

საქართველოს განათლების, მეცნიერების, კულტურისა და სპორტის სამინისტრო
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

თემურ ლეშკაშელი

**მობილური ხიდური აგრეგატის ძალურ-ენერგეტიკული პარამეტრების
გამოკვლევა დაბალდეროიანი კულტურების წარმოების ინტენსიფიკაციის
მიზნით**

ტრანსპორტის დარგში ინჟინერიის დოქტორის (0407) აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად წარმოდგენილი

დისერტაცია

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: **რანი ჭაბუკიანი** - ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი,
ემერიტუსი, ეკოლოგიის მეცნიერებათა აკადემიის
აკადემიკოსი

ქუთაისი

2020

შესავალი	5
----------------	---

**თავი 1. ბოსტნეული კულტურების წარმოების ინტენსიფიკაციის მიზნით
ხიდური აგრეგატისთვის პერსპექტიული მანქანათა სისტემის შერჩევა**

1.1. ბოსტნეული კულტურების ზოგიერთი აგროტექნიკური მახასიათებლები იმერეთის ცენტრალურ რეგიონში	9
1.2. კავშირი ორგანულ სოფლის მეურნეობასა (ოსმ) და ხიდურ მიწათმოქმედებას შორის	12
1.3. ხიდური აგრეგატი, როგორც ელექტროფიცირებული გამწვევი ძალა ...	15
1.4. ხიდური აგრეგატის პრინციპული სქემის ზოგადი აღწერა	25
1.5. ხიდური აგრეგატის პერსპექტიული ტექნოლოგიური მოდულის კონსტრუქციული დამუშავება და ზოგიერთი პარამეტრების გაანგარიშება	32
1.6. აქტიური ქმედების ნიადაგდამამუშავებელი მანქანის ფრეზის დაკომპლექტება ხიდურ აგრეგატზე	37
1.7. ხიდური აგრეგატით ბიოპრეპარატებისა და ბიოსასუქების შეტანის მანქანური ტექნოლოგია	40
1.8. სარწყავი სისტემების შერჩევა	43
1.9. ხიდური აგრეგატისათვის სათესი და სასუქის შემტანი მანქანების შერჩევა	45
1.10. ხიდური აგრეგატისათვის ჩითილების სარგავი მანქანის შერჩევა	47

**თავი 2. ხიდური აგრეგატის ზოგიერთი კვანძებისა და დეტალების შერჩევა და
საინჟინრო გაანგარიშება**

2.1. ხიდური აგრეგატის გზის ფუნდამენტების გაანგარიშებების ზოგადი მიმოხილვა	49
--	----

2.2. ხიდური აგრეგატის ლითონკონსტრუქციების შერჩევისა და გაანგარიშების ზოგიერთი საკითხი	55
2.3. ელექტროძრავისა და რედუქტორის შერჩევა.....	58
2.4. ხიდური აგრეგატის ამძრავის მიახლოებითი ანგარიში	62
2.5. ტექნოლოგიური მოდულის დაკომპლექტების თავისებურებები და ზოგიერთი პარამეტრების გაანგარიშება	63
2.6. ხიდური აგრეგატის სამუხრუჭე მომენტის გაანგარიშება	66

თავი 3. ხიდური აგრეგატის მართვისა და მუშაობის თეორიული გამოკვლევა

3.1. ზოგადი განმარტებები.....	67
3.2. ხიდური აგრეგატის (ხა) მოძრაობისა და წონასწორობის დიფერენციალური განტოლება	68
3.3. ხიდური აგრეგატის საყრდენ თვლებზე მოსული დატვირთვების თეორიული ანალიზი.....	70
3.4. ტექნოლოგიური მოდულის ოპტიმალური გადაადგილების უზრუნველყოფის დასაბუთება.....	73
3.5. ხიდური აგრეგატის გამოყენებით ნიადაგის ფრეზირების დინამიკური გამოკვლევის წანამძღვრები	77
3.6. ფრეზირების პროცესის დინამიკური ანალიზი	83
3.7. ნიადაგის ფრეზირების კლასიკური საფუძვლები	87
3.8. ხიდური აგრეგატის საექსპლოატაციო რეჟიმების ოპტიმიზაცია.....	92

თავი 4. ფრეზირების ტექნოლოგიური პროცესის ხარისხის ქსპერიმენტალური გამოკვლევა

4.1. ექსპერიმენტალური კვლევის მეთოდიკა	99
4.2. ექსპერიმენტალური კვლევის შედეგების ალბათურ-სტატისტიკური ანალიზი.....	105

4.3. გაფანტვის დასაწყისის გადახრის $T_{გაფ}$ ცდომილების განსაზღვრა	107
4.4. ბელტის ოპტიმალური ზომის საშუალო მაჩვენებლის განსაზღვრა	107
4.5. საშუალო კვადრატული გადახრის განსაზღვრა	108
4.6. ექსპერიმენტალური გრაფიკის აგება	109
4.7. განაწილების თეორიული კანონის შერჩევა	109
4.8. მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტების დაგეგმვა.....	111

თავი 5. ხიდური აგრეგატის ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშება

5.1. ზოგადი მომობილვა	118
5.2. საქართველოს სოფლის მეურნეობის განვითარების ზოგადი მახასიათებლები და ბოსტნეული კულტურის წილი ქვეყნის ეკონომიკის საქმეში	119
5.3. ბოსტნეული კულტურების წარმოების თავისებურებები დასავლეთ საქართველოში	124
5.4. შერჩეული ბოსტნეული კულტურების მოვლა-მოყვანის თანამედროვე მდგომარეობა	125
5.5. პომიდვრისა და კიტრის წარმოების ეკონომიკური ეფექტიანობის ანგარიში.....	128
5.6. ხიდური აგრეგატის თვითღირებულების გაანგარიშების ცხრილი	130
ძირითადი დასკვნები	134
გამოყენებული ლიტერატურა.....	137
დანართი.....	146

შესავალი

ადამიანი უძველესი დროიდან მისდევდა მიწათმოქმედებას, ის თანდათან ქმნიდა საჭირო იარაღებს, ზრდიდა შრომის მწარმოებლობას და ცოცხალი გამწე ძალის გამოყენებით იმსუბუქებდა მძიმე ფიზიკურ შრომას. ყველაფერი გაგრძელდა XIX საუკუნის ბოლომდე, რომლის შემდეგ აქა იქ გამოჩნდა უსულო გამწევი ძალა ტრაქტორების სახით და მისმა გამოყენებამ მიიღო შეუქცევადი ხასიათი.

1-1.5 საუკუნის განმავლობაში მსოფლიოში შეიქმნა ნებისმიერი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის სამუშაოებისათვის სათანადო მანქანათა სისტემები, რომელთა დაუფიქრებელმა გამრავლებამ შესაბამისად გაზარდა 1 პირობით 3ა-ზე ტრაქტორების შესვლების რაოდენობა; შედეგად XX ს-ის დასასრულს ნიადაგის ფიზიკო-მექანიკური თვისებების გაუარესების საფუძველზე მარცვლოვანი კულტურების მოსავლიანობა მსოფლიო მასშტაბებში თითქმის 20 %-ით დაეცა. აქედან გამომდინარე ტრაქტორმშენებელმა ქვეყნებმა თითქმის 50% -ით გაზარდეს ძრავების სიმძლავრეები ანუ გაიზარდა ტრაქტორების ენერგოგაჯერებულობა წონის შენარჩუნებით, რათა ისინი წარმატებით გამოგვეყენებინა კომბინირებული სამუშაოების შესასრულებლად და შეგვემცირებინა ერთი და იგივე ფართობზე მათი შესვლების რაოდენობა.

კომბინირებული აგრეგატების გამოყენება აქტუალური ხდება აგრეთვე გლობალური დათბობის პირობებში-წლის ორი დროის (გაზაფხულისა და შემოდგომის) წელიწადის დროთა ციკლიდან ამოვარდნის გამო.

საკითხი კიდევ უფრო ღრმავდება მსოფლიოს გლობალიზაციის პირობებში, რაც იწვევს ქვეყნებს შორის სახელმწიფო საზღვრების მოშლას და აძლიერებს აგროპროდუქტების გასაღების საერთაშორისო ბაზრების მნიშვნელოვან რყევას. რაც შეეხება ბაზრის მოთხოვნებს აქ ყველაფერი გარკვეულია. საქართველო ევროპის ქვეყნების მსგავსად უნდა გადავიდეს ორგანული მიწათმოქმედების რელსებზე, რათა ნებისმიერი პროდუქცია იყოს ეკოლოგიურად სუფთა და სამომხამრებლო ბაზრისთვის მისაღები.

ზემოთმოტანილი ლატიფუნდიური პრობლემები შეუთავსებელია წვრილი ფერმერის მეურნეობასთან, რაც გავრცელებულია მცირე მიწიან საქართველოს პირობებში, ცნობილია რომ ფერმერთა კუთვნილი სავარგულების ფართი 1-2 ჰა-ს არ აღემატება. ამ ნიადაგების შემადგენლობა ყოველ კვადრატულ მეტრში იცვლება და ხასიათდება სხვადასხვა ხელის შემშლელი ფაქტორებით სატრაქტორო აგრეგატის მუშაობისას, გარდა ამისა ნიადაგი ხდება უკონტროლო, გამოფიტული და წარმოადგენს მავნებლებისა და სოკოვანი დაავადებების გავრცელების არეალს, რომელიც ბოლო წლებში ძლიერ მომრავლდა.

მოტანილი რეალობიდან გამომდინარე, ამ ფაქტორების თავიდან აცილების მიზნით მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ფერმერული მეურნეობრიობის პირობებში ხიდური აგრეგატის გამოყენების უპირატესობა, რასაც ეძღვნება ჩვენი მოკრძალებული ნაშრომი.

პირველად საქართველოში ხიდური აგრეგატის (ხა) კვლევა დაიწყო აკად. ვალერიან მეტრეველის ხელმძღვანელობით სოფლის მეურნეობის ელექტროფიკაციის მიმართულებით 90 იან წლებში, მაგრამ მისი პრაქტიკაში გამოყენება ვერ მოხერხდა ქვეყანაში პოლიტიკური არეულობის გამო. ხსენებულ პერიოდში ელექტროინჟინერ გურამ ხელაძემ დაამზადა ხა-ი თავის საკარმიდამო ნაკვეთზე პრონციპით „მომეცი, მომეცი, შემდეგ გავსწორდებით“, რის გამოც იგი პომპეზურია და შორსაა საინჟინრო-განგარიშება-დაპროექტების ოპტიმიზაციისგან, და მოითხოვს სათანადო კვლევას.

ჩვენი აზრით მსგავსი აგრეგატები შეიძლება გამოვიყენოთ, შეძლებული ფერმერის მეურნეობის პირობებში, რომლისთვისაც კაპიტალდაბანდების გამოსყიდვის ვადა, რომელიც საბჭოთა პერიოდში მაქსიმუმ 3 წელი იყო, დღეს არ წარმოადგენს პრობლემას.

ხა-ის გამოყენების უპირატესობა საინტერესოა ჩვენს ზონაში გავრცელებული დაბალღეროიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოების ინტენსიფიკაციისათვის. დაბალღეროიანი ს/ს კულტურების მოვლა-მოყვანის სპეციფიკურობიდან გამომდინარე საჭიროა ხა-ი დაკომპლექტებული იქნას შესაბამისი მანქანათა სისტემით. ამ დანადგარს ანალოგი არ გააჩნია, რის გამოც მისი

მექანიკურ-ტექნოლოგიური, საექსპლოატაციო -ეკონომიკური საკითხების კვლევა მნიშვნელოვანია და თემის აქტუალურობა ჩვენი აზრით ექვს არ უნდა იწვევდეს.

პირველად სამეცნიერო-კვლევით პრაქტიკაში დამუშავებულია ხა-ის გამოყენების რეალური შესაძლებლობა. გამოსაკვლევია მისთვის შერჩეული მანქანათა სისტემისაგან ნიადაგდამამუშავებელი მანქანის ძალურ-ენერგეტიკული თავისებურებები არატრადიციულ (დაკიდებულ) პირობებში მუშაობის პროცესში;

კვლევის მიზანი - მცირე ფართობებზე ღია გრუნტის პირობებში ხიდური აგრეგატის გამოყენების უპირატესობის დასაბუთებაა, დაპროექტება და დამზადებისათვის საჭირო საინჟინრო გაანგარიშების სისტემის დამუშავება, რომელიც გამოყენებული იქნება ეკოლოგიურად სუფთა ბოსტნეული კულტურების საწარმოებლად და ფერმერებისათვის ეკონომიკური ეფექტიანობის ზრდის უზრუნველსაყოფად.

ხიდური ტიპის აგრეგატები დღეისათვის ნაკლებადაა გავრცელებული ჩვენს სოფლის მეურნეობაში. ჩვენი აზრით, იგი დიდ სამსახურს გაუწევს სოფლის ფერმერებს, რადგან რელსებზე მექანიზმების მოძრაობა ხდება გაცილებით ნაკლები ენერჯის დახარჯვით, ვიდრე იგივე წონიანი ტვირთის გადაადგილება მიწის ზედაპირზე საბურავებიანი ტრაქტორების გამოყენებით.

ხა-ი ნიადაგს უნარჩუნებს სტრუქტურას, სრულყოფს ნიადაგის დამუშავების ტექნოლოგიას, უზრუნველყოფს სუფთა გარემოს შენარჩუნებას, ზრდის მექანიზაციის დონეს. გარდა აღნიშნულისა იზრდება ნიადაგის რეგულაციური კონტროლი მავნებლებისა და სოკოვანი დაავადებების წინააღმდეგ ბრძოლაში, ასევე საშუალება გვეძლევა დრო და დრო გავზარდოთ ხა-ის ნიადაგების მიწის ფართობის ნაყოფიერება მხოლოდ სამამულო წარმოების ბიოსასუქებისა და ბიოპრეპარატების გამოყენებით.

განსაკუთრებული ყურადღება და შესაბამისი თეორიული კვლევა ეხება სრულიად ახალ საკითხს დაკიდებული ნიადაგდამამუშავებელი მანქანის მუშაობის სპეციფიურობას, რომელიც ჯერჯერობით ამ დარგის შესაბამის ბიბლიოგრაფიულ სფეროში არ მოგვეპოვება.

კვლევის ამოცანები - ხა-ის მექანიკა-ტექნოლოგიური საფუძვლების დამუშავება. ლითონკონსტრუქციის მასალების, კვანძების, დეტალების შერჩევა და ოპტიმალური პარამეტრების დასაბუთება:

- ხა-ათვის ბოსტნეული კულტურების წარმოებისათვის საჭირო მანქანათა სისტემის შერჩევა;
- ხა-ის როგორც ორიგინალური კონსტრუქციის გამწევი ძალის ზოგადი საინჟინრო-საპროექტო გაანგარიშება.
- ხა-ის მუშაობის ძალურ-ენერგეტიკული პარამეტრების ოპტიმიზაცია;
- ხა-ზე დაკიდებული ნიადაგდამამუშავებელი მანქანების მუშაობის თეორიული და ექსპერიმენტალური გამოკვლევა;
- ფრეზებით ნიადაგის დამუშავების ხარისხის პარამეტრების გამოკვლევა ალბათურ-სტატისტიკური მეთოდით და მისი ოპტიმიზაცია;
- სამომხმარებლო ბაზრის ანალიზი და სადისერტაციო ნაშრომის ეკონომიკური ეფექტიანობის დასაბუთება.

თავი 1. ბოსტნეული კულტურების წარმოების ინტენსიფიკაციის მიზნით ხიდური აგრეგატისთვის პერსპექტიული მანქანათა სისტემის შერჩევა

1.1. ბოსტნეული კულტურების ზოგიერთი აგროტექნიკური მახასიათებლები იმერეთის ცენტრალურ რეგიონში

ბოსტნეული კულტურების მოვლა-მოყვანას იმერეთის ცენტრალურ ნაწილში კარგი ტრადიცია აქვს. სამწუხაროა, რომ ამ უკანასკნელ პერიოდში კომერციული საქმიანობის შეფერხების გამო ამ საქმის საუკეთესო სპეციალისტები -პრაქტიკოსები გაიხიზნენ საზღვარგარეთ, სადაც დაიწყეს ამ საქმის ბიზნესი, განსაკუთრებით ირანში და თავიანთი ცოდნის და გამოცდილების რეალიზაცია. დიდი მოთხოვნილებაა ჩითილების წარმოებაზე რადგან ჩვენში, ტრადიციულ რაიონებში მოყვანილი ნედლეული ხასიათდება საუკეთესო საგემოვნო-სამკურნალო თვისებებით. სწორედ ნაიდაგობრივ-კლიმატური პირობების გამო საზღვარგარეთ წარმოებული პროდუქცია გაცილებით დაბალი ხარისხისაა ვიდრე ჩვენში.

