა დატვირთულ მდგომარეობაში და ჩაკიდულობის სიდიდეების მნიშვნელობები.

ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ განივგადასატანი ბაგირ-ბლოკური საბაგირო დანადგარის განივ ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის პარამეტრების დასადგენად, შეიძლება გამოყენებული იყოს პარაბოლის თეორიული კვლევის მეთოდი, რადგანაც ჯაჭვური ხაზის მეთოდი რთულია და ჩვენი შემთხვევისათვის, ამ ორ მეთოდს შორის არ არის არსებითი განსხვავება.

ამასთან, უნდა აღინიშნოს. რომ მიღებული ჩაკიდულობის ისრის მაქსიმალური მნიშვნელობები მისაღებია განივგადასატანი საბაგირო დანადგარის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის.

ექსპერიმენტული კვლევებიდან გამომდინარე, დადგენილია, რომ ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის დასაშვები მნიშვნელობის სიდიდე შეიძლება მივიღოთ მალის  $l$  სიგრძის 0,02-0,03 ფარგლებში.

ნაშრომის ექსპერიმენტულ ნაწილში დამუშავებულია განივგადასატანი საბაგირო დანადგარების კვლევის მეთოდიკა და დასაშვები ჩაკიდულობის ისრის მიხედვით ნაანგარიშებია ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის მაქსიმალური მუშა დაჭიმულობისა და სამონტაჟო დაჭიმულობების მნიშვნელობები.

## 2.6. ხეტყის დამზადების სამუშაო პროცესის ეკონომიკური ანგარიში № 7ა ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით

№ 7ა ტექნოლოგიური სქემა (ნახ. 14) დამუშავებულია ორი ზონისაგან შემდგარი ტყესაკაფისათვის. I ზონა, რომელიც განლაგებულია ავტოტყესაზიდი მაგისტრალური გზის გასწვრივ 30°-მდე დახრილობისა და მისი ათვისება, შესაძლებელია № 3 ტექნოლოგიური სქემის გამოყენებით, ხოლო II ზონა, I -ის გაგრძელებაზე 35° დახრილობის ფერდობით შეიძლება ათვისებული იყოს მხოლოდ № 7 ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით. გამომდინარე აქედან, I ზონის ასათვისებლად, საჭიროა გამოვიყენოთ სპეციალიზებული მორსათრევი ტრაქტორი TT-4 და მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატი ( მთა), განივი მიმართულებით მორსათრევად საბაგრო დანადგარის ტრასამდე. განივგადასატანი მორსათრევი დანადგარი დამონტაჟებულია 35 °-იან დახრილობის II ზონისათვის და ემსახურება ორივე ზონას.

ეკონომიკური ანგარიშის დროს, დანახარჯები განივგადასატანი საბაგრო დანადგარის მონტაჟზე და დემონტაჟზე გათვალისწინებულია II ზონისათვის, ხოლო I ზონის ანგარიშში შეტანილია ჯალამბრის სამანქანო ცვლის თვითღირებულება მუშების ხელფასის ჩათვლით [15].

### ტყესაკაფის ზედა II ზონის ეკონომიკური ანგარიში № 7ა ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით

ვიანგარიშით  $1\text{მ}^3$  ხეტყის ტრასამდე მორთრევის თვითღირებულება განივი მიმართულებით

$$K_{\delta} = K_{\delta 1} + K_{\delta 2},$$

სადაც  $K_{\delta 1} - 1\text{მ}^3$  ხეტყის მორთრევაზე კუთრი დანახარჯები მოსული განივგადასატანი ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის მონტაჟზე და დემონტაჟზე, ლარი;

$K_{\delta 2} - 1\text{მ}^3$  ხეტყის განივი მიმართულებით მორთრევაზე მოსული საექსპლუატაციო დანახარჯები, ლარი.

$K_{\delta 1}$  და  $K_{\delta 2}$  იანგარიშება ფორმულებით

$$K_{\delta 1} = \frac{2C_{\delta 1}}{ll_x V}; \quad K_{\delta 2} = \frac{C_{\delta 2} A_2 l_x}{2q_1(420 - t_{\text{მთ}})\varphi},$$

- სადაც  $C_{\delta 1}$  – განივგადასატანი ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის მონტაჟის და დემონტაჟის თვითღირებულება, 60 ლარი;
- $l$  – საბაგირო დანადგარის ტრასებს შორის მანძილი, მ;
- $l_x$  – გადასატან ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ტრასამდე მოჭრის ხის ქვევიდან ზე ვით ფერდობზე მორთრევის მანძილი, მ;
- $V$  – ასათვისებელი ტყესაკაფის ერთეულ ფართობზე ხე-ტყის მოცულობითი რაოდენობა 0,0025 მ<sup>3</sup>/მ<sup>2</sup>, 25 მ<sup>3</sup>/ჰა.
- $C_{\delta 2}$  – ჯალამბარის სამანქანო ცვლის თვითღირებულება, ხელფასის ჩათვლით, ტრასის ერთი მხრისათვის, 130 ლარი;
- $A_2$  – გამარტივების კოეფიციენტი, 0,053;
- $q_1$  – განივი მიმართულებით ტრასამდე ერთი მხრიდან მორთრეული ხე-ტყის მოცულობა, 1,5, მ<sup>3</sup>;
- $t_{\text{მთ}}$  – მოსამზადებელ-დასკენითი დრო, 30 წთ;
- $\varphi$  – სამუშაო დროის გამოყენების კოეფიციენტი, 0,8;
- 420 – სამუშაო ცვლის დრო, წთ.