ბოსტნეულ კულტურებში მოიაზრება ოცამდე სხვადასხვა სახეობა, რომელთა მოვლა-მოყვანის აგროტექნიკა მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისგან; ზოგი საზაფხულოდ მოჰყავთ (ძირითადად ადგილობრივი ბაზრისთვის) ზოგიერთი კი საზამთროდ. კომერციალიზაციის თვალსაზრისით უფრო მეტად გავრცელდა ბოსტნეულის საზამთრო წარმოება, როცა მათი თესვა იწყება შემოდგომაზე, რადგან საზღვარგარეთ გასატანი ბოსტნეული როგორც მალფუჭებადი ნედლეული, განსაკუთრებულ მოვლას, შენახვას ითხოვს ტრანსპორტირების პროცესში.

ბოსტნეულის მოვლა-მოყვანის საქმეში მთავარია ნიადაგის გულდასმით დამუშავება წვრილ კომტებად (აგრეგატებით), მათი დაქუცმაცება, რათა მან ხელი არ შეუშალოს ისედაც სუსტ ბოსტნეულ სახეობებს აღმოცენებისათვის.

ბოსტნეულის მოვლა-მოყვანის სამუშაოები როგორც წესი ტარდება მცირე ნაკვეთზე ღია და დახურულ გრუნტზე, ამიტომ ზოგიერთი გამონაკლისისა ყველა ოპერაცია ხელით ტარდება, ხოლო შეძლებული ფერმერების ნაკვეთებზე ნიადაგის

დამუშავება სწარმოებს სამოტობლოკე ფრეზებით. ძნელდება სარეველების წინააღმდეგ ბრძოლა. დაწვიმების ჩატარება რომელიც წვეთოვანი წესით სწარმოებს, მოითხოვს კონტროლს რადგან ატალახებული ნიადაგი ხელს უშლის დათესილი კულტურების ზრდა განვითარებას. ამიტომ უკანასკნელ პერიოდში კარგი შედეგი აჩვენა დისპერსიულმა დაწვიმებამ, რადგან შექმნილი ღრუბლისმაგვარი მასა ზედაპირულად ატენიანებს ნიადაგის ზედა ფენებს და ხელს არ უშლის მცენარეს აღმოცენებაში, რადგან მცენარისათვის მომგებიანია ნიადაგის ფენოვანი შრეების შენარჩუნება სადაც სუნთქვაც ნორმალურად მიმდინარეობს [114].

ზაფხულში ბოსტნეულის მოვლა-მოყვანა დიდი მასშტაბით არაეფექტურია, რადგან მცენარეები სწრაფად გვამლევენ თესლს, რითაც კარგავენ სასაქონლო თვისებას და მოხმარებისათვის უვარგისია. ასეთი მალეფუჭებადი პროდუქტის შორ მანძილზე ტრანსპორტირება ეკონომიურად წამგებიანია.

ფერმერულ, კოპერატიულ და მეურნეობრივობის სხვა ფორმების პირობებში მიზანშეწონილად მიგვაჩნია მათ გაითვალისწინონ ის სიკეთე (თუმცა იგი პირველ ეტაპზე ძვირია) რასაც მათ მისცემთ ხიდური აგრეგატის გამოყენება ხანგრძლივი დროის მანძილზე.

ცნობილია, რომ საუკეთესო ნაყოფს იძლევა კარგად განვითარებული, ჯამრთელი მცენარე, ჭეშმარიტებაა ისიც, რომ კარგი მცენარე კარგ თესლს იძლევა. სათესი მასალის შერჩევისას უპირატესობა უნდა მიექცეს ადგილობრივ და არა უცხოურ ჯიშებს, რადგან ისინი ადგილობრივ პირობებში ადაპტირებულები არიან. ნებისმიერ თესლს მრავალი მტერი ჰყავს, მარგამ მთავარი სინესტეა, რასაც შენახვის პირობები განსაზღვრავს. არადა მაგალითად საბოსტნე კულტურებისათვის ოპტიმალური სინესტე საკმაოდ დიდ დიაპაზონში მერყეობს 5-13% -ის ფარგლებში. თესლის რამდენიმე წლით შენახვისას სინესტე უნდა შევინარჩუნოთ 9-10 % -ის ფარგლებში. თესლი უნდა შევინახოთ მინის ჭურჭელში, რომელსაც რეზინის დამჭერით გამოყენებით დავახუროთ შალის ნაჭერი სუნთქვისათვის. წინასწარ უნდა მოვახდონოთ მინის ჭურჭლის დეზინფექცირება, რისთვისაც ჭურჭელი უნდა იყოს 30-40 წთ განმავლობაში მდულარე წყალში.

სათესი მასალის მავნე მწერებისაგან დაცვისათვის ქილაში ახდენენ უჯანგარის ფოთლების ჩაფენას ან ფოთლების ნაწილების არევა თესლში.

აგროლონისძიებები ითვალისწინებენ ამა თუ იმ კულტურის თესვის წინ გავითვალისწინოთ კოსმიური რითმები, რაც ნიშნავს მთვარისა და სხვა პლანეტების მდებარეობის გათვალისწინებას თესვის დროს.

ყველა კულტურული მცენარე იყოფა 4 ჯგუფად: „ფესვი“, „ფოთლი“, „ყვავილი“ და „ნაყოფი“

- თუ ჩვენ ვსარგებლობთ მიწისქვეშა ნაყოფებით, როგორცაა კარტოფილი, სტაფილო, ჭარხალი და სხვა, მაშინ ისინი „ფესვის“ ჯგუფს მიეკუთვნებიან.
- თუ ჩვენ ვსარგებლობთ ფოთლებით- „ფოთლის“ ჯგუფია. მაგალითად, კომბოსტო, მწვანილი, სალათი და სხვა.
- თუ ყვავილით ვსარგებლობთ, „ყვავილის“ ჯგუფია-მზესუმზირა, ბადის ყვავილები და ა.შ.
- თუ ნაყოფით -„ნაყოფის“ ჯგუფია-კიტრი, პომიდორი, ლობიო, ხილი და ა.შ.

ცხრილში 1.1.1 მოცემულია თესვის ჩატარების დღეები მთვარის ფაზების მიხედვით [12].

ცხრილი 1.1.1

ზოგიერთი კულტურებისთვის მთვარის ფაზების მიხედვით

თესვის კალენდარი

კულტურა	თესვის საუკეთესო კალენდარული ვადები					
	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი
ჭარხალი		7.8.21.22.24	1.3.6.7.8.9.1 0.11.12.14.1 5.29			
გოგრა			1.6.14.15.19 .22.29.30			
პომიდორი	8.9.10.11.12. 21.22.23.29	7.8.21.22.30 .31	1.6.7.8.9.10. 11.12.14.15. 22.23	1.2.4.6.9.10.11 .21.31		
ლობიო			1.6.7.12.14. 15.22	1.2.6.9.10.11.2 1.31		

ნიორი		7.8.21.22.24 .30.31	1.6.7.12.14. 15.29.30			
კარტოფილი		7.8.15.21.22 .26.30	1.2.6.7.8.9.1 0.14.15.19	1.2.4.6.9.10.11 .13.21.22.28.2 9.31		
კიტრი		7.8.21.22.29 .29.30	1.6.7.8.9.10. 11.12.14.15. 22.23	1.2.6.9.10.11.2 1.22.31	4.5.11.12. 19.20.30	
სალათა (ფურცელი)		7.8.9.10.20. 21.22.	1.6.7.12.14. 15.22.23.29. 30	1.2.6.9.10.11.2 1.22.28.29.30	4.5.11.12. 19.20.30	3.4.6.19.20
ობრაზუმი		1.7.8.9.10.2 0.21.22.23	1.2.3.6.7.8.9 .10.11.12.14 .15.19	1.2.6.9.10.11.2 1.28.29.31	4.5.11.12. 19.20.30	3.4.6.19.20 .

P.S. 1. სამუშაო წარმოებს მზის ამოსვლამდე ან მისი ჩასვლის შემდეგ უქარო და კარგ ამინდში.

2. თესლის დამუშავება უნდა მოხდეს იმ შემთხვევაში, თუ თესლი სხვა პრეპარატით დამუშავებული არაა.

3. ვეგეტაციის პერიოდში ფოთლოვანი კვება შეიძლება ჩატარდეს რიგ გარეშეც.

1.2 კავშირი ორგანულ სოფლის მეურნეობასა (ოსმ) და ხიდურ მიწათმოქმედებას შორის

ოსმ არის აგროსაქონელწარმოების მართვის ერთიანი სრულყოფილი სისტემა, რომელიც ხელს უწყობს აგროეკოსისტემის შენარჩუნებას და უზრუნველყოფს აგრონედლეულის სიჯანსაღეს. იგი აკავშირებს ბიოლოგიურ მრავალფეროვნებას, ბიოლოგიურ ციკლებს ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობასთან. ეს სისტემა დაფუძნებულია ყოველგვარი გარეშე დანამატების უარყოფაზე და ერიდება ხელოვნური სასუქებისა და პესტიციდების მოხმარებას. ოსმ მიმართულია:

- ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის გაზრდისაკენ;
- ნიადაგის ნაყოფიერების ხანგრძლივობის გაზრდისაკენ;
- მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნარჩენების რეცირკულაციისაკენ;
- ჰაერის, წყლის და ნიადაგის სისუფთავისაკენ, რომლებშიც მინიმუმამდეა დაყვანილი დაბინძურება [16].

ყველაფერი ეს მიდის ეკოსისტემის გაჯანსაღებისაკენ და უზრუნველყოფს სარეველების, მავნებლებისა და დაავადების კონტროლს, რომლის ქვეშ იგულისხმება: მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნარჩენების კვლავწარმოება, თესლბრუნვა, წყლის რეგულირება და ნიადაგის განაყოფიერება.

ოსმ მჭიდრო კავშირშია ეკოლოგიურ სოფლის მეურნეობებთან (ესმ), რომელიც ჩაისახა მე-20 საუკუნის 20-იან წლებში და მისი თანდათანობით განვითარების გზით მოვედით 80-იან წლებამდე, როცა საერთაშორისო სამეურნეო ურთიერთობებში გაჩნდა ისეთი ტერმინოლოგია, როგორცაა: „მწვანე რევოლუცია“, ეკოლოგიური სტანდარტები, ოსმ-ის რეგულირება (2002 წლიდან), ისინი აღიარეს ევროპის ქვეყნებში და ამერიკაში.

„ორგანული მიწათმოქმედების საერთაშორისო ორგანიზაცია“ (IFOAM, ვერსალი, საფრანგეთი, 1972 წ.) მოიცავს 300-მდე ეკოლოგიურ კავშირს, რომელთა ბუმი დაიწყო გასული საუკუნის ბოლოს. მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ 21-ე საუკუნის I ნახევარში მოხდება აგროსაქონელწარმოების ეკოლოგიზაცია ცალკეული კომპანიების და კერძო მესაკუთრეების მხრიდან, რათა მათ დაიმკვიდრონ მზარდი ეკოლოგიური ბაზარი.

ასეთი მიმართულებები მორგებულია როგორც ხიდური მიწათმოქმედების ძირითად მიმართულებებზე, რომელიც შეიძლება განხორციელდეს როგორც ლატიფუნდიური ისე კერძო მინი მეურნეობების პირობებში [4;12;21].

უპირველეს ყოვლისა, აუცილებელია გავარკვიოთ ორგანული მიწათმოქმედების მიმართულებები;

- ორგანული მიწათმოქმედების დროს მაქსიმალურად გამორიცხულია მინერალური სასუქებისა და პესტიციდების გამოყენება.
- ბიოდინამიკური მიწათმოქმედება - აერთიანებს ბიოლოგიურ, მექანიკურ, ეკონომიკურ და სოციალურ მიმართულებებს.

- ბიოორგანული მიწათმოქმედების მიზანია საკუთარი მეურნეობის ძალებით ბუნებრივი რესურსებისადმი ფრთხილი დამოკიდებულება და მათი შენარჩუნება.
- ბიოინტენსიური მიწათმოქმედება აგრეთვე ეყრდნობა მის გამართვას მეწყრულ ნიადაგებზე, რომლის სიკეთე უხსოვარი დროიდანაა ცნობილი.

ხიდური მიწათმოქმედება რა თქმა უნდა მოიცავს მიწათმოქმედების მთელ გამას, მაგრამ ძირითადად იგი ეყრდნობა პირველ მიმართულებას, როცა ნიადაგი რჩება ყოველგვარი ხელოვნური სასუქების გამოყენების გარეშე. ამ მხრივ საქართველოში გარკვეული წარმატებებია მოპოვებული.

თხევადი, ბიოლოგიური პრეპარატები და ორგანული სასუქები, რომლებიც ჩვენს ქვეყანაშია შექმნილი¹, გამოირჩევა თავიანთი მოქმედების უნივერსალობითა და საიმედოობით.

ეს პრეპარატებია: ბიოკატენა, ფიტოკატენა, აგროკატენა, ლეპიდინი, ტურინგენი, ბოვერინი და სხვა. ისინი ფართოდ შეიძლება გამოვიყენოთ ნებისმიერი კულტურების დაავადებების წინააღმდეგ საბრძოლველად და აგრეთვე გამოფიტული (ხანგრძლივი ექსპლოატაციის გამო) ნიადაგის ნაყოფიერების ასამაღლებლად, რაც ძალიან მნიშვნელოვანია ხა-ის ქვეშ დატვირთული ერთი და იგივე ნიადაგებისათვის.

ცხრილ 1.2.1 განხილულია ნიადაგის აღდგენისათვის თხევადი ორგანული სასუქის „ორგანიკის“ გამოყენების წესები [11].

ცხრილი 1.2.1

ბიოპრეპარატით დამუშავების წესი და შეტანის დოზები ბოსტნეულ კულტურებში

კულტურა	ნიადაგის მომზადება და შეტანის ნორმა ლ/ჰა	თესლის დამუშავება	ფოთლოვანი გამოკვება და შეტანის ნორმა ლ/ჰა
კარტოფილი	ორგანიკის შეტანა - მოხვ-ნის, კულტივა-ციის ან თესვის წინ; 40-60 ლ/ჰა	შევწამლავთ ჩრდილში ორგანიკის 2%-იანი სამუშაო სითხით	I - 5-7 ფოთლის ფაზაში; II - ბუტონიზაციის ფაზაში; 5-10 ლ/ჰა

¹ BIOAGRO - მცენარეთა ბიოლოგიური დაცვის ცენტრი (თბილისი).

ჭარხალი, სტაფილო	შეტანა-მოხვნის, კულტივაციის ან თესვის წინ; 30-50 ლ/ჰა	თესლი უნდა დალბეს 12 სთ ორგანიკაში; შეშრეს ჩრდილში დამუშავდეს 1%-იანი სამუშაო სითხით	I - 1-2 ფოთლის ფაზაში; II - ძირხვენის ჩამოყალიბებისას; 3-5 ლ/ჰა
კომბოსტო	შეტანა-მოხვნის, კულტივაციის ან თესვის წინ; 40-60 ლ/ჰა	თესლი ჩაალბეთ 1%-იან ხსნარში 24 სთ. შეაშრეთ ჩრდილში	I - 4-5 ფოთლის ფაზაში; II - აქტიური ზრდის ფაზაში; 3-5 ლ/ჰა
ხახვი, ნიორი	შეტანა-მოხვნის, კულტივაციის ან თესვის წინ; 30-50 ლ/ჰა	თესლი 12-15 სთ ჩაალბეთ ორგანიკის 1%-იან ხსნარში; შეაშრეთ ჩრდილში	I - 5-6 ფოთლის ფაზაში; II - აქტიური ზრდის ფაზაში; 3-5 ლ/ჰა
ბადრიჯანი	ნიადაგის სტანდარტული დამუშავება	25 მლ სასუქი იხსნება 1 ლ წყალში და მასში დაალბეთ თესლი 15 სთ განმავლო-ბაში; შეაშრეთ ჩრდილში	I - 2-4 ფოთლის ფაზაში; II - კვირტის ჩამოყალიბების ფაზაში; III - ჩითილის გადარგვის შემდეგ, თითო ძირზე შეასხურეთ 2%-იანი ხსნარი 100-150 გ

1.3. ხიდური აგრეგატი როგორც ელექტროფიცირებული გამწევი ძალა

აგროსასურსათო სექტორის საბაზრო მექანიზმებზე გადასვლა, როგორც წესი გულისხმობს სრულიად ახალ მიდგომებს მეცნიერული და ტექნოლოგიური უზრუნველყოფის თვალსაზრისით. კონკურენცია ამ სფეროში სტიმულს აძლევს აგრობიზნესის განვითარებას და ქმნის საშუალებას მას გაზარდოს ფინანსური საშუალებები თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენების გზით, რომელიც დაფუძნებული უნდა იყოს ეკოლოგიურად სუფთა აგრონედლეულის წარმოებისათვის. ამ მხრივ ხიდური აგრეგატი (ხა) უზრუნველყოფს შეინარჩუნოს ნიადაგის თვისებები, რომელსაც აუარესებენ სატრაქტორო, აგრეგატების სავალი თვლები, მისცეს სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სამრეწველო ხასიათი,

მაქსიმალური ავტომატიზაციისა და კომპიუტერიზაციის გამოყენების შესაძლებლობა.

აგროხიდური ტექნოლოგია შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც სასოფლო-სამეურნეო (ს/ს) მანქანების მოძრაობის მარშუტიზაცია, რომელიც მოემსახურება ფერმერს მთელი სეზონის განმავლობაში ამა თუ იმ კულტურის მოვლა მოყვანის და აღების სამუშაოებზე. მისი საშუალებით შეიძლება გადაწყდეს შემდეგი ღონისძიებები:

- მცენარეების გავრცელების ზონების დამუშავება მისასვლელი გზების დამუშავების გარეშე.
- ერთიანი ენერგეტიკული მოდულის არსებობა ამა თუ იმ კულტურის მოვლა-მოყვანისა და აღების სამუშაოების შესრულებისათვის.
- ერთიან, მუდმივ, საბაზო ენერგეტიკულ მოდულზე გადასვლა სხვადასხვა კულტურების წარმოებაში.

ხა-ის პროექტები თავის დროზე შემოთავაზებული იყო ინგლისელი მეცნიერის ხალკოტის მიერ, რუსი მეცნიერების მ.პროვიტოროვის, კ.ბორინის, პოლონელი მეცნიერის ბ.სვეტაკის მიერ და სხვა.

ავტომატიზირებული ხიდური აგროტექნიკური კომპლექსი (AMAK) დანერგილი იქნა ვაკის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებზე, რომელმაც მთლიანად შეინარჩუნა გარემოს სისუფთავე, მცირე რესურსებით, ნიადაგის ნაყოფიერების მაქსიმალური შენარჩუნებით. მარცვლეულის, ბოსტნეულის, საკვები კულტურების მოვლა-მოყვანის პროცესში [99].

ხიდური აგრეგატების გამოყენების დროს 1,5- ჯერ მცირდება თესლის, წყლის, ფართობების არარაციონალური გამოყენების ფაქტები, საიდანაც ჩანს რომ აგროხიდურ კომპლექსს აქვს შემდეგი უპირატესობანი [108;109].

- აგროტექნიკურ ვადებში სამუშაოების შესრულება დღის ნებისმიერ დროს.
- მოსავლიანობის დაპროგრამება მაქსიმალურ ბიოლოგიურ ზღვრებამდე კოორდინირებული თესვისა (დარგვის) და მოსვლის საქმეში ნათესებში სიჭრელის გამორიცხვით და ნიადაგის დაცვა მავნებლისა და დაავადებების ოპერაციული ლოკალიზაციით.

- ბუნებრივი გარემოს დაცვა მხამქიმკატებისა და ნავთობპროდუქტების ჩაღვრებისაგან.
- ერთეულ პროდუქციაზე წყლის, თესლის, სასუქის ლითონისა და ენერჯის მნიშვნელოვანი შემცირება.
- თხევადი საწვავების ეკონომია, ცენტრალიზებული ელექტრომომარაგების გამო;
- საველე სამუშაოებიდან მომსახურე პერსონალის შემცირება ტექნოლოგიური ოპერაციის ავრომატიზაციის გამო.
- ფერმერის შრომის პრესტიჟის ამაღლება
- მიღებული აგრონედლეულის შრობა, შეფუთვა და სასაქონლო მდგომარეობის მიცემა.

რა თქმა უნდა ხა-ის აქვს მნიშვნელოვანი უარყოფითი მხარეები, როგორცაა მთელი სამუშაოს მიჯაჭვა რელსებს შორის არეში, რომლის სიგანეები შეიძლება იყოს 20-30მ, აგრეთვე 50-150მ და კიდევ უფრო მეტიც.

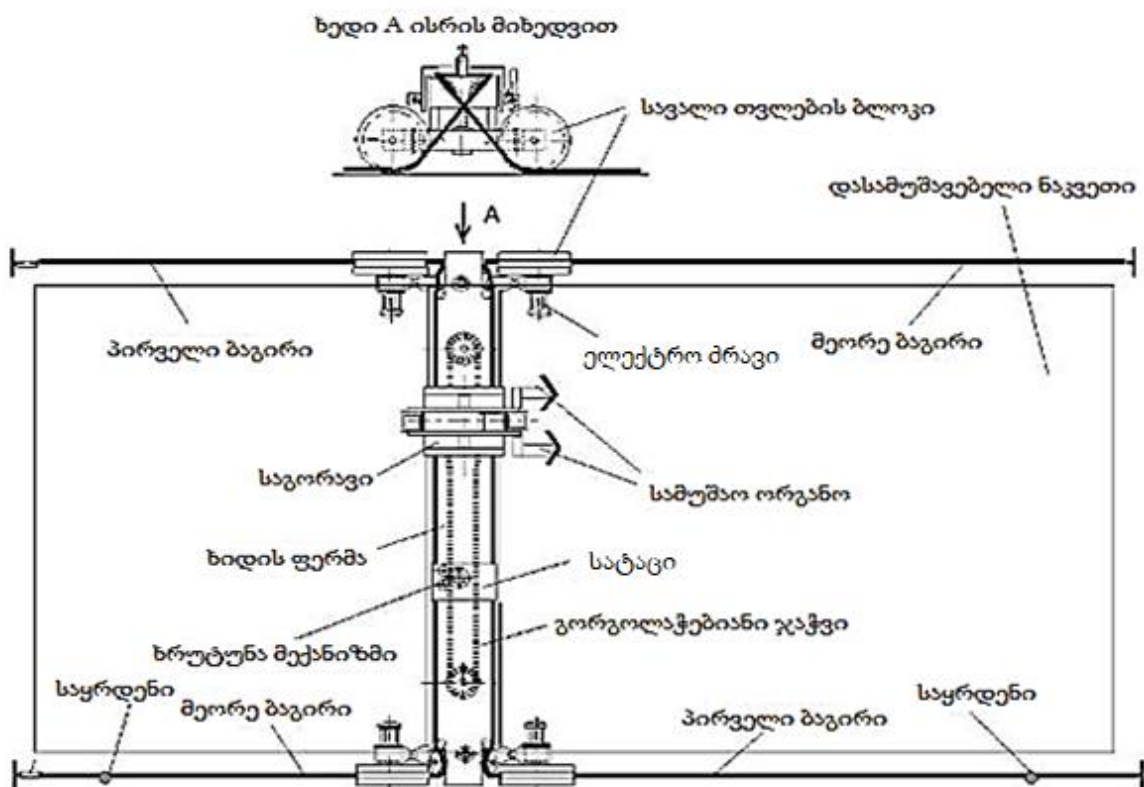
ერთ-ერთი ყველაზე დიდი მიზეზი მისი გაუვრცელებლობისა არის მაღალი ფულადი დანახარჯები მის დამზადებაზე ლითონკონსტრუქციების ხარჯვის გამო.

რიგმა მეცნიერებმა დაიწყეს ხა-ების დაპროექტება, როგორებიც იყვნენ: ინგლისელი ხალკოტი, რუსი პრასტოროვი, ბორინი; პოლონელი სვეცკი რომლებმაც შექმნეს გასული საუკუნის 30-იან წლებში მიწათმოქმედების ხიდური სისტემა. იგი წარმოადგენს სივრცით ფერმას, რომელიც მოძრაობს რელსზე ურიკის დახმარებით. მასზე მორიგეობით კომპლექტდება გუთნები, სათესები, ფარცხები და ა.შ. ასეთი ტექნოლოგია ძირითადად ხელს უწყობს სამუშაოების შრომატევადობის შემცირებას, ტექნოლოგიური ოპერაციის ხარისხის ამაღლებას, ავტომატიზირებული სისტემების დანერგვასა და პერსპექტიულად ზუსტი ტექნოლოგიების ათვისებას.

თუმცა ამ სისტემას აქვს მრავალი უარყოფითი მხარე, რის გამოც იგი ნაკლებად გავრცელდა დაბალ ხიდურ აგრეგატებთან (ხა) შედარებით.

ლიტერატურაში ცნობილია აგრეთვე ე.წ.სიმური ტრანსპორტი (CTIO), რომლის ავტორია იუნიცკი და რომელიც პროექტის დონეზე დარჩა, რის გამოც მისი მოტანა ნაშრომში ზედმეტად მიგვაჩნია [100].

ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 30-იან წლებში მ.ა.პრავოტოროვის მიერ დაპროექტდა ხიდური აგრეგატის სისტემა გრძელი სივრცითი ფერმა, რომელიც გადაადგილდება ურიკის დახმარებით რელსზე. მისი დახმარებით შესაძლებელი იყო გუთნის, ფარცებისა და სათესების გამოყენება განსაზღვრულ ფართობზე. მასზე ავტორს მიღებული აქვს პატენტი [87]. ამ მოწყობილობაში რელსების ნაცვლად გამოყენებულია დრეკადი ბაგირი, ხოლო პროცესები ავტომატიზირებულია. მთავარი ამ კონსტრუქციებში (იხ.ფოტო 1.3.1) არის ის, რომ გამოყენებულია ბაგირი და ეს სისტემა უზრუნველყოფს ფერმის მოძრაობას გადახრების გარეშე, ნებისმიერ არასიმეტრიულ ს/ს მანქანებთან დააგრეგატების შემთხვევაში. გარდა აღნიშნულისა, სავალი თვლები მოძრაობის დროს ურთიერთქმედებს არა გრუნტიან არამედ დრეკად ტრასებთან კაბესტანას პრინციპით, რისთვისაც აგრეგატს აღარ სჭირდება ბილიკი გრუნტზე; ასეთი პრინციპი საინტერესოა იმ თვალსაზრისით, რომ აგრეგატმა შეიძლება იმუშაოს 60⁰ ფერდობებსაც კი [83;100;108;109;].



ფოტო 1.3.1 სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოებისათვის ხიდური აგრეგატი

როგორც ნახაზზე ჩანს აქ გამოყენებულია კბილანა-გორგოლაქები, რომლებიც მოდებამია ჯაჭვებთან.

სამუშაო იარაღების გამოცვლა ხორციელდება ტვირთის გადადგილების გზით დარში, რომელიც აგრეთვე ასრულებს გრუნტზე სამუშაო ორგანოს დაწნევას.

აგრეგატი რეკომენდირებულია გამოყენებულ იქნას სათბურებში სრული ავტომატიზაციითა და „ზუსტი ტექნოლოგიის“ გამოყენებით ხვნაზე, მორწყვაზე მცენარეთა კვებაზე, გაფხვიერება და მოსავლის აღებაზე უმცირესი დანახარჯებით. გარდა აღნიშნულისა, აგრეგატი საშუალებას იძლევა 90-95 % -მდე გამოვიყენოთ სათბურის ფართობი და შევამციროთ შრომის დანახარჯები 5-10 ჯერ.

როგორც ზემოთ აღნიშნა საქართველოში ხიდური აგრეგატის გამოყენების შესახებ მწირი ინფორმაცია გაგვაჩნია. ხა-ი, როგორც სტაციონალური ელექტროფიცირებული მოძრავი ობიექტი გარკვეული უპირატესობით სარგებლობს სატრაქტორო აგრეგატებთან შედარებით.

მსოფლიოს მრავალ ქვეყნებში ერთ-ერთი ძირითადი პრობლემა არის შიგაწვის ძრავების (შწძ) დამაბინძურებელი მოქმედება გარემოზე, განსაკუთრებით დიდ ქვეყნებში სატრანსპორტო საშუალებების სიმრავლით, რის გამოც საჭიროა შეიქმნას წარმოება ელექტროავტომობილის ფართო გამოყენებაზე.

ეს პრობლემა სოფელს არ აწუხებს, მაგრამ სატრაქტორო აგრეგატები, რომლებიც თხევად საწვავზე მუშაობენ და თვით ტრაქტორი, როგორც ნიადაგის მოსავლიანობის შემცირების ობიექტი, რაზეც ზემოთ გარკვევით იყო საუბარი უკვე საკმარისია იმისათვის, რომ ტრაქტორებისა და მით უფრო სტაციონალური ხა-ის ელექტროფიცირება უდავოდ აქტუალურია და სასარგებლო. ჯერ კიდევ XX ს-ის დასაწყისისათვის აშშ-ში მობილური მანქანის 38% აღჭურვილი იყო ელექტროენერგიით, 40% ორთქლისა, ხოლო 22 % ბენზინის ძრავებით. ამ პროცესს ბიძგი მისცა საფრანგეთში შრეტუნმა და ფელიქსმა საბაგირო წევების ელექტროჯალამბრების გამოყენებით.

1922 წ. რუსეთში დაიწყო მუშაობა საბაგირო წევის ელექტროგუთნების შექმნაზე, მაგრამ მან ფართო გაქანება ვერ მიიღო [89;108;]. ელექტროტრაქტორები გასული

საუკუნის 20-იან წლებში შექმნეს შოტლანდიაში (მაკდოუელი), იტალიაში (საჩეროდოტო) და ახალ ზელანდიაში (კემპი).

საქართველოში ეს საქმე 1990 -იან წლებში დაიწყო პროფ. ა.დიდებულიძემ პროფ. კ. ამირაჯიბმა და ასპირანტმა ვ.მანველიძემ რომლებმაც შექმნეს ელექტროძრავიანი ტრაქტორი „ფორმონის“ ბაზაზე (ფოტო 1.3.2) [50;89], რომელშიც ელექტროტრაქტორის წევა ხორციელდება სამფაზა ფაზურროტორიანი ასინქრონული ძრავის გამოყენებით. სიმძლავრით 15 კვტ, ხოლო ბრუნვათა რიცხვი $n=960$ ბრ/წთ; ეს ტრაქტორი აწვითარებს 1,4 ტონა წევის ძალას, ხოლო სიჩქარე $V=2$, მასზე გამოყენებული იყო ამამუშავებელ-მარეგულირებელი რეოსტატები.

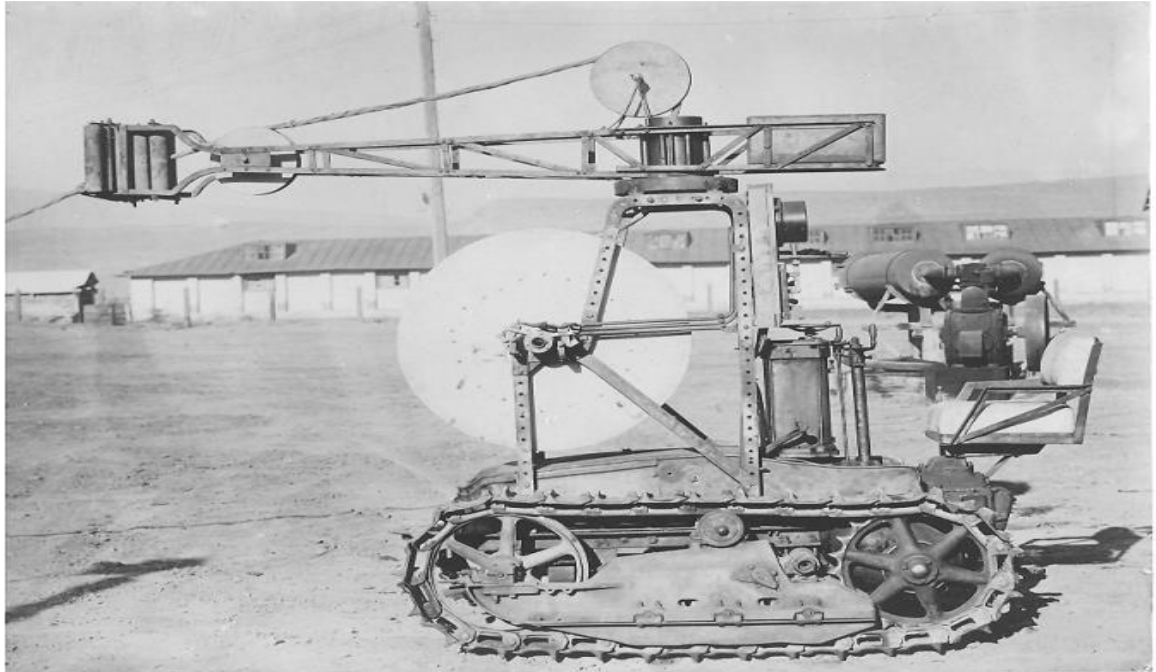


ფოტო 1.3.2

ა.დიდებულიძის (უფროსის), კ.ამირაჯიბის და ვ.მანველიძის კონსტრუქციის თვლიანი ელექტროტრაქტორი.