შევიტანოთ  $K_{\delta 1}$  და  $K_{\delta 2}$  ფორმულაში და მივიღებთ

$$K_{\delta} = \frac{2C_{\delta 1}}{ll_x V} + \frac{C_{\delta 2} A_2 l_x}{2q_1(420 - t_{\text{მთ}})\varphi}.$$

საბაგირო დანადგარის ტრასებს შორის  $l$  მანძილი იანგარიშება ფორმულით:

$$l = 2 \sqrt{\frac{Cq\varphi(420 - t_{\text{მთ}})}{LVC_3 A_2}} = 2 \sqrt{\frac{3000 \cdot 3 \cdot 0,8(420 - 30)}{1000 \cdot 0,0025 \cdot 2 \cdot 120 \cdot 0,053}} = 2 \cdot 297 = 594 \text{ მ,}$$

- სადაც  $C$  – განივგადასატანი საბაგირო დანადგარის მონტაჟისა და დემონტაჟის ხარჯები, 3000 ლარი;
- $q$  – განივი მიმართულებით ორივე მხრიდან მორთრეული ხე-ტყის მოცულობა, 3, მ<sup>3</sup>;
- $L$  – საბაგირო დანადგარის ძირითადი ტრასის სიგრძე, 1000 მ;

$C_3$  – ჯალამბარის სამანქანო ცვლის თვითღირებულება, ხელფასის ჩათვლით მოთრევაზე და მორთრევაზე ტრასის ორივე მხრიდან, 120 ლარი

$$A_2 = \frac{U_{\text{შბ}} + U_{\text{ტშბ}}}{U_{\text{შბ}} U_{\text{ტშბ}}} = \frac{50 + 30}{50 \cdot 30} = 0,053,$$

სადაც  $U_{\text{შბ}}$  – მზიდი ბაგირის უკუსვლის სიჩქარე განივი მიმართულებით, 50 მ/წთ;

$U_{\text{ტშბ}}$  – მზიდი ბაგირის სიჩქარე ტვირთით განივი მიმართულებით, 30 მ/წთ;

$l_x$ -ის განსაზღვრისათვის ავიღოთ  $K_8$ -ის წარმოებული  $l_x$ -ით და გაუტოლოთ ნულს, მივიღებთ

$$l_x = \sqrt{\frac{C_{\text{ბ1}} q_1 \varphi (420 - t_{\text{ბთს}})}{IVC_3 A_3}} = \sqrt{\frac{60 \cdot 1,5 \cdot 0,8 (420 - 30)}{594 \cdot 0,0025 \cdot 120 \cdot 0,5 \cdot 0,075}} = 65 \text{ მ},$$

სადაც  $q_1$  – განივი მიმართულებით ერთი მხრიდან მორთრეული ხე-ტყის მოცულობა, 1,5 მ<sup>3</sup>;

$A_3$  – გამარტივების კოეფიციენტი

$$A_3 = \frac{U_{\text{შ.ბ}} + U_{\text{ტშ.ბ}}}{U_{\text{შ.ბ}} U_{\text{ტშ.ბ}}} = \frac{30 + 24}{30 \cdot 24} = 0,075,$$

სადაც  $U_{\text{შ.ბ}}$  – განივგადასატან ჩაკეტილკონტურიან მზიდ ი ბაგირიდან კაკვიანი საწვევი მზიდი ბაგირის მოჭრილ ხესთან ხელით ჩატანის სიჩქარე, 30 მ/წთ;

$U_{\text{ტშ.ბ}}$  – განივ ჩაკეტილკონტურიან მზიდი ბაგირის ტრასამდე მოჭრილი ხის ქვევიდან ზევითმორთვის სიჩქარე, 24 მ/წთ.

$$K_8 = \frac{2 \cdot 60}{594 \cdot 65 \cdot 0,0025} + \frac{130 \cdot 0,053 \cdot 65}{2 \cdot 1,5 \cdot (420 - 30) 0,8} = 1,24 + 0,48 = 1,72 \text{ ლარი.}$$

მივიღეთ, რომ გვერდიდან ძირითად ტრასამდე ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირით 1 მ<sup>3</sup> მორთრეული ხე-ტყის თვითღირებულება უდრის 1,72 ლარს. აქედან გამომდინარე, რომ განივი ტრასის გადატანა 500 მ მანძილზე (ძირითადი ტრასის ნახევარი 3 5°-მდე დახრილობის ტყესაკაფზე) საჭიროა 8-ჯერ, რადგანაც განივ ტრასამდე მოჭრილი ხის ამოტანა ფერდობზე ქვევიდან ზევით ხდება 65 მ მანძილიდან, მაშინ

განიგადასატანი საბაგრო დანადგარით ასათვისებელ მიწელ  
ფართობზე  $K_{გ.8}$  ტოლი იქნება

$$K_{გ.8} = K_{გ} \cdot 8 = 1,72 \cdot 8 = 13,76 \text{ ლარი.}$$

საბაგრო დანადგარის ცველური მწარმოებლურობა იანგარიშება  
ფორმულით

$$\Pi_{გ3} = \frac{(420 - t_{გ3}) 2q_1 \varphi}{A_1 \frac{L}{2} + A_2 \frac{l}{4} + t} = \frac{(420 - 30) \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 0,8}{0,007 \frac{1000}{2} + 0,053 \frac{594}{4} + 6} = 54 \text{ მ}^3,$$

სადაც  $A_1$  – გამარტივების კოეფიციენტი

$$A_1 = \frac{U_{უ} + U_{გ3}}{U_{უ} \cdot U_{გ3}} = \frac{360 + 240}{360 \cdot 240} = 0,007,$$

სადაც  $U_{უ}$  – ურიკის სიჩქარე მზიდ ბაგირზე უკუსვლის დროს, 360 მ/წთ;

$U_{გ3}$  – ურიკის სიჩქარე დატვირთულ მდგომარეობაში, 240 მ/წთ;

$t$  – მორების ჩაბმაზე და ჩახსნაზე დახარჯული დრო, 6 წთ.