ამის შემდეგ საქართველოში დაიწყო მუშაობა ელექტომუხლუხა ტრაქტორის საცდელი ნიმუშის შესაქმნელად და დამზადდა იგი სიმძლავრით 20 კვტ, რომელიც აგრეთვე იკვებებოდა ელექტროსადენით ცვლადი დენის წყაროდან (ფოტო 1.3.3.). ცოტა მოგვიანებით საბჭოთა კავშირში ინჟინერმა დანილიჩენკომ წევის ასინქრონულ

მოკლედ შერთული ძრავით სიმძლავრით 40 კვტ, ხოლო კრასნოვმა 20 კვტ-იანი ელექტროტრაქტორების საცდელი ნიმუშები დაამზადეს, მაგრამ მათ გამოყენება ვერ ჰპოვეს სათრევი ელექტროსადენის დაბალი საიმედოობის გამო [62].

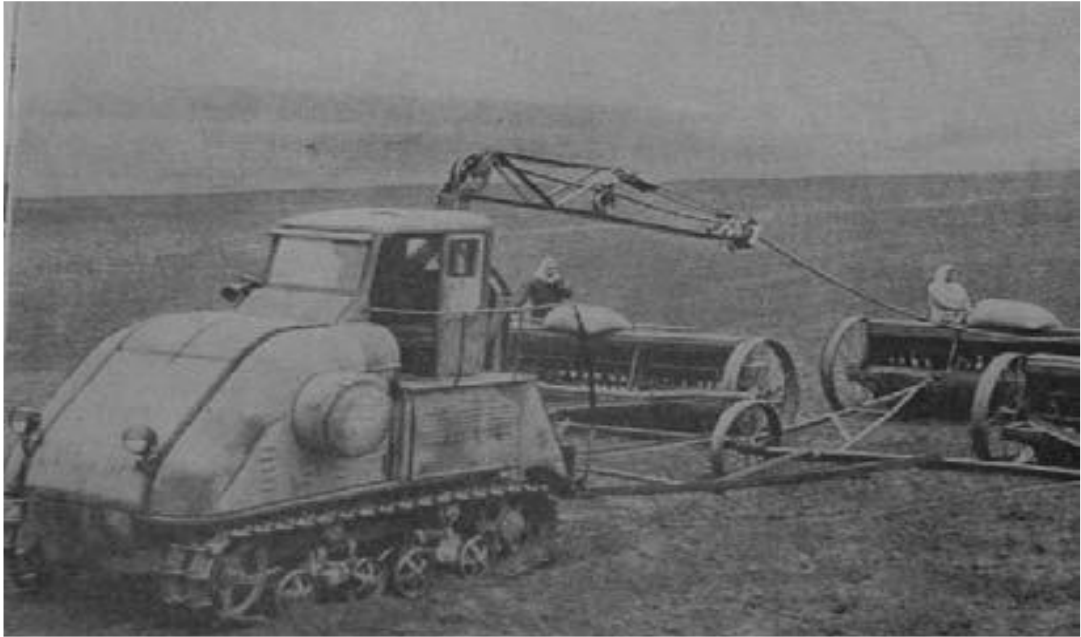


ფოტო 1.3.3.

მუხლუხა ელექტროტრაქტორი

1936-37 წ.წ დაპროექტდა და მეტალში შეიქმნა ორი ელექტროტრაქტორი 4T3-60 (ჩელიაბინცსკის ქარხნის მიერ); მასზე მონტირებული იყო 44 კვტ სიმძლავრის სატრანსფორმატორო სამფაზიანი ასინქრონული მოკლედ ჩართული როტორიანი ძრავი სიმძლავრით 500 ვატი, ბრუნვით 750 ბრ/წუთ, რომელშიაც სიჩქარის რეგულირება ხდებოდა მექანიკურად. (იხ.ფოტო 1.3.4) [63;75].

მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ შეიქმნა ელექტროფიცირებული ტრაქტორი ელექტროსადენური კვებით და მარცვლეულის კომბაინები. 1944წ. სსრკ-ში დამზადდა ელექტროტრაქტორი 3T-5 პარტია $N_e=38$ კვტ; $n=960$ ბრ/წუთ, $P_{კვ} = 3,3$ ტონა წევის ძალას პირველ სიჩქარეზე და 1,5 ტ ძალას მეოთხე სიჩქარეზე. ეს საკმაოდ ეფექტური აღმოჩნდა და თავისი სიმძლავრითი პარამეტრებით გაუსწრო თბურ ენერგიაზე მომუშავე ტრაქტორებს, თუმცა იგი ელექტროსადენის სიგრძის გამო ნაკლებათ ეფექტური ამოჩნდა [57;62;75].



ფოტო 1.3.4

ელექტროტრაქტორი XT3-12.

1960 -70 წწ-ში აშშ-ი „ახალი იდეის“ (*GE Elec-Track „ New idea”*) აწარმოებდნენ მცირეგაბარიტიან ელექტროტრაქტორებს [34], რომელიც აღჭურვილი იყო საკიდი და მისაბმელი მანქანების მოწყობილობით, რომელშიც ენერჯის წყაროდ გამოყენებული იყო აკუმლატორების ბატარეა, ეს ტრაქტორები უპერსპექტივო აღმოჩნდა.



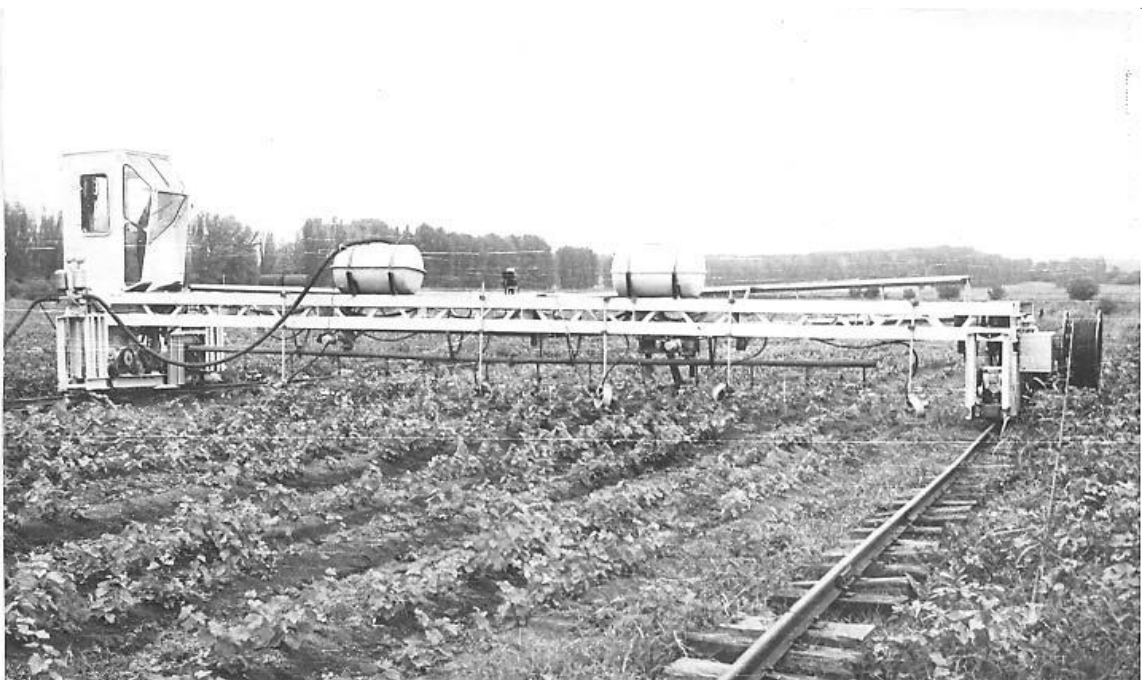
ფოტო-1.3.5

ფირმა ”იანმარის” ტრაქტორის ბაზაზე შექმნილი ელექტროტრაქტორი

ამავე პერიოდში აშშ-ში ფირმამ Allis chalmess -მა შექმნა მცირეგაბარიტიანი ელექტროტრაქტორი, რომლის ავტორები იყვნენ როინ ხაზლა (Ron khosla), სტივ ჰეკორტი (steve Heckezoth) იაპონური ფირმის Q “ Yanmaz” -ის ბაზაზე შექმნეს ელექტროტრაქტორი (ფოტო-1.3.5), რომელიც აგრეთვე შეიზღუდა საექსპლოატაციო უპერსპექტივობით.

1980 წლებში აშშ-ში, სამხრეთ დაკოტას უნივერსიტეტში შეიქმნა Vazsatile-160 მოდელის სერიული ტრაქტორი, რომელიც გამოიყენებოდა მეცხოველეობისათვის და სათბურებში სამუშაოდ; იგი აღჭურვილი იყო ორი $N=30$ კვტ-იანი ელექტროძრავებით; მათგან ერთი ძრავი ამუშავებდა ჰიდროსისტემას, ხოლო მეორე ტრაქტორის წევას. ენერჯის წყარო იყო 1 ტ წონის მქონე $N=54$ ვატი ძაბვის აკუმლატორის ბატარეით (AB), რომელიც მას ყოფნიდა 6 სთ-ის განმავლობაში; ძრავას შეეძლო 4 წუთის განმავლობაში 66 კვტ სიმძლავრის გამომუშავება. მას გააჩნდა მაღალი ეკონომიური, ერგონომიკური და ეკოლოგიური მახასიათებლები [28; 35;48].

გასული საუკუნის 70 წლებიდან საქართველოს კამირეჯიბის სახ. მექანიზაციისა და ელექტროფიკაციის ს/კ ინსტიტუტის თაამშრომლის (ვ.მეტრეველი, შ.ჭელიძე) ხელმძღვანელობით შეიქმნა ფერდობებზე სამუშაოდ



ფოტო 1.3.6

ელექტროფიცირებული ხიდური აგრეგატი ვაზის სანერგეში

განკუთვნილი ელექტროტერასიორი, ხოლო 80-იან წლებში ასევე აკად. ვ.მეტრეველის ხელმძღვანელობით (საქართველოს აგრარულ უნივერსიტეტში) დამზადდა ელექტროსადენითი კვების ხიდური ელექტროფიცირებული აგრეგატი (ხეა), რომელიც აღჭურვილი იყო ორი სამფაზა ასინქრონული ძრავით ჯამური სიმძლავრით 2,8 კვტ; ეს აგრეგატი 1991 წლამდე წარმატებით გამოიყენებოდა მცხეთის სანერგე მეურნეობაში (ფოტო 1.3.6). ხოლო 1992 წ.ეს სამუშაოები გასაგები მიზეზების გამო შეწყვეტილი იქნა .

აღსანიშნავია წევითი ენერგეტიკის კიდევ ერთი ობიექტი ელექტროფიცირებული მონორელსური ტრანსპორტიორი, რომელიც წარმატებით გამოიყენებოდა აჭარის მაღალმთიან ციტრუსოვანთა პლანტაციაში წყლის, სასუქების შეტანისა და ნაყოფების ტრანსპორტირებაზე. (ფოტო 1.3.7)



ფოტო 1.3.7.

ელექტროფიცირებული მონორელსური ტრანსპორტიორი

1980-90 წ.წ-ში საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტის მექანიზაციის ფაკულტეტზე შეიქმნა შწმ -იანი მონორელსური ტრანსპორტიორი რომელზეც 1991 წ.დოც. ვ.ჭიჭინაძემ დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია [1; 31].



ფოტო 1.3. 8.

Беларус-3023 ტიპის ელექტროტრაქტორი

მოტანილი მასალა მეტყველებს იმაზე, რომ საქართველოში ელექტროფიცირებული ტრაქტორების შექმნის ტენდეციებს კარგი ტრადიციები ჰქონდა და ბოლოს 2010 წ. მინსკის სატრაქტორო ქარხანამ (ბელარუსი) დაიწყო ელექტროტრაქტორების წარმოება (ფოტო1.3.8), რომელიც აღიჭურვა Detroit Diesel და Deuts 220 კვტ სიმძლავრის შწმ-ით, რომლებიც კვებავენ გენერატორს, ხოლო საწვავის ხარჯის ეკონომია შეადგენდა 15-20 %-ს; მასში გამოყენებული იყო კლასიკური მექანიკური გადაცემები [28;107].

1.4. ხიდური აგრეგატის პრინციპული სქემის ზოგადი აღწერა

ხა-წარმოადგენს დანადგარს, რომელიც დამონტაჟებულია დახურულ და ღიაგრუნტიან სასათბურე, სააგარაკო, კერძო და ა.შ. განკუთვნილ მიწის ნაკვეთებზე და ემსახურება მესაკუთრის სურვლის შესაბამისად აგრონედლეულწარმოებას. (იხ.ფოტო 1.4.1) [18;19;20].

ხა გადაადგილდება მართკუთხა ნაკვეთის გრძივ პერიმეტრზე მუდმივად ჩამონტაჟებულ რელსებზე და მოძრაობის დროს მოიცავს მთელ დასამუშავებელ ფართს. იგი წარმოადგენს შედუღებით ლითონკონსტრუქციას (კუთხოვანების, შველერების და სხვ. შეერთებებს), რომელსაც რელსებზე გადაადგილებისათვის აქვს



ფოტო 1.4.1 ხიდური აგრეგატი

L-საქცევის სიგრძე $L=50$ მ;

1.-ხა-ის სახელოსნო; 2. -შედუღებითი კონსტრუქცია; 3. -რელსები; 4. - ტექნოლოგიური მოდული.

C_1, C_2, C - საქცევის სიგანეები თითოეული 10მ სიგანის .

სულ ხა-ის ქვეშ ფართი $F=1500$ მ²

ოთხი თვალი. მათგან ორი (მარჯვენა და მარცხენა) ამძრავია. ენერგიის წყაროდ გამოყენებულია ელექტროძრავები, სიმძლავრით - 1 კვტამდე, რომლებიც შეერთებულია რედუქტორთან, ჯაჭვურ გადაცემასთან და წამყვან თვლებთან.

ხა-ის პოზიციურად გადაადგილებებს შორის მიმდინარე დროის განმავლობაში ამავე ხიდზე ქვედა მხრიდან გადაადგილდება ე.წ.ტექნოლოგიური მოდული, (იხ.ნახ.1.5.1) მოძრავი ურიკა. (მათზე გამოყენებულია ორი ელექტროძრავი სიმძლავრით- 0,8 კვტ-მდე ტექნოლოგიური მოდულისა და ჯალამბრის მოძრაობაში მოსაყვანად), რომელთანაც აგრეგატირდება სხვადასხვა მანქანები [23;68]. ტექნოლოგიურ მოდულს გააჩნია ორი ფრონტალური საკიდი, პირველი მოძრაობს ხა-

ის უმოძრაობის დროს და აწარმოებს ნიადაგის დამუშავებას (ფრეზირებას) და მეორე საკიდზე აგრეგატორდება ყველა დანარჩენი მანქანა და იგი გადაადგილდება ხა-თან ერთად დანარჩენი სამუშაოების ჩასატარებლად, ასევე ტექნოლოგიურ მოდულზე დაკომპლექტებული ფრეზის მოძრაობაში მოსაყვანად გამოყენებული გვაქვს ერთი ელექტროძრავი სიმძლავრით- 3 კვტამდე.

ტექნოლოგიური მოდულის - უნივერსალური საკიდი მექანიზმის, გადაყვანა არასამუშაო მდგომარეობიდან სამუშაო მდგომარეობაში სწარმოებს ელექტროენერგიით. რა თქმა უნდა, ხიდური ამწის კონსტრუქცია (განსაკუთრებით სიმაღლე) შეიძლება განისაზღვროს აგრონედლეულწარმოების სპეციალიზაციის გათვალისწინებით. ჩვენი შემთხვევისათვის იგი დამზადებულია ე.წ. დაბალეროიანი კულტურების მოვლა-მოყვანის სამუშაოების შესასრულებლად, რაც უფრო მეტად გამართლებულია.

ტექნოლოგიური მოდული-ურიკა მარტივი კონსტრუქციისაა, რომლის მართვა (გადაადგილება) წარმოებს დამოუკიდებელი ამძრავით (ელექტროძრავა, რედუქტორი, ჯალამბრები, ბაგირი და სხვ. აქსესუარები).