საბაგრო დანადგარით 1მ<sup>3</sup> ხე-ტყის ჩამოშვების თვითღირებულება

$$K' = K_1 + K_2 = 2,02 + 4,44 = 6,46 \text{ ლარი,}$$

სადაც  $K_1$  – 1 მ<sup>3</sup> ხე-ტყეზე კუთრი დანახარჯები მოსული საბაგრო  
დანადგარის მონტაჟზე და დემონტაჟზე, ლარი;

$K_2$  – 1 მ<sup>3</sup> ხე-ტყეზე კუთრი დანახარჯები მოსული განივი მზიდი  
ბაგირებით მორთრევაზე და მის ჩამოშვებაზე, ლარი.

$$K_1 = \frac{C}{L \cdot l \cdot V} = \frac{3000}{1000 \cdot 594 \cdot 0,0025} = 2,02 \text{ ლარი,}$$

$$K_2 = \frac{2C_3}{\Pi_{გ3}} = \frac{2 \cdot 120}{54} = 4,44 \text{ ლარი.}$$

ვიციტ რა, საბაგრო დანადგარების ტრასებს შორის ოპტიმალური  
მანძილი  $l = 594$  მ, დამხმარე ურიკებით მორთრევის ოპტიმალური

მანძილი იქნება  $\frac{l}{4} = \frac{594}{4} = 148,5$  მ.

ვინაიდან, ტყესაკაფის სიღრმე არის 1000 მ და სიგანე 594 მ,

განიგადასატანი ორმხრივი დანადგარის შემთხვევაში, როცა  $\frac{l}{4} = 148,5$  მ,

საჭიროა საბაგრო მორსათრევი დანადგარის ტრასის ორჯერ

დამონტაჟება, ე.ი. გამოყოფილი ტექსაკაფის ასათვისებლად პირველადი დამონტაჟების შემდეგ, მოხდება ერთხელ გადატანა და ახალ ადგილზე დამონტაჟება  $n = 2$ .

აქედან გამომდინარე, საბაგრო დანადგარით 1 მ<sup>3</sup> ხე-ტყის ჩამოშვების თვითღირებულება  $K$  გაიზრდება ორჯერ

$$K = K' \cdot 2 = 6,46 \cdot 2 = 12,92 \text{ ლარი.}$$

საბაგრო დანადგარის მიერ ათვისებული ფართი ტოლია

$$W = \frac{L}{2} \cdot l = \frac{1000}{2} \cdot 594 = 297000 \text{ მ}^2 = 29,7 \text{ ჰა.}$$

საბაგრო დანადგარის ტრასასთან მოსაზიდი ხე-ტყის სალიკვიდაციო მოცულობა

$$Q = W \cdot V = 29,7 \cdot 25 = 742,5 \text{ მ}^3.$$

1 მ<sup>3</sup> ხე-ტყის ტრანსპორტირების ჯამური თვითღირებულება ტექსაკაფზე ტოლია

$$K'_{\text{ჯამ.}} = K + K_{\text{გ.გ}} = 12,92 + 13,76 = 26,68 \text{ ლარი.}$$

№ 7ა ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით გამოყენებული ძირითადი მანქანა-დანადგარები:

1. განიგადასატანი საბაგრო დანადგარი 1 ც.
2. ბენზოძრავიანი ხერხი 3 ც (ერთი სათადარიგო).
3. ჰიდროდომკრატი – 2 ც.

ვიანგარიშით 1 მ<sup>3</sup> ხე-ტყის თვითღირებულება № 7 ტექნოლოგიური სქემის დროს, საწვავ-საცხები მასალებისა და ძირითადი საწარმოო ფონდების თვითღირებულების გათვალისწინებით.

ძირითადი საწარმოო ფონდის თვითღირებულება:

1. ძირითადი დანადგარი 37000 ლარი.

2. ბენზოძრავიანი ხერხი 3 ც  $700 \cdot 3 = 2100$  ლარი.

3. ჰიდროდომკრატი 2 ც  $450 \cdot 2 = 900$  ლარი

სულ ჯამი 40000 ლარი

ამორტიზაციის წლიური ნორმა 20%, ძირითადი საწარმოო ფონდი გვექნება

$$40000 - 20\% = 8000 \text{ ლარი.}$$



ცვლური მწარმოებელ ურობიდან გამომდინარე, ვანგარიშობთ სამუშაო დღეების რაოდენობას, რომელიც ტოლია:

$$Q : \Pi_{\text{ცვ}} = 742,5 : 54 = 13,75 \text{ დღე,}$$

ვიღებთ 14 სამუშაო დღეს.