ხა-ზე გამოყენებული საკიდი მექანიზმი საჭიროა აგრეთვე სხვადასხვა ოპერაციების ხარისხის შესანარჩუნებლად. კერძოდ, ნიადაგის დამუშავების დროს ხვნის, კულტივაციის, ფრეზირების და ა.შ. მუდმივი სიღრმის დასაცავად.

ხა-ი აღჭურვილია აგრეთვე მახლოკირებელი (სამუხრუჭე) მოწყობილობით, რომელიც მას იცავს თვითგადაადგილებისაგან ქარიან ამინდში.

ვინაიდან ხა-ი ლოკალური დანადგარია, მასზე შეიძლება ვეძიოთ ენერგიის ალტერნატიული წყაროები (მზის, ქარის და სხვ.). მით უფრო, რომ იგი იმის და მიხედვით, თუ რომელი კულტურის მოვლა-მოყვანასთან გვაქვს საქმე, გამოიყენება სეზონურად აგროტექნიკის მოთხოვნების შესაბამისად.

ხა-ი უნივერსალური მექანიზმია, რის გამოც იგი არის არა მარტო მექანიზაციის, არამედ ავტომატიზაციის, რობოტიზაციისა და კომპიუტერიზაციის გამოყენების ობიექტი.

როგორც აღინიშნა ხა-ი შექმნილია 2 ათეული წლის წინ ქ. ქუთაისში ელექტროინჟინერ გ.ხელაძის მიერ თავისივე საკარმიდამო ნაკვეთში და

დამზადებულია არასაინჟინრო გაანგარიშებითა და არა სათანადო კვლევებით. ნაშრომი მიზნად ისახავს თანამედროვე საინჟინრო კვლევების საფუძველზე მისი დამზადებისას გამოყენებული მასალების ოპტიმიზაციას, ეკონომიურობის თვალსაზრისით, რათა იგი, საჭიროების შემთხვევაში გამოყენებული იქნას რომელიმე სასოფლო-სამეურნეო კულტურით დაკავებული შეძლებული ფერმერის მიერ [14;94].

ხა–ი, როგორც სტაციონალური სასოფლო–სამეურნეო დანადგარი ასრულებს ყველა საჭირო ტექნოლოგიურ პროცესებს, რაც გათვალისწინებულია ამა თუ იმ კულტურის მოვლა–მოყვანა ყველა აგროწესების დაცვით. სულერთია ეს იქნება ერთწლიანი, მრავალწლიანი თუ პერიოდული სასათბურე მეურნეობა.

ხა–ის მუშაობაში ენერჯის წყაროდ ამჟამად გამოყენებულია ელექტროენერჯია და პერსპექტივაში როგორც აღინიშნა შესაძლებელია იგი უზრუნველყოფილი იქნას არასტანდარტული ენერგოწყაროებით, როგორცაა მზის ენერჯია, რომელიც უკანასკნელ პერიოდში ფართოდ ვრცელდება წარმოებაში.

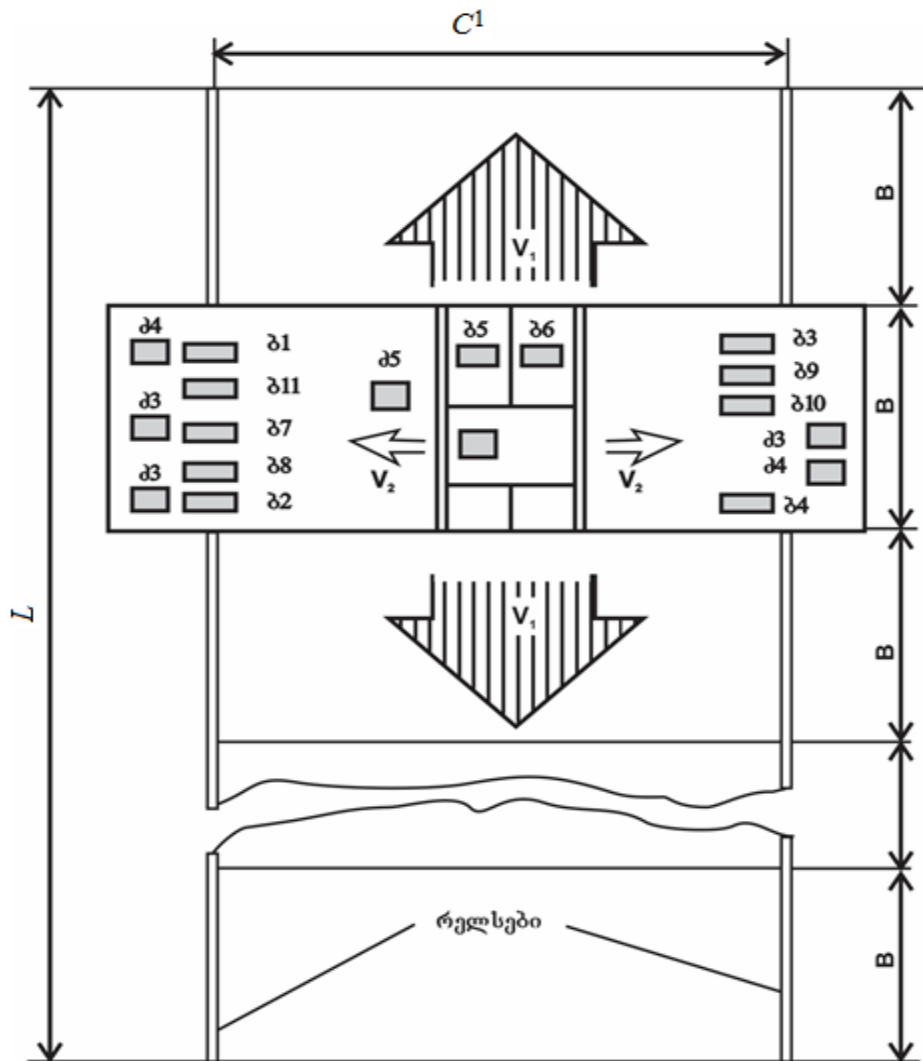
ლითონში განხორციელებულ ხა–ს აქვს ორი უაღრესად საჭირო მახასიათებელი. იგი როგორც აღინიშნა იკვებება ელექტროენერჯით და ყველა სამუშაო ტარდება ნიადაგის დატკეპნის გარეშე, რაც დამახასიათებელია სატრაქტორო აგრეგატის სავალი თვლების მოქმედებიდან გამომდინარე. ხა–ის ეს მახასიათებლები წარმოადგენს ნიადაგების ფიზიკო–მექანიკური და სტრუქტურული შემადგენლობის შენარჩუნების საშუალებას, აორკეცებს ნიადაგების ნაყოფიერებას და შესაბამისად შერჩეული კულტურის მოსავლიანობასაც.

ამჟამად ჩვენს მიზანს წარმოადგენს თანდათანობით და მაქსიმალურად მივუახლოვდეთ იმ რეალობას, რომელსაც ქმნის მცირე ზომის სასოფლო–სამეურნეო სავარგულზე დამონტაჟებული ხა–ი, რომელზეც კარგად ჩანს მისი რელსები, სამუშაო ფართის მიახლოებითი სივრცე და სხვა ატრიბუტიკა.

ხა–ის მოძრაობის ელექტრული სქემა მოცემულია ნახ. 1.4.1.

- ხიდური აგრეგატის გადაადგილების მიმართულება, V_1 სიჩქარით.
- ტექნოლოგიური მოდულის (ურეკა -დაკიდების მექანიზმის) მოძრაობის მიმართულება, V_2 სიჩქარით.
- ტექნოლოგიურ მოდულთან დაკომპლექტებული ფრეზის მოდების განი (B).

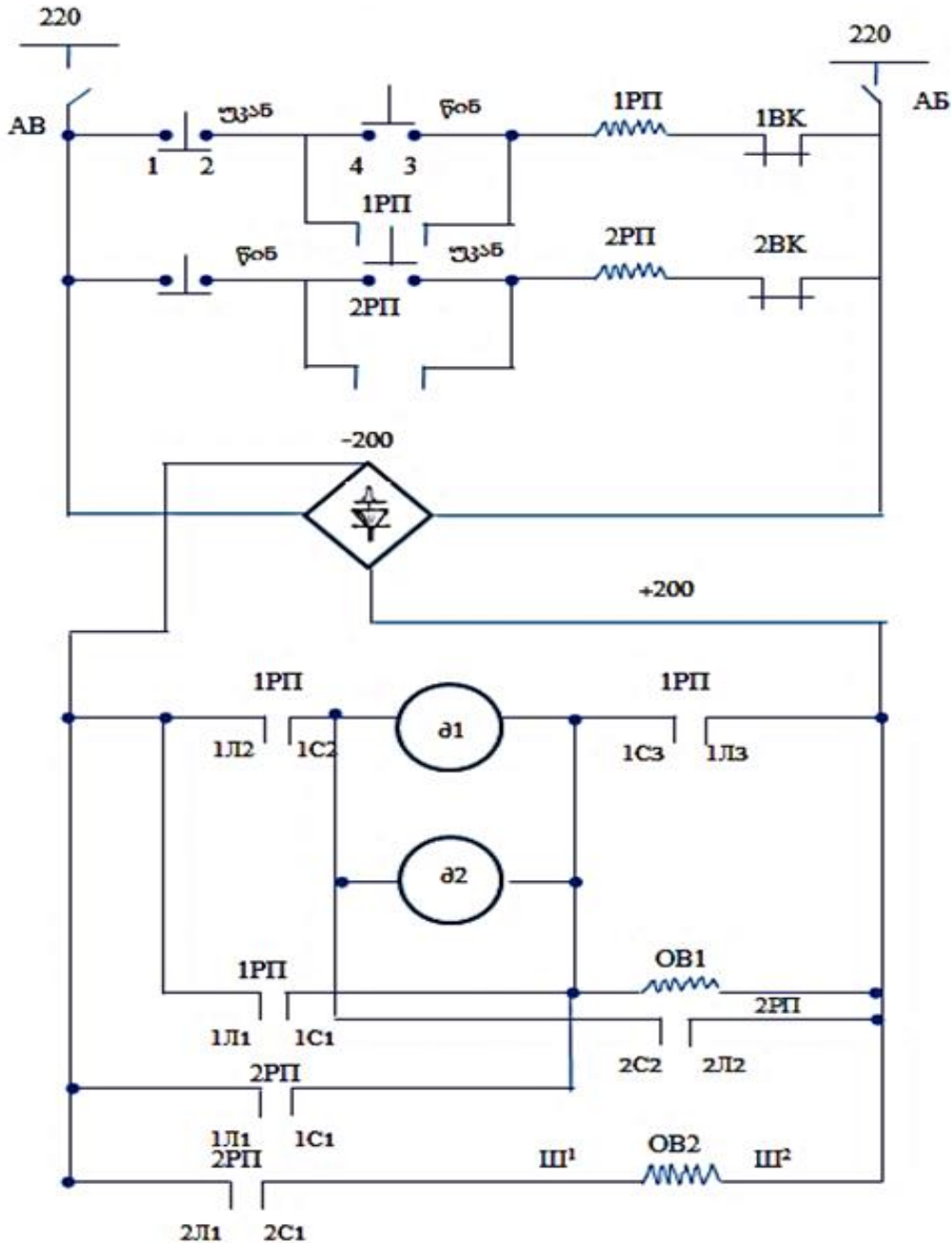
- ბ.1, ბ.3 და ბ.2, ბ.4 - ხიდის უკანა და წინა გვერდითი მდგომარეობის ბლოკ-კონტაქტები (ბ.კ.) შესაბამისად.
- ბ.5 და ბ.6 - ურიკას მარჯვენა და მარცხენა მდგომარეობის ბ.კ. შესაბამისად.
- ბ.7, ბ.9 და ბ.8, ბ.10 - ბორბლების ზედა და ქვედა მდგომარეობის ბ.კ. შესაბამისად.
- ბ.11 - ხიდის რელსებზე დგომის განმსაზღვრელი ბ.კ.
- ძ. 3 ძ. 4 - ძ. 5 - სხვადასხვა სიმძლავრის ძრავები.



ნახ. 1.4.1. ელექტროფიცირებული ხიდური აგრეგატის პრინციპული სქემა

ხა-ის მოძრაობა, რელსებზე სწარმოებს მარცხენა და მარჯვენა წამაყვანი თვლებით და მისი ამგრა ხდება ორი მუდმივი დენის ელექტროძრავით, რომელიც იმართება მართვის პულტამდე მიყვანილი ელექტროსადენებითა და ჩამრთველი მოწყობილობებით. პულტზე მოყვანილია ხა-ის ნებისმიერი საჭირო მოქმედების

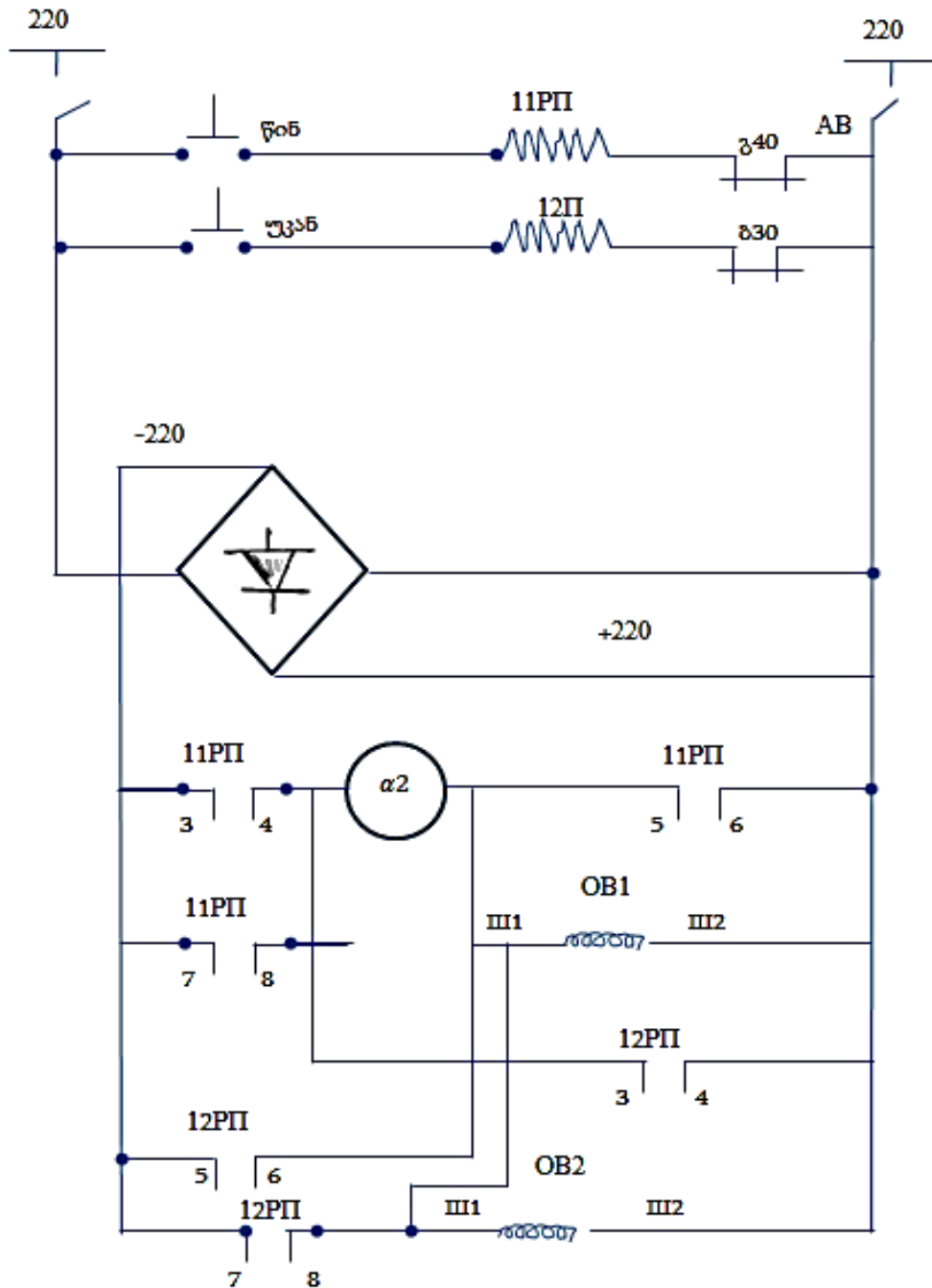
შესაბამისი ჩამრთველ-გამომრთველები. სქემაში (იხ. ნახ. 1.4.2. და 1.4.3.) გამოყენებულია აგრეთვე *1BK* და *2BK* მახლოკირებელი კონტაქტები, რათა ხიდის მართვა ხდებოდეს ნორმალურად და კონტაქტებმა იგი გამორთოს და ჩართოს საჭირო დროს. აქ, მთავარია ხა-ი არ გაცდეს რელსებს. ამისათვის *1BK* ემსახურება ხიდის წინასვლას, *2BK* კი უკუ სვლას[14;13; 54; 93].



ნახ.1.4.2 ხიდური აგრეგატის აძვრის ელექტრული სქემა

ტექნოლოგიურად ელექტრული სქემა მუშაობს შემდეგნაირად. ღილაკზე „წინ“ თითის დაჭერით *1PI* რელეს დახმარებით სწარმოებს კონტაქტის მიზიდვას, შემდეგ

გრაფნილის *OB* აღიგზნება და შეიკვრება. ამას მოყვება სხვა კონტაქტების მორიგეობითი შეკვრა. ჩართული ელექტროძრავები *d1* და *d2* აიძულებენ ხა-ს წავიდეს წინ. ეს პროცესები შესრულდება განმეორებით უკან, თუ თითს დავაჭერთ მეორე დილაკს „უკან“ [3].



ნახ.1.4.3. ტექნოლოგიური მოდულის (ურიკას) მოძრაობის ელექტრული სქემა

ხა-ის ძირითად მუშა ორგანოს წარმოადგენს ე.წ.ტექნოლოგიური მოდული, რომელზეც დამონტაჟებულია გადამყვანი მექანიზმი (საკიდი) და რომლის

საშუალებით სამუშაო მდგომარეობაშია ესა თუ ის დანიშნულების მანქანა. ტექნოლოგიური მოდული არის ურიკა, ავტონომიური აძვრით და გადაადგილდება ხა-ის მოძრაობის მიმართულების მართობულად.

აძვრის ქვეშ იგულისხმება ელექტროძრავა, ქუროები, რედუქტორი ჯალამბარი და სხვა აქსესუარები. ტექნოლოგიური მოდულის დახმარებით სწარმოებს მასზე დაკომპლექტებული მანქანების გადაყვანა სამუშაო მდგომარეობაში, იგი მანქანებთან ერთად მოძრაობს ლითონის ჩარჩოში და მას ამოძრავებს 0,8-კვტ-იანი ელექტროძრავი a_2 ღილაკზე „წინ“ თითის დაჭერით და ამ უკანასკნელის ხანგრძლივობით მიიზიდება რელე 11 PII; განაპირა მდგომარეობაში მისვლისას (სამუშაო მოდების განის გატანის შემდეგ) გაიხსნება ბლოკკონტაქტი ბ40 და ელსქემა დაიშლება [6;14;96;].

1.5. ხიდური აგრეგატის პერსპექტიული ტექნოლოგიური მოდულის კონსტრუქციული დამუშავება და ზოგიერთი პარამეტრების გაანგარიშება

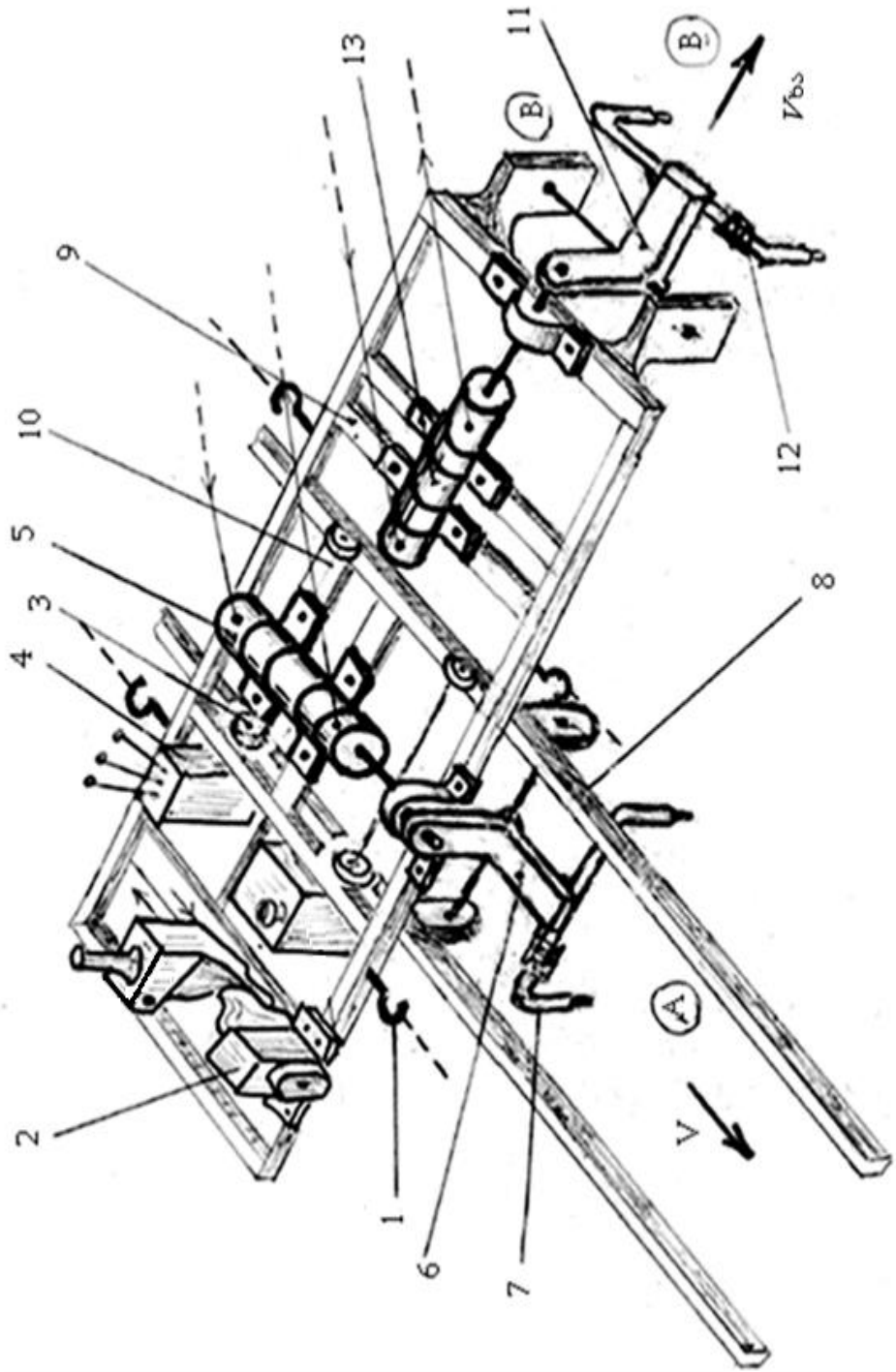
როგორც ზემოთ აღინიშნა ხა-ის გამოყენება შეიძლება სხვადასხვა დაბალღეროიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის მიზნით (ხა-ის კინემატიკური სქემა იხ. ნახ. 3.5.1 ბ).

1. ბოსტნეული და დაბალღეროიანი კულტურების მოვლა-მოყვანა.
2. ბოსტნეული კულტურებისათვის ჩითილების მოვლა-მოყვანა.

იმის და მიხედვით, თუ რომელ მიმართულებას ავიღებთ, მასზე დამოკიდებულია ხა-ზე დაკომპლექტებული სხვადასხვა მანქანის მუშაობის თავისებურება და აქედან გამომდინარე, ტექნოლოგიური მოდულის (ტმ) კონსტრუქციული სირთულე.

ნახ.1.5.1 ტექნოლოგიური მოდულის (ტმ) სქემა (აქსონომეტრია)

1-კაკვი ტროსით; 2-ელექტროძრავი; 3-ურეკის თვლები; 4-გამანაწილებელი; 5- ძალური ცილინდრი; 6- საკიდი მოწყობილობა; 7-მარეგულირებელი; 8- ტმ-ის მიმართველი; 9-ჩარჩო; 10- ჩარჩო საგორვი თვლებით,11-საკიდი მოწყობილობა,12-მარეგულირებელი.13.ძალური ცილინდრი



ძირითად მიმართულებად ავიღოთ ხა-ის გამოყენება ბოსტნეულის წარმოებაზე, რომელიც წარმოადგენს იმერეთის მოსახლეობის შემოსავლის ძირითად წყაროს.

ნახ. 1.5.1 ნაჩვენებია ხა-ის ტმ-ის ორიგინალური კონსტრუქცია აქსონომეტრიაში, რომელსაც შეუძლია ჩაატაროს ოპერაციები (ფრეზირება, თესვა და სასუქის შეტანა, ნიადაგის ნაყოფიერების აღდგენა ბიოსასუქის ნიადაგში შეტანით, და სხვა. ფრეზირება ტარდება ხა-ის მოძრაობის მიმართულების მართობულად (იხ. ნახ.1.5.1; სივრცე A), ხოლო დანარჩენი მანქანების მოძრაობის მიმართულება თან ემთხვევა ხა-ის მოძრაობის მიმართულებას. (იხ.სივრცე B); B სივრცეში ჩატარებული ოპერაციის სპეციფიკურობიდან გამომდინარე სწარმოებს ხა-ის სიჩქარისა V_{bs} და შესასრულებელი ოპერაციების ჩატარების აგროტექნიკური სიჩქარეების მანიპულირება. ამისათვის ხა-ის აქვს დაკიდების ორი სისტემა; ფრეზირებისათვის (6 და 7) და დანარჩენი ოპერაციებისათვის (11, 12); სიჩქარეები ერთმანეთისაგან განსხვავდება და მათი რეალიზაცია სწარმოებს ელექტროძრავის რეჟიმების ცვლით.

ხა-ის ტმ-ის კონსტრუქციული სიახლე განისაზღვრა მასზე პერსპექტივაში გათვალისწინებული (დასააგრეგატებული) მანქანათა სისტემის კონსტრუქციებით.

ტექნოლოგიური მოდული (ტმ) წარმოადგენს ლითონკონსტრუქციას შედუღებითი კონსტრუქციის სორტამენტის გამოყენებით. მისი ძირითადი ნაწილია კუთხოვანებისგან შეკრული ჩარჩო, რომელზეც დამონტაჟებულია სამი ძირითადი სისტემა:

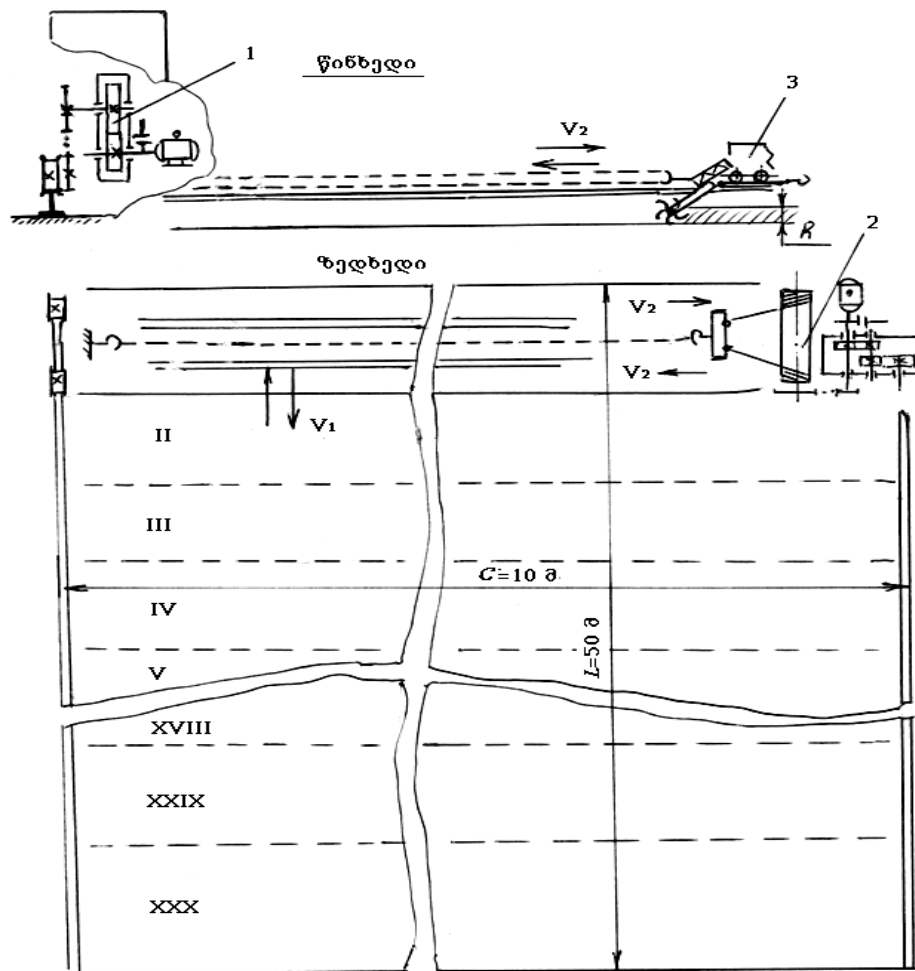
1. მანქანების სატრანსპორტოდან სამუშაო მდგომარეობაში და პირიქით გადამყვანი მოწყობილობის მართვის სისტემა (პოზიციები 2, 4, 5)
2. ცენტრალური სისტემა (პოზიციები 5, 6 და 7) მიმართულებით $V_{ბმ}$;
3. გვერდითი სისტემა (პოზიციები 11, 12 და 13) მიმართულებით $V_{ბა}$;

ცენტრალიზირებულ სისტემასთან დააგრეგატირებულია ნიადაგ-დამამუშავებელი ფრეზი, ხოლო გვერდით სისტემასთან სხვა დანარჩენი მანქანები (სათესი, სამარგლი, დაწვიმების და ა.შ). 7 და 12 მარეგულირებელი მოწყობილობა შეიძლება მოერგოს ნებისმიერ მანქანის ჩაბმის მექანიზმს სეზონური სამუშაოების დაწყების წინ [14].

საკიდი მექანიზმის (6, 11) სამუშაო მდგომარეობაში გადაყვანა სწარმოებს ძალური ცილინდრების (5, 13) ჭოკით, რომელთაც შეიძლება დავააგრეგატოთ ნებისმიერი ტექნოლოგიური ოპერაციის მოთხოვნების სიღრმეზე (ფრეზირების, კულტივაციის ჩათესვის სიღრმეები).

ნახაზის გართულების თავიდან აცილების მიზნითა და აქსონომეტრაციის ჩვენების გამო ტმ-ი წარმოდგენილია ზეთის მაგისტრალების ჩვენების გარეშე.

ცენტრალური სისტემიდან ჩაბმულია ბაგირი (ნახაზზე ნაჩვენებია არაა), რომელიც მარჯვნივ და მარცხნივ გაქაჩვა სწარმოებს ორი ჯალამბარით, V_{60} ; სიჩქარის მიმართულებით, ხოლო გვერდითი სისტემაა, რომელიმე ოპერაციის შესრულების დროს (მაგალითად ბიოსასუქის შეტანა იხ. ნახ.1.7.1) სრულდება ხა--ის გადაადგილების დროს.



ნახ.1.5.2 ხიდური აგრეგატის ტექნოლოგიური სქემა ნიადაგის დამუშავებაზე (ფრეზირება)

ტმ-ის (ფრეზირების პროცესი) გადაადგილება სწარმოებს ხა-ის იატაკის ქვედა სივრცეში და გრძელდება ნაკვეთის C_1 , C_2 , C მთელ სიგანეზე ფრეზირების დროს.

1. ხიდური აგრეგატი გადაადგილება ამპრავით (რელსი, თვლები, ჯაჭვური გადაცემა, რედუქტორი, მუხრუჭი, ძრავი)
2. ფრეზის ჯალამბარი (კაკვი, ბაგირი, გორგოლაჭი, რედუქტორი, მუხრუჭი, ძრავი)
3. ფრეზი (ტექნოლოგიური მოდული ურიკით (მოდების განით B, დოლი, ჯაჭვური გადაცემა, მიმმართველები, რედუქტორი, მუხრუჭი, ძრავი)

სამუშაოთა სვლების რაოდენობა $n_{sv}=C/B=50/1.5=33$; L -ფართობის სიგრძე, მ; C -საქცევის სიგანე მ; $F=L \times C=50 \times 10=500 \text{მ}^2$; h -ფრეზირების (წიადაგის დამუშავების) სიღრმე V^1 , V^2 –ხა-ისა და ფრეზირების სიჩქარე და მიმართულება ურიკას შეუძლია დაიკავოს სიმეტრიული მდებარეობა მის მიმმართველებში გრძივი ღერძის მიმართ, აგრეთვე ნებისმიერი სხვა მდგომარეობა, რის გამოც მის საყრდენებზე მოქმედებენ სხვადასხვა ძალები. განსხვავება ამ ძალებს შორის ნებისმიერ საყრდენზე უნდა იყოს საერთო დატვირთვის 20%, წინააღმდეგ შემთხვევაში ურიკა შეიძლება გადაადგილდეს მიმართულების მიმართ ნახტომისებურად, შემობრუნებით-არათანაბრად ან გაიჭედოს. (აღნიშნულ საკითხზე თეორიული გამოკვლევა იხილეთ მე-3 თავში) [55].