ძირითადი საწარმოო ამორტიზაციიდან დახარჯული დღიური თანხა

$$8000 : 365 = 21,92 \text{ ლარი.}$$

14 სამუშაო დღისა გვექნება

$$21,92 \times 14 = 306,88 \text{ ლარი.}$$

1 მ<sup>3</sup> დამზადებულ ხე-ტყეზე საწარმოო ფონდის თვითღირებულება -  
ლებიდან მივიღებთ

$$K_{\text{ს.ფ}} = 306,88 : 742 = 0,41 \text{ ლარი.}$$

სალიკვიდო მარაგზე გამოყოფილი საწვავ-საცხები მასალები:

1. ბენზინზე მომუშავე 50 ცხ.დ. სიმძლავრის საბაგირო დანადგარი,  
საწვავის ხარჯით

$$60 \text{ გ/ცხ.დ. საათში } 60 \times 50 = 3000 \text{ გრ, } 3 \text{ ლიტრი;}$$

$$8 \text{ საათის განმავლობაში ბენზინის ხარჯი } 3 \times 8 = 24 \text{ ლიტრი;}$$

$$14 \text{ დღის განმავლობაში ბენზინის ხარჯი გვექნება } 24 \times 14 = 336 \text{ ლიტრი;}$$

2. ბენზოძრავიანი ხერხი – 2 ც

$$8 \text{ საათის განმავლობაში ბენზინის ხარჯი } 2 \times 10 = 20 \text{ ლიტრი;}$$

$$14 \text{ დღის განმავლობაში ბენზინის ხარჯი}$$

$$\text{გვექნება } 14 \times 20 = 280 \text{ ლიტრი;}$$

$$\text{ზეთის ხარჯი}$$

$$0,5 \cdot 2 = 1 \text{ ლიტრი;}$$

$$14 \text{ დღის განმავლობაში ზეთის ხარჯი გვექნება}$$

$$14 \cdot 1 = 14 \text{ ლიტრი.}$$

საწვავ-საცხებ მასალებზე საორიენტაციო ღირებულება 2017 წლის იანვრის თვის საბაზრო ფასებით: (ბენზინი 2 ლ, ზეთი 4 ლ).

$$1. \text{ ბენზინი } (336 + 280) \cdot 2 = 1232 \text{ ლარი;}$$

$$2. \text{ ზეთი } 14 \cdot 4 = 56 \text{ ლარი.}$$

სულ საწვავ-საცხები მასალების ღირებულება შეადგენს 1288 ლარის,  
1მ<sup>3</sup> ხე-ტყეზე გვექნება

$$1288 : 742,5 = 1,73 \text{ ლარი.}$$

მაშასადამე, ძირითადი საწარმოო ფონდის და საწვავ -საცხები მასალების თვითღირებულების გათვალისწინებით, ზედა საწყობზე 1 მ<sup>3</sup> ხე-ტყის ტრანსპორტირების ჯამური თვითღირებულება გვექნება:

$$K'_{გან} = K'_{ჯამ} + K_{ს.ფ} + K_{ს.ს} = 26,68 + 0,41 + 1,73 = 28,82 \text{ ლარი.}$$

ტყესაკაფის ქვედა ზონაში, სადაც ფერდობის დახრილობა 30 °-მდეა, ხე -ტყის მორთვევა წარმოებს მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატებით, ნახევრადდატვირთულ, ნახევრადდაკიდებულ ან მთლიანად დატვირთულ მდგომარეობაში, მხოლოდ განივი მიმართულებით დამხმარე საკაბლოებით, მორსათრევი დანადგარის ძირითად ტრასამდე № 3 ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით.

№ 3 ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით აგრეგატის მწარმოებლობა ძირითად ტრასამდე მორთვევაზე ერთი მხრიდან იანგარიშება ფორმულით

$$\Pi_{მორ} = \frac{(420 - t_{მოს})q\varphi}{\frac{U_{უ} + U_{ტმ}}{U_{უ} \cdot U_{ტმ}} \cdot l_{საშ} + t} = \frac{(420 - 30) \cdot 8 \cdot 0,8}{\frac{30 + 25}{30 \cdot 25} \cdot 297 + 15} = 70 \text{ მ}^3,$$

სადაც  $q$  – აგრეგატის დატვირთვა გზობაზე 8 მ<sup>3</sup>, შოლტებით;

$l_{საშ}$  – მორთვევის საშუალო მანძილი, 297 მ;

$t$  – ტვირთის ჩაბმაზე და ჩამოსხნაზე საჭირო დრო, 15 წთ;

$U_{უ}$  – აგრეგატის საკაბლოზე მოძრაობის სიჩქარე უქმი სვლის მიმართულებით, 30 მ/წთ;

$U_{ტმ}$  – იგივე, სატვირთო მიმართულებით, 25 მ/წთ.

მორთვევის ჯამური თვითღირებულება გვექნება:

$$K'_{ჯამ} = K_{მორ} + K_{დან} = 36,19 + 1,71 = 37,90 \text{ ლარი.}$$

საკაბლო შტოებზე აგრეგატით ხე -ტყის მორთვევის თვითღირებულება საბაგირო დანადგარის ტრასამდე ჯამდება შემდეგი დანახარებით:

$$K_{მორ} = K_1 + K_2 + K_3 = 9,12 + 17,07 + 10 = 36,19 \text{ ლარი.}$$

სადაც  $K_1$  – 1 მ<sup>3</sup> ხე-ტყეზე მოსული კუთრი დანახარ ჯებია სატვირთო ბაქნების მშენებლობაზე და შენახვაზე.

$$K_1 = \frac{C}{l \cdot l_x V} = \frac{110}{594 \cdot 65 \cdot 0,0025} = 1,14 \text{ ლარი.}$$

საბაგირო დანადგარის ტრასაზე დამხმარე საკაბლოების როდენობა წინა გაანგარიშების თანახმად უდრის 8-ს, ე.ი.  $n = 8$ .

სატვირთო ბაქნების მშენებლობის და შენახვის ღირებულება  $C = 110$  ლარს (იგულისხმება ერთი ბაქანი). 8 ბაქნისათვის გვექნება

$$K'_1 = 1,14 \cdot 8 = 9,12 \text{ ლარი};$$

$K_1 - 1 \text{ მ}^3$  ხე-ტყეზე მოსული კუთრი დანახარჯები საკაბლოების შტოების მშენებლობასა და შენახვაზე:

$$K_2 = \frac{C_1(l+l_x)}{\frac{L}{2} \cdot V \cdot l \cdot l_x} = \frac{1250 \cdot (594 + 65)}{500 \cdot 0,0025 \cdot 594 \cdot 65} = 17,07 \text{ ლარი},$$

სადაც  $C_1 - 1 \text{ კმ}$  საკაბლოების შტოების მშენებლობის და შენახვის ღირებულება - 1250 ლარი.

$K_3 - 1\text{მ}^3$  ხე-ტყეზე მოსული კუთრი დანახარჯები, ტრაქტორებით მორთრევაზე, როცა მანქანცვლის ღირებულება შეადგენს  $C_2 = 700$  ლარს

$$K_3 = \frac{C_2}{\Pi_{\text{მორ}}} = \frac{700}{70} = 10 \text{ ლარი}.$$

საბაგირო დანადგარით ჩამოშვებული ხე-ტყის თვითღირებულება შეადგენს

$$K_{\text{ღან}} = K_1 + K_2,$$

სადაც  $K_2 - 1\text{მ}^3$  ჩამოშვებულ ხე-ტყეზე კუთრი დანახარჯები, მოსული ჯალამბრის მანქანა-ცვლის ღირებულებიდან, ლარი.

$K_1 - 1\text{მ}^3$  ხე-ტყეზე კუთრი დანახარჯებია, მოსული 1 კმ სიგრძის საბაგირო დანადგარის მშენებლობა და შენახვაზე (საექსპლუატაციო ხარჯები), გათვალისწინებულია ზედა ზონის 1 მ<sup>3</sup> ჩამოშვებული ხე-ტყის თვითღირებულებაში, ამიტომ აგრეგატებით მორთრევის დროს გაანგარიშებაში არ არის შეტანილი

$$K_2 = \frac{C_3}{\Pi_{\text{ღან}}} = \frac{120}{70} = 1,71 \text{ ლარი}.$$

აგრეგატით ტრასამდე მორთრეული ხე-ტყის 1 მ<sup>3</sup> ჩამოშვების თვითღირებულება შეადგენს

$$K_{\text{ღან}} = K_2 = 1,71 \text{ ლარი}.$$

№ 3 ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით 30 °-მდე დახრილ ფერდობზე ქვედა ზონაში გამოყენებულია

- |                        |   |
|------------------------|---|
| 1. მთა                 | 2 |
| 2. ბუდლოხერი           | 1 |
| 3. ბენზოდრავიანი ხერხი | 3 |
| 4. ჰიდროდომკრატი       | 2 |

ასათვისებელი ხე -ტყის მოცულობა შეადგენს 742,5 მ<sup>3</sup>, ხოლო ცვლის მწარმოებლურობა 70 მ<sup>3</sup>. ამ რაოდენობის ხე -ტყის დამზადებისათვის საჭიროა

$$741,5 : 70 = 10,6 \approx 11 \text{ დღე.}$$

საწვავ-საცხები მასალების თვითღირებულების გაანგარიშება, საპასპორტო მონაცემების თანახმად მთა-ის ტრაქტორის TT-ის ძრავას დიზელის საწვავის ხარჯი 1 ცხ. ძალაზე საათში შეადგენს 180 გრამს. ძრავას სიმძლავრე 110 ცხ.ძ., შესაბამისად გვექნება 19,8 ლიტრი.

8 საათიან საწარმოო ციკლზე ორი აგრეგატისათვის

$$19,8 \cdot 8 \cdot 2 = 316,8 \text{ ლიტრი.}$$

შესაბამისად 11 დღიან ციკლზე გვექნება დიზელის რაოდენობა

$$316,8 \cdot 11 = 3484,8 \text{ ლიტრი.}$$

ამას ემატება დიზელის საწვავის ხარჯი ბუდლოხერისათვის და გვექნება

$$160 \cdot 11 = 1760 \text{ ლიტრი,}$$

ბენზოდრავიანი სამი ხერხისათვის ბენზინის ხარჯი 11 დღია 6 საწარმოო ციკლზე გვექნება

$$10 \cdot 3 \cdot 11 = 330 \text{ ლიტრი.}$$

ზეთის დანახარჯი 11 დღიან საწარმოო ციკლზე სამი ხერხისათვის შეადგენს

$$0,5 \cdot 3 \cdot 11 = 16,5 \text{ ლიტრი.}$$

მთლიანად დიზელის ღირებულება 2017 წლის მონაცემებით, 1 ლ დიზელის ფასი შეადგენს 2,0 ლარს.

$$(3484,8 + 1760) \cdot 2 = 10490 \text{ ლარი.}$$

ბენზინის ღირებულება აღებულია 2,0 ლარი, სამი ხერხისათვის გვექნება  $330 \cdot 2 = 660$  ლარი.