როგორც აღნიშნა ურიკის გადაადგილება მიმმართველებში ხდება ბაგირული წევით. ამისათვის შემოთავაზებულია ურიკის გადამადგილებელი მექანიზმი ელექტრო ჯალამბარი, ორშესავლიანი დოლი. ჯალამბრის ურიკის თვლები გორავს „II“-ს პროფილის მქონე მიმმართველებში. ურიკის გადაადგილების სიჩქარე $V_{ურ}=20 \text{მ/წთ.}$ (0,66 მ/წ) ხიდის გაწვდომა $L=30 \text{მ.}$ ბაგირის წვევაზე იმოქმედებს თარაზული H დაჭიმულობის ძალა, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

$$H = \frac{ql^2}{8b} \tag{1.5.1}$$

სადაც q -ბაგირის ერთი გრძივი მ. წონა იღება ბაგირის დიამეტრის მიხედვით. ვიღებ $q=0,5 \text{ კგ.}$

l_8 -ბაგირის თავისუფალი სიგრძე, ჩვენი შემთხვევისათვის $l_8=20$ მ; მაშინ ფორმულით (1.5.1) $H \cong 166$ კგ. რაც სავსებით საკმარისია. გარდა გაანგარიშებულისა ბაგირის წვევაზე მოქმედებს ურიკის (ანუ სასოფლო-სამეურნეო მანქანის (წვევითი წინააღმდეგობა) W და ქარის წინააღმდეგობის ძალაც. ამრიგად საერთო ძალა ტოლი იქნება

$$F = W + P + H(1 - \eta_1, \eta_2), \quad (1.5.2)$$

აქ η_1, η_2 - დანაკარგია ჭაღზე და დოღზე და შესაბამისად შეადგენს

$$\eta_1=0,92; \eta_2=0,96.$$

W - საჭიროა განისაზღვროს სასოფლო-სამეურნეო მანქანის წვევითი გამოცდის (დინამომეტრიების) საშუალებით.

$$M = \frac{F \cdot D_{\text{ღ}}}{2\eta \eta_2}, \quad (1.5.3)$$

შემდეგ უნდა განისაზღვროს ჯალამბრის დოღის ღერძზე მოსული მომენტის მნიშვნელობა ფორმულით. ცნობილია რომ თუ ურიკის მოძრაობის სიჩქარე დაგააჭარბებს $V_{\text{ურ}} > (2,5-3)$ მ/წმ ინერციის ძალები გავლენას მოახდენენ ურიკის გადაადგილებაზე და გამოიწვევენ არადადამაკმაყოფილებელ მუშაობას [55].

წინასწარ ავირჩიოთ ურიკის სავალი თვლის დიამეტრი $D_{\text{სო}}=250$ მმ; სატაცის დიამეტრი $d_s=70$ მმ; ურიკის მასა $G_{\text{ურ}}=1$ ტ. გორვის ხახუნის კოეფიციენტი $u=0,03$ სმ, სატაცში მოდების ხახუნის კოეფიციენტი $f=0,015$. სავალი თვალი როგორც წესი დამზადებულია ფოლადისაგან, რომლის სისალე როკველეში არ უნდა იყოს ნაკლები $HB 285 \div 300$ კგ/მმ².

1.6. აქტიური ქმედების ნიადაგდამამუშავებელი მანქანის ფრეზის დაკომპლექტება

ხიდურ აგრეგატზე

ყველაზე შრომატევად სამუშაოს ბოსტნეული კულტურების მოვლა-მოყვანის საქმეში წარმოადგენს ნიადაგის დამუშავება, რომლის ხარისხი განსაზღვრავს მის მაღალ მოსავლიანობას. როგორც ცნობილია ამ მხრივ უფრო ეფექტურია ფრეზების

გამოყენება, რომელიც მოეკუთვნება როტაციული სამუშაო ორგანოების მქონე მანქანების რიცხვს. (როტაციული გუთნები, როტაციული ფრეზები, გამმარგველები, შტანგებიანი კულტივატორები და სხვ). როტაციული გუთნები ჯერჯერობით იშვიათად გამოიყენებიან წარმოებაში, რადგან პრინციპულად ისინი არ განსხვავდებიან როტაციული ფრეზებისაგან, ამიტომ გავრცელება ჰპოვა ფრეზებმა, სამარგლი მოწყობილობებით [70; 88;115].

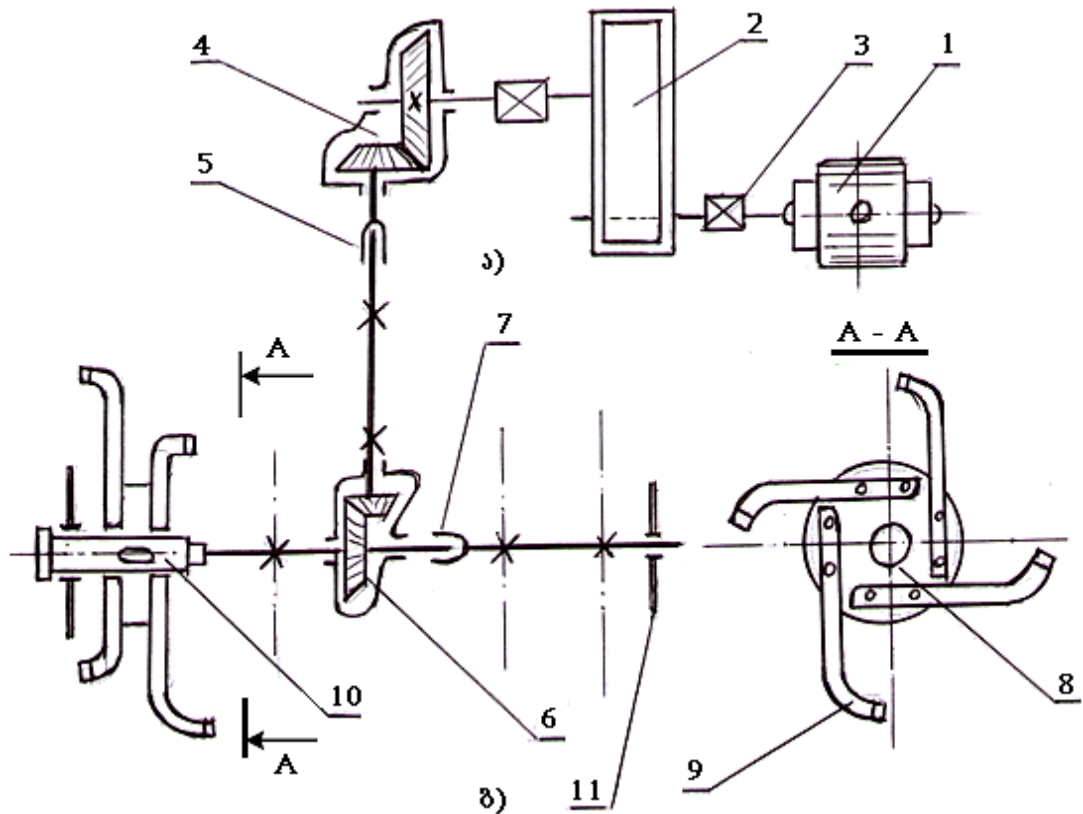
როტაციული ფრეზის ენერგეტიკული უზრუნველყოფა ანუ აძვრა სწარმოებს ხიდურა მექანიზმზე სტაციონალურად დამაგრებული ელექტრო ძრავისაგან. ნახ. 1.6.1 -ზე იხილეთ როტორული ფრეზის კინემატიკური სქემა. ამძრავი ანუ ენერჯის წყაროა ელექტრო ძრავა (1), ჭიარედუქტორი (2), ქურო (3), ორი დახურული კონუსური გადაცემა (4) და (6), რომლებიც შეერთებულია ერთმანეთთან კარდანული ლილვით (5). ფრეზის ძირითადი ნაწილია ლილვი (10), რომელზეც მაგრდება ოთხი სექცია, თითოეული სექცია შედგება ლილვზე ხისტად დამაგრებული დისკოსაგან (8) და მასზე განლაგებული გამაფხვიერებელი დანებისაგან (9). ფრეზს ორივე მხრიდან გააჩნია ხა-ის ტექნოლოგიურ მოდულთან მისამაგრებელი კონსტრუქცია (11).

ტმ უერთდება ფრეზის მოწყობილობას (11) და კარდანის (7) დახმარებით, რომელსაც გააჩნია შლიცური ნაწილი და ღრმავდება ნიადაგში სამუშაოდ და აიწვევა სატრანსპორტო მდგომარეობაში გადასაყვანად.

ფრეზის სამუშაო ორგანოებია დანები და სატეხები, რომლებიც თანაბრად არიან განაწილებული დისკოს წრეზე. დისკოს (დოლის) ღერძი შეიძლება იყოს ვერტიკალური ან ჰორიზონტალური. მბრუნავი ღერძი შეიძლება მიმართული იყოს მოძრაობის მიმართულების პერპენდიკულარულად ან მისგან გარკვეული კუთხით. ყველაზე მეტად გავრცელება ჰპოვა პირველმა ვარიანტმა, რომელიც განლაგებულია სიგრძივ ან კუთხით მოძრაობის მიმართულებასთან [20;76].

ფრეზები არიან პირდაპირი ან უკუ ბრუნვითი. თუ პირველები ქმნიან მზიდველ ძალებს, მეორენი ძლიერ ზრდიან ფრეზის ხვედრით წინალობას, რის გამოც ფრეზირება გამოდის მაღალი შრომატევადობის და ამის გამოც ცუდად მიმდინარეობს მცენარეული ნარჩენების ჩახვნა ნიადაგში. აქედან გამომდინარე, უკუ ბრუნვის მქონე ფრეზები გამოიყენებიან შედარებით მკვრივ და დაქვიანებულ ნიადაგებზე.

სამუშაო ორგანოების დამაგრება დისკოებზე ხდება ხისტად, ზამბარებით ან სახსრულად. ყველაზე გავრცელებულია ხისტი ჩამაგრება. ზამბარული დამაგრება უნდა გამოვიყენოთ მცირე ზომის დაქვიანებულ ნიადაგებში, ხოლო სახსრულები — ტორფიან ნიადაგებში მისი ღრმად დამუშავების დროს.



ნახ.1.6.1. ხიდური აგრეგატის 4-დანიანი ფრეზის კინემატიკური სქემა

- 1- ელექტრო ძრავი; 2- ჭიარედუქტორი; 3- ქურო; 4- კონუსური გადაცემა; 5- კარდანის ლილვი შლიცით; 6- კონუსური გადაცემა; 7- შლიცური შეერთება; 8- დისკო; 9- დანა; 10- ლილვი; 11- საკიდი.

ფრეზების სამუშაო ორგანოები შეიძლება იყოს პირდაპირი და მოხრილი ან გამაფხვიერებელი, პირდაპირი დანები გამოიყენებიან ახალი მიწების დამუშავებაზე სიღრმით 15 სმ. ისინი ჭრიან ნიადაგს ცალკეულ ბელტებად, აგრეთვე აწყობენ ნიადაგს ორკუთხა სოლებად გარკვეული კუთხით, მათი გამაფხვიერებელი თვისება არასაკმარისია. პირდაპირი დანები დისკზე მაგრდება რადიალურად ან გადახრით მოძ-

რაობის მიმართულების მიმართ ან კიდევ დისკოების ბრუნვის საწინააღმდეგოდ, ხოლო ამ უკანასკნელის ფორმა შეიძლება იყოს სწორხაზოვანი ან რადიუსის ფორმით.

1.7. ხიდური აგრეგატით ბიოპრეპარატებისა და ბიოსასუქების შეტანის მანქანური ტექნოლოგია

როგორც ცნობილია, ჩითილებიდან მიღებული ბოსტნეულის მაღალი მოსავალი ძირითადად დამოკიდებულია ხა-ის ქვეშ არსებულ ფართობის რეგულარულ მორწყვასა და ბიოსასუქებით პერიოდულ გამდიდრებაზე, რაც ხელს შეუწყობს მაღალ მოსავლიანობის ზრდას [11].

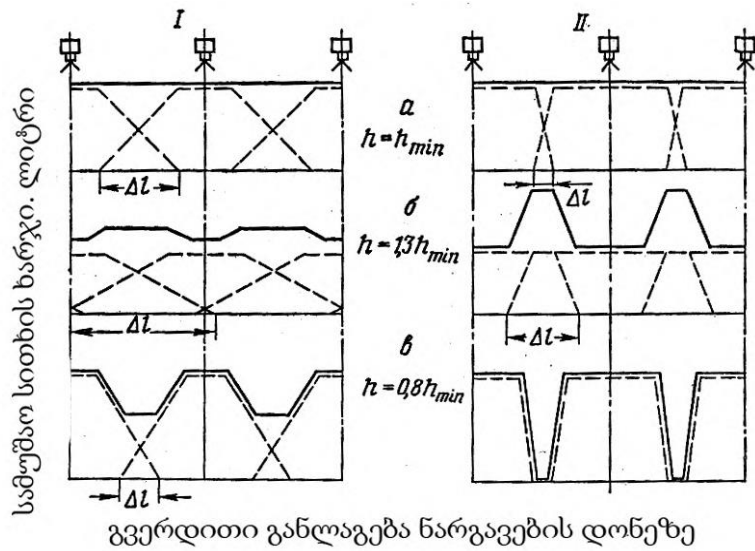
ხა-ის გამოყენების დროს ბიოპრეპარატებით დასამუშავებელ ფართობზე (რომელიც მოქცეულია ხა-ის რელსებს შორის), საჭიროა გავითვალისწინოთ ის, თუ რა კულტურის ქვეშაა ეს ფართობი და შევისწავლოთ ამ კულტურის აგროტექნიკა. ხა-ი გადაადგილდება ფართობის გრძივი მიმართულებით, ხოლო საჭირო პროცესები ტარდება განივი მიმართულებით და მასთან ერთად ტარდება ბიოსასუქების შეტანა. აქედან გამომდინარე, ხა-ის კონსტრუქციას, ტექნოლოგიურ მოდულს ზუსტად უნდა მიესადაგებოდეს გამოყენებული მანქანა-იარაღის ჩაბმის კონსტრუქცია. ასეთი მანქანები მარტივი ტიპის მცირე მექანიზაციის საშუალებებია.

ცნობილია რომ სარწყავი საშუალებები 3 ძირითადი ტიპისაა: ზედაპირული, მიწისქვეშა და მიწისზედა დაწვიმებით.

პრეპარატის შემტანი მოწყობილობის ძირითადი კვანძია გამფრქვევი მოწყობილობა, რომელიც დანიშნულია სამუშაო სითხის დოზირებისათვის, რადგან მის გარეშე ძნელია მივაღწიოთ შეტანის ხარისხსა და ეკონომიურობას.