ზეთის ღირებულებიდან გამომდინარე გვექნება

$$16,5 \cdot 4 = 66 \text{ ლარი.}$$

ამრიგად, 1 მ<sup>3</sup> ხე-ტყის დამზადებაზე დახარჯული საწვავ-საცხები მასალების თვითღირებულება სალიკვიდო მარაგზე ტოლი იქნება

$$K_{\text{ს.ს}} = (10490 + 660 + 66) : 742,5 = 15,11 \text{ ლარი.}$$

ძირითადი საწარმოო ფონდების თვითღირებულების საორიენტაციო ანგარიში

1. მთა-ის ღირებულება	2 · 150000 = 300000 ლარი
2. ბუღდოზერის	160000 ლარი
3. ბენზოდრავიანი ხერხი	3 · 700 = 2100 ლარი
4. ჰიდროდომკრატი	2 · 450 = 900 ლარი
სულ ჯამი	463000 ლარი

ამორტიზაციის წლიური ნორმა შეადგენს 20%

$$463000 \cdot 20\% = 92600 \text{ ლარი.}$$

აქედან გამომდინარე, ვინაიდან გვაქვს მუშაობის 11 დღე, გვექნება

$$92600 : 365 = 253,70 \cdot 11 = 2790,7 \text{ ლარი.}$$

1 მ<sup>3</sup> ხე-ტყეზე გვექნება

$$2790,7 : 742,5 = 3,76 \text{ ლარი.}$$

ამ მონაცემების დაჯამებით მივიღებთ 1 მ<sup>3</sup> ხე-ტყის თვითღირებულებას, აგრეგატებით ტრასამდე მორთრევაზე და საბაგირო დანადგარით ჩამოშვებაზე

$$K'_{\text{ჯამ}} = K_{\text{მორ}} + K_{\text{დან}} + K_{\text{ს.ს}} + K_{\text{ს}} = 36,19 + 1,71 + 15,11 + 3,76 = 56,77 \text{ ლარი.}$$

№ 7ა ტექნოლოგიური სქემით ზედა და ქვედა ზონებიდან, ზედა საწვობზე მორთრეული 1 მ<sup>3</sup> ხე-ტყის საშუალო ღირებულება იქნება

$$K = \frac{K'_{\text{დან}} + K'_{\text{ჯამ}}}{2} = \frac{28,82 + 56,77}{2} = 42,80 \text{ ლარი.}$$

ეკონომიკური გაანგარიშება რეალურ პირობებში მოითხოვს არსებული ნორმების, სატაქსაციო მონაცემების, საწვავ-საცხენ მასალებზე ფასების, ახალი ტექნიკის გამოყენებით მიღებული ეკონომიის და სხვა მაჩვენებლების დაზუსტებას.

### 3. დასკვნა

1. დამუშავებულია მთიან პირობებში ტექსაკაფი სამუშაოების კომპლექსური მექანიზაციის ეკოლოგიურად უვნებელი №7ა ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც წარმოადგენს № 3 და № 7 ტექნოლოგიური სქემების შერწყმას; ახალ ტექნოლოგიურ სქემაში გათვალისწინებულია სხვადასხვა დახრილობის რთული ტექსაკაფების ათვისების სირთულეებთან დაკავშირებული თავისებურებები, შერჩეულია ბუნებრივი პირობებისათვის შესატყვისი მანქანა -დანადგარები და გადაწყვეტილია მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის ოპერაციების დასაბუთებული თანმიმდევრ ობა, რაც თავის მხრივ წარმოადგენს მთლიანი სამუშაო ციკლის ოპტიმალურ ვარიანტს.

2. შექმნილია სრულიად ახალი, ორიგინალური განივგადასატანი ორმხრივი საბაგრო მორსათრევი დანადგარი ჩაკეტილ ონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირით.

3. ჩაკეტილ ონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირით აღჭურვილი განივგადასატანი საბაგრო მორსათრევი დანადგარის პარამეტრების დასადგენად, მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის თითოეული ძირითადი ოპერაციისათვის დამუშავებული კვლევის მეთოდის საფუძველზე, საწევ ბაგირში წვევის ძალის განსაზღვრის მიზნით, შედგენილია საწვევი ბაგირების ტრასებზე მოძრაობის სქემები. დადგენილია, ტრასებზე წინააღმდეგობის ძალების აღძვრის წერტილები და მათი სახეები, საწვისი წერტილიდან ბაგირის დოლზე მიწყდომის ბოლო წერტილამდე; წინააღმდეგობის ძალების თანმიმდევრობითი შეკრებით, თითოეული საწვევი ბაგირისათვის მიღებულია მაქსიმალური საანგარიშო წვევის ძალის მნიშვნელობა მუშა და უქმი სვლების დროს, როგორც ინერციის ძალების გათვალისწინებით ასევე მათ გარეშე.

4. დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე, ჩატარებული თეორიული კვლევებიდან მიღებულია რომ ტექნოლოგიური პროცესის პირველი ძირითადი ოპერაციის განხორციელების დროს – 35°-ით დახრილ ფერდობზე, მოჭრილი ხის ქვევიდან ზევით თანაბარი სიჩქარით მორთრევისას, წინააღმდეგობის ჯამური ძალა საწევ ბაგირზე I წერტილიდან დოლზე მიწყდომის XII წერტილის ჩათვლით ტოლია

3567კგ, რასაც შეესაბამება 11 მმ კვეთის დიამეტრის საწვეი ბაგირი და ჯალამბრის ელ. ძრავა 11 კვტ სიმძლავრით; უკუსვლის პროცესის განსახორციელებლად, ანუ კაკვიანი საწვეი ბაგირის ტყესაკაფზე დასაბრუნებლად, რაც ამ შემთხვევაში სრულდება ხელით, ჯამური წინააღმდეგობის ძალა ტოლია 22 კგ -ისა, რისი დაძლევაც მუშის ათვის სირთულეს არ წარმოადგენს.

5. მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის მეორე ძირითადი ოპერაციის კვლევებიდან მივიღეთ, რომ მაქსიმალური წვეის ძალა საწვე ბაგირზე ვითარდება, მორის ნახევრადდაკიდებულ მდგომარეობაში გადაყვანის დროს – 2057 კგ, ხოლო მორის ტრასამდე მორთრევის დროს – 1041 კგ ინერციის ძალების გათვალისწინებით; მაქსიმალური წვეის ძალის მნიშვნელობიდან გამომდინარე შერჩეულია საწვეი ბაგირი 8 მმ კვეთის დიამეტრით და ელ. ძრავა 7,5 კვტ სიმძლავრით.

6. მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის მესამე ძირითადი ოპერაციის კვლევის შედეგად მივიღეთ, რომ მაქსიმალური წვეის ძალა ვითარდება 3000 კგ წონის შეკრულას დაკიდებულ მდგომარეობაში გადაყვანის დროს – 4104 კგ, ამასთან, საწვეი ბაგირის სიჩქარე ტოლია 0,25 მ/წმ, ხოლო ურიკით შეკრულას მთლიანად დაკიდებულ მდგომარეობაში 0,5 მ/წმ სიჩქარით საბაგირო ტრასაზე ზევით გადაადგილების დროს წვეის ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობა ტოლია 2052 კგ; დამხმარე და ძირითადი ოპერაციების კვლევის შედეგების გათვალისწინებით ცხრილებიდან შერჩეულია 11 მმ კვეთის დიამეტრის საწვეი ბაგირი და 11 კვტ სიმძლავრის ელ. ძრავა;

სამივე ძირითადი ოპერაციის კვლევის შედეგების გათვალისწინებით მორსათრევი დანადგარი უნდა აღიჭურვოს სამდოლიანი ჯალამბრით, 11 კვტ სიმძლავრის ელ. ძრავით 1500 ბრუნთა რიცხვით წუთში და 8,11 და 13მმ კვეთის დიამეტრის საწვეი და მზიდი ბაგირებით.

7. დამუშავებული კვლევის მეთოდიკის საფუძველზე, ჩატარებულია ექსპერიმენტული გამოკვლევები მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის მნიშვნელობების დასადგენად, მზიდი ბაგირის მალის სიგრძის, ჩაწერტებული ტვირთის და მზიდი ბაგირის დაჭიმულობის სხვადასხვა მნიშვნელობების დროს, შესაბამისად 13,15 და 16 მმ კვეთის დიამეტრის ბაგირებისათვის;

მიღებული შედეგებიდან ირკვევა, რომ 13 მმ კვეთის დიამეტრის ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირისათვის, მაქსიმალური სიგრძის მალეებისა და დატვირთვების შემთხვევაში მორთრევის პროცესი ჩაკიდულობის ისრის მნიშვნელოვნად გაზრდასთან დაკავშირებით, შეუძლებელია; აღნიშნულის აღმოსაფხვრელად, რეკომენდებულია 15 მმ და ზოგჯერ 16 მმ კვეთის დიამეტრის მზიდი ბაგირის გამოყენების აუცილებლობა.

8. ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევების ადეკვატურობის დასადასტურებლად, ანალოგიური კვლევები ჩატარებულია მზიდი ბაგირის იგივე პირობები სათვის, ჩაკიდულობის ისრის მნიშვნელობების დასადგენად პარაბოლის კვლევის მეთოდით, საიდანაც ირკვევა, რომ ექსპერიმენტებით მიღებული ჩაკიდულობის ისრის სიდიდეები, მატების თვალსაზრისით, განსხვავდება პარაბოლის მეთოდით მიღებული იგივე სიდიდეებისაგან, რაც ძირითადად განპირობებულია ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის სქემური და კონსტრუქციული თავისებურებებით, კერძოდ, მზიდი ბაგირის ორმაგი სიგრძით, რაც არ არის გათვალისწინებული პარაბოლის მეთოდით კვლევების დროს;

9. ექსპერიმენტული და პარაბოლის მეთოდით კვლევების შედეგების მონაცემების მიხედვით ნაშრომში დამუშავებულია, განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ჩაკეტილკონტურიანი მოძრავი მზიდი ბაგირის პარამეტრების განსაზღვრის მეთოდიკა, სადაც აგრეთვე გამოყენებულია ზოგადად ცნობილი საბაგირო მორსათრევი დაჭარბების მზიდი ბაგირების მუშაობის პრაქტიკული გამოცდილების შედეგები; დადგენილია, რომ ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის ჩაკიდულობის ისრის სიდიდეების მნიშვნელობები არ უნდა აღემატებოდეს მალის სიგრძის  $0,02 - 0,03$ -ს; ვიცით რა, ჩაკიდულობის ისრის დასაშვები სიდიდის მნიშვნელობა, ვანგარიშობთ ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირის დაჭიმულობის  $T_m$  მაქსიმალურ მნიშვნელობას და კუბური განტოლების გამოყენებით ვსაზღვრავთ სამონტაჟო დაჭიმულობას  $T_0$ -ს.