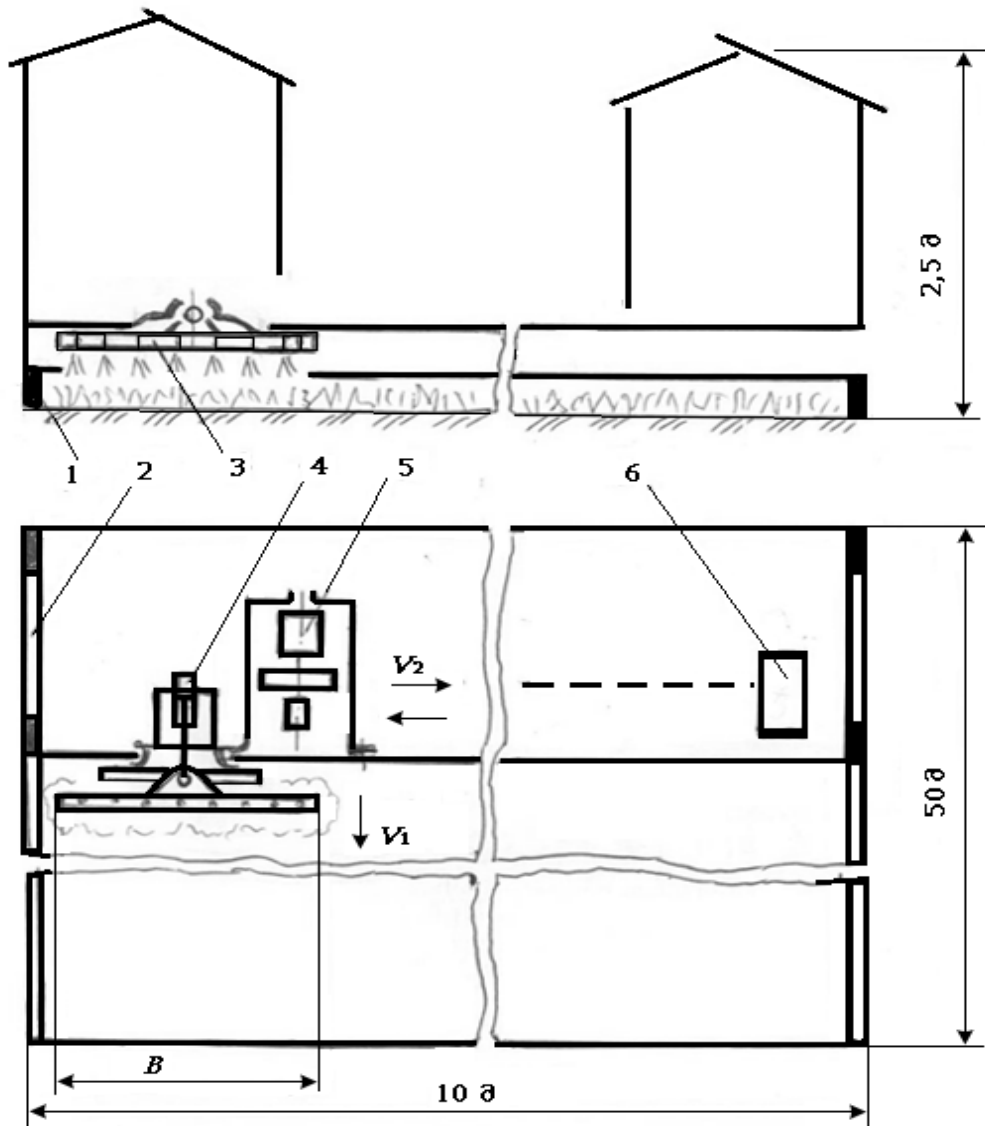
ყველაზე გავრცელებულია შტანგური შემსხურებელი მთლიანი შესხურებით, რომელიც შეიძლება იყოს საველე, სავენახე, ბალისა და უნივერსალური. მათგან საუკეთესოა საველე შემსხურებლები, ჰორიზონტალური ღეროთი და დაბოლოებებით .

პრეპარატების შეტანის სითანაბრე დამოკიდებულია ღეროს სიმაღლეზე ნიადაგის ზედაპირიდან, მასზე განლაგებული დაბოლოებების ერთმანეთთან დაცილებაზე და გაფრქვევის კუთხეზე. თუ მივალწევთ $h_{\text{მინ}}$ ღეროს მინიმალურ დაცილებას ნიადაგებთან, მაშინ მის ორ მნიშვნელობას $h=0,83 h_{\text{მინ}}$ ქვემოთ და $h=1,3 h_{\text{მინ}}$ ზემოთ გაფრქვევის უთანაბრობა ირღვევა. პირველ შემთხვევაში გადაფარვაა Δl და შესაბამისად ხარჯი იზრდება, ხოლო მეორე შემთხვევაში მცირდება. საჭიროა გადაფარვა იყოს რაც შეიძლება მცირე. ამრიგად, ოპტიმალური მნიშვნელობა $h_B = 2h_{\text{მინ}}$ განაპირობებს საუკეთესო თანაბრობას, მოდების განის $B=1,5$ მ-ს მთელ სიგანეზე. (იხ.ნახ.1.7.1) ნიადაგის ზედაპირიდან შტანგების განლაგება იცვლება ზღვრებში 400-800 მმ. აქვე უნდა აღინიშნოს მექანიკურ დადებით მხარეებზე როგორცაა კონსტრუქციული სიმარტივე და დოზის (ხარჯის) შემცირება 400 დმ³/სთ ქვემოთ და სხვ. აპარატის მართვა სწარმოებს ხა-ის პლატფორმაზე მოწყობილი ჰიდროამპერის გამოყენებით [17;27;30].



ნახ. 1.7.1 ნიადაგის დაფარვის სითანაბრისა და გაფრქვევის კუთხეს შორის დამოკიდებულების გრაფიკები.

- ცალკეული დაბოლოებებით.
- ჯამური დაფარვა.
- I — გაფრქვევის დიდი კუთხე.
- II — გაფრქვევის მცირე კუთხე.



ნახ.1.7.2 ხიდური აგრეგატით ბიოორგანული სასუქის შემტანი მანქანის ტექნოლოგიური სქემა.

1-სავალი თვლები; 2-რელსი; 3- ბიოსასუქის შემტანი აპარატი; 4- ძალური ცილინდრი; 5- ჰიდროსისტემის ამძრავი; 6- ჯალამბრული სისტემა ამძრავით.

V_1 -ხა-ის მოძრაობის მიმართულება

V_2 -ბიოსასუქის შემტანი მანქანის გადაადგილების მიმართულება.

ბიოსასუქის შემტანი მანქანის ტექნოლოგიური პროცესი მიმდინარეობს ხა-ის გადაადგილების პროცესში V_1 -სიჩქარით, მანამ სანამ იგი არ გაივლის ფართობის მთელ სიგრძეს (50მ) მოდების განით $B=1,5$ მ; ამის შემდეგ ხა-შეჩერდება და დაბრუნდება უკან. ამასობაში ჩაირთვება ჯალამბრული წვეა და აპარატი V_2 -

სიჩქარით გადაინაცვლებს ახალი სამუშაო რიგის გასატანად, $B=1,5$ მ მოდების განისას, სამუშაო სვლების რაოდენობა $C=10$ მ სიგანის ფართზე შეადგენს $n_{სს} = 8-9$ [70].

ბრანდსბოიდები აღჭურვილი არიან ცენტრგამსწრაფი დაბოლოებებით და მისი გულას სარეგულირებლებით, რომელიც საშუალებას იძლევა ვცვალოთ გრიგალური კამერის სიღრმე და ამით მივაღწიოთ პრეპარატის გაფრქვევის დისპერსიულობასაც.

მცირე ფართობების მქონე მეურნეობებში, ბრანდსბოიდებზე შეიძლება დავამაგროთ საცვლელი დაბოლოებები, რომელთა დიამეტრი შეადგენს 1,2-4,8 მმ და ხარჯი — 4-60 დმ³/ჰა. დაბოლოებების ან გამფრქვევების რაოდენობა დამოკიდებულია ოპერაციის სახეზე (ნიადაგის მომზადება თუ ფოთლოვანი გამოკვება). ამ უკანასკნელის დროს დაბოლოებების რაოდენობა ემთხვევა დათესილი კულტურის რიგთაშორისების სიგანეს და ისინი ბევრად ნაკლებია ნიადაგის მთლიანი დაფარვის ოპერაციების დროს ბრანტსბოიდების რაოდენობაზე.

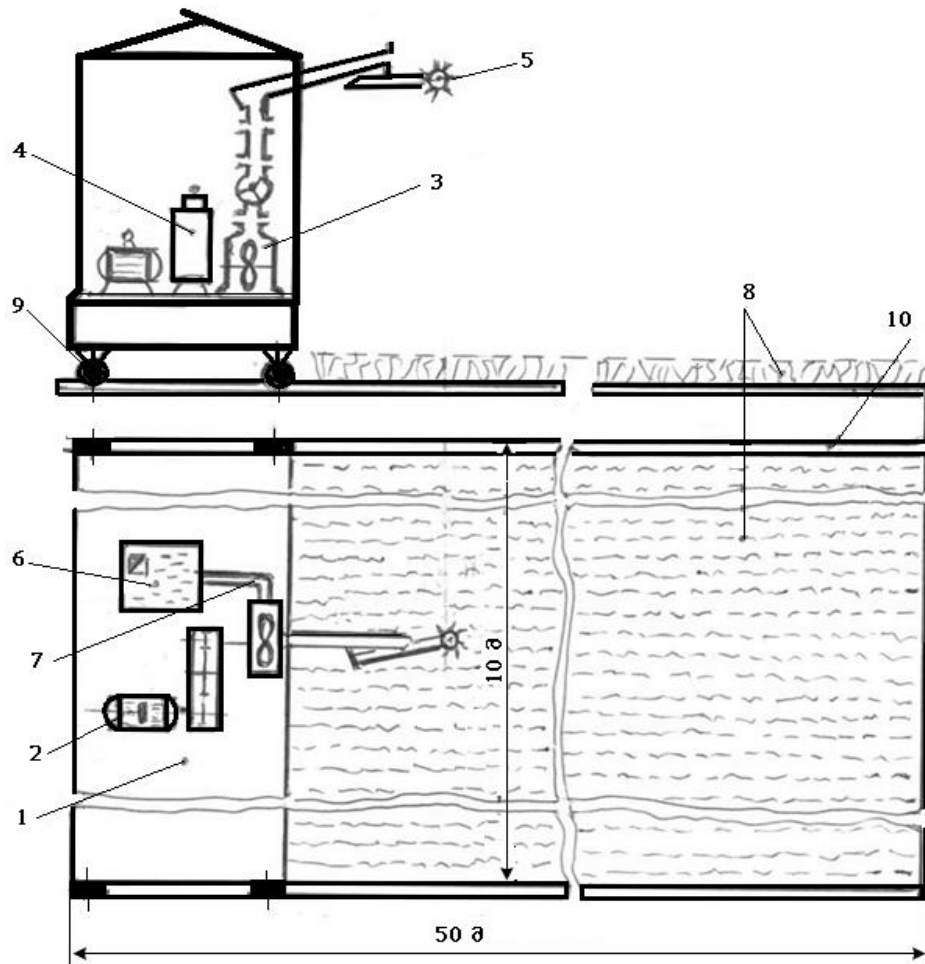
1.8. სარწყავი სისტემების შერჩევა

ხიდურ აგრეგატზე შეიძლება მოეწყოს ზედაპირული მორწყვის დანადგარები. მორწყვის ასეთი მეთოდი გავრცელებულია ჭარბტენიან გარემოში, სადაც იგი გამოიყენება როგორც დამატებითი საშუალება და რომელიც საშუალებას გვაძლევს რწყვა ჩავატაროთ დაბალი დოზებით. ასეთი მეთოდი გამართლებულია იმით, რომ ხშირი და მცირე დოზებით მორწყვა ინარჩუნებს ნიადაგის ტენიანობას ოპტიმალურ დოზებში და ამით ქმნის მცენარის ზრდა-განვითარების ხელსაყრელ პირობებს.

საწვიმი დანადგარების მუშა ორგანოები დანიშნულია წყლის ნაკადის წვიმის წვეთებად გადაქცევისათვის, გარკვეულ მანძილზე წყლის ტრანსპორტირებისათვის და წყლის მასის თანაბარი განაწილებისათვის მოსარწყავ ფართობზე. მანქანის მუშაობის ეფექტურობა ფასდება დაწვიმების ხარისხით. დაწვიმების ხასიათის მიხედვით გვაქვს ორი ტიპი: მარაოსებრი და ნაკადური. პირველი წარმოქმნის მარაოს მიერ შექმნილი წყლის თხელ ფურცელს, რომელიც ჰაერთან შეხებისას იშლება წვრილ წვეთე-

ბად. ასეთი აპარატები არიან უძრავი, მარტივი კონსტრუქციისა და საკმაოდ შორ-სმსროლელი. ამიტომ ისინი უფრო გავრცელდა გამოყენების თვალსაზრისით და მათ უწოდებენ ჩამოსაცმელ აპარატებს. ასეთ აგრეგატს წარმატებით იყენებდნენ ჩაის პლანტაციების მოსარწყავად მანქანების პოზიციურად გადადგილების დროს. *ТНН-30* ტიპის მანქანა დამონტაჟებულია თვითმავალ შასზე *T-16 M*, ხოლო მორწყვის რადიუსია $R=60$ მ. ანუ მორწყვა შეიძლება ჩავატაროთ ხა-ის გადადგილების გარეშე საწყისი მდებარეობიდან (იხ.ნახ.1.8.1) [29;69;98].

ჩამოსაცმელი საწვიმი დანადგარი შეიძლება იყოს მოკლექავლიანი, დაწვიმების სიშორე 8 მ, საშუალო ჭავლიანი სიშორით 35 მ-მდე და შორსჭავლიანი 60 მ-მდე. შესა-ბამისად წნევის სიდიდეებია: 0,05-0,15 მპა, 0,15-0,5 მპა და 0,5 მპა-ზე მეტი წნევით.



ნახ.1.8.1. ხიდური აგრეგატით სარწყავი სისტემის ტექნოლოგიური სქემა.(აგრეგატის ბაზაზე)

ხა-ის პლატფორმა; 2- ელექტროძრავი; 3- წყლის ტუმბო; 4- რედუქტორი; 5- წყლის გამფრქვევი; 6- წყლის ავზი; 7- წყლის მილი; 8- ნარგავები; 9- ხა სავალი თვლები; 10- ხა-ის რელსები; (დაწვიმების სიშორე პოზიციური $R=15-25$ მ)

1.9. ხიდური აგრეგატისათვის სათესი და სასუქის შემტანი მანქანების შერჩევა

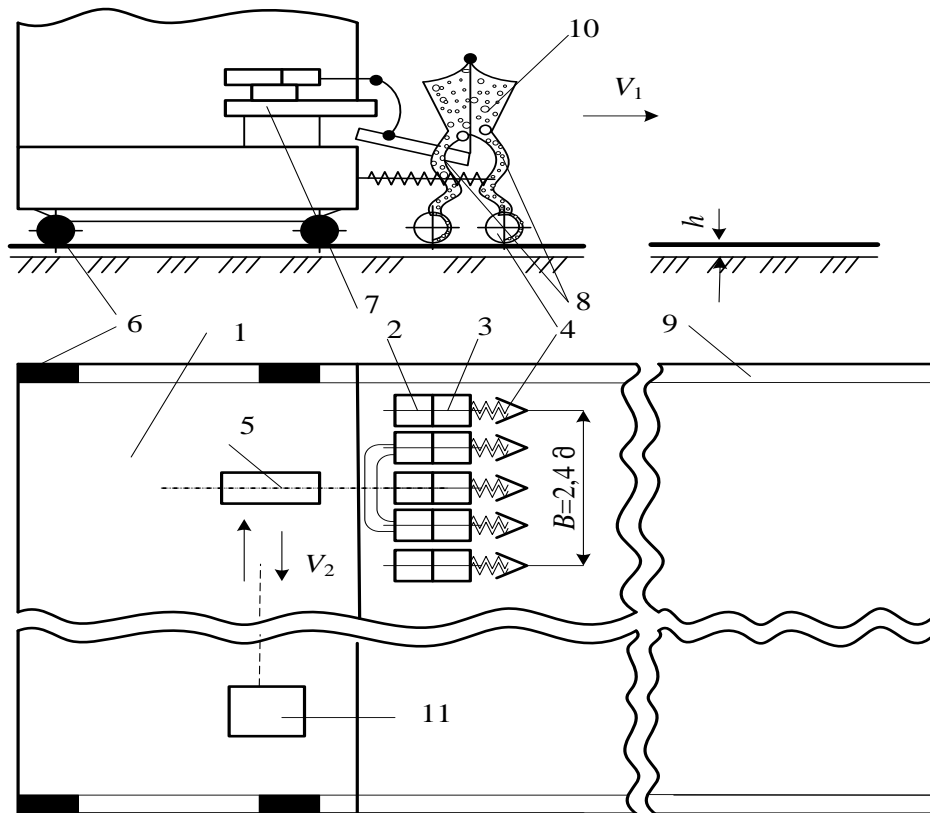
ხა-ის ტექნოლოგიურ მოდულზე შეიძლება განთავსდეს ბოსტნეული კულტურების სათესი აპარატი, რომლის პროტოტიპად შეიძლება გამოვიყენოთ თვითმავალ შასზე $T-16 M$ დასამაგრებელი სათესი აპარატი $COH-2,4$. იგი ერთდროულად აწარმოებს სასუქის შეტანასაც. ეს აპარატები თესენ მწკრივებად და ზოლებად; მწკრივებს შორის მინიმალური 45, 60, 70 და 90 სმ-ია. ხოლო ზოლებს შორის 50+20 სმ. აპარატი ეკიდება საკიდი სისტემით ტრაქტორს, შეიძლება დაგვიდოთ ხა-ის ტექნოლოგიურ მოდულზე ფრონტალურად იგი იმუშავებს ხა-ის მოძრაობის დროს