10. № 7ა ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით ჩატარებული ტექნოლოგიური პროცესის კომპლექსური მექანიზაციის ეკონომიკური ანგარიშის საფუძველზე; დადგენილია  $1 \text{ მ}^3$  დამზადებული ხე-ტყის ღირებულება 42,80 ლარი.



11. ამრიგად, ნაშრომში თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების საფუძველზე დასაბუთებულია მაღალმთიან ტყესაკაფებზე ჩაკეტილკონტურიანი მზიდი ბაგირით აღჭურვილი განივგადასატანი საბაგირო მორსატრევი დანადგარის უპირატესობა სხვა დანადგარებთან შედარებით; რეკომენდებულია აღნიშნული საბაგირო მორსატრევი დანადგარების წარმოებაში დანერგვა.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. გ. გიგაური. ტყემოწყობა. თბილისი: განათლება. 2001, 255 გვ.
2. თ. ჯაფარიძე. მეტყევეობა. თბილისი: განათლება. 2003, 297 გვ.
3. თ. ურუშაძე. აგროეკოლოგია. თბილისი: ქრონოგრაფია. 2001, 321 გვ.
4. გ. გიგაური. საქართველოს ტყეების ბიომრავალფეროვნება. თბილისი. 2000, 26 გვ.
5. ზ. ბალამწარაშვილი, პ. დუნდუა, ზ. ჩიტძე, ვ. აბაიშვილი, ი. გელაშვილი. ხეცის დამზადებისა და ტრანსპორტირების ტექნოლოგია. თბილისი. ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2013, 186 გვ.
6. ზ. ბალამწარაშვილი, პ. დუნდუა, ზ. ჩიტძე, ვ. აბაიშვილი, ი. გელაშვილი. ხე-ტყის დასამზადებელი მანქანები და მოწყობილობები. თბილისი. ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2013, 200 გვ.
7. ზ. ბალამწარაშვილი, ზ. ჩიტძე, დ. მოსულიშვილი, რ. ტყემალაძე. მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატების ძიება და კვლევა. თბილისი. ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2015. 276 გვ.
8. ზ. ბალამწარაშვილი, ზ. ჩიტძე, პ. დუნდუა, გ. კოკაია. ხე-ტყის დამზადების მანქანები და მოწყობილობები. თბილისი. ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2005, 268 გვ.
9. ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები და ტექნიკური საშუალებები. თბილისი: სოფლის მეურნეობის მექანიზაცია და ელექტროფიკაციის ინსტიტუტი. ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები და ტექნიკური საშუალებები. 2007, 67 გვ.
10. აფციაური შ., სეხნიაშვილი ი. სატყეო ტაქსაცია. 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: სმმპსპ 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. 1985, 111 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 лесосека. 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., ნაჭყებია დ., ჩიტოძე ზ., ნარიმანაშვილი მ. საქართველოში ხეტყის 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). Знание кабель -кранов для трелевки на короткие расстояния в лесах Великобритании. Краснодар. Симпозиум по лесозаготовкам в горных районах, 1977. – 21 с.
34. А.с. № 1285132. 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. 2 54 – 139.1 Передвижная трелевочная мачта. Патентовладелец Robert G. Lelouneau.
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: Габялин А.Н., Гарькуша В.Н., Залегин Л.А., Коншин В.Н., Теньчиков А.И. Опубликовано бюллетень № 27, 1978.

41. Патент США № 3.362.549 кл. 214 -147. Трелевочно -погрузочная маста. 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., Залегин 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., Кока я 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., Ткемალაძე Р.А., Кинკლადзе Д.Н., Мачавარიანი Ш.Н. Канатно-подвесная трелевочная установка с поперечным некущим 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 აგრეგატი. საქპატენტი. პატენტი GEP10332A. თბილისი. 10.04.09. № 7(275).
50. ბალამწარაშვილი ზ., ჩიტძე ზ., ტყემალაძე რ., ასანიძე გ. მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატი. 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. 225-26.
54. Энциклопедический справочник. Машиностроение. Вып 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. გამოცემლობა „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 თვითმტვირთავი 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 თვითმტვირთავი 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 თვითმტვირთავი 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 თვითმტვირთავი აგრეგატის გრძივი მდგრადობის გამოკვლევა ფერდობის კრიტიკული დახრის კუთხის მიხედვით. სატყეო მოამბე, საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული ჟურნალი, თბილისი, 2011, № 4. 86-90 გვ.
63. 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.
64. 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.
65. ნაჭყებია დ., ტყემალაძე რ., ბალამწარაშვილი ზ., დუნდუა პ., გელაშვილი ი. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ბაგი-ბლოკური სქემის დამუშავება და საწევი ბაგირის ანგარიში. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“. სტუ. თბილისი, 2012. № 2(24), 88-98 გვ.
66. ნაჭყებია დ., ტყემალაძე რ., ბალამწარაშვილი ზ., დუნდუა პ., გოგოჭური ბ. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ჯალამბარის ძრავის სიმძლავრის განსაზღვრა სამუშაო ციკლის ექვივალენტური სიმძლავრის მიხედვით. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“. სტუ. თბილისი , 2012. № 2(24), 129-139 გვ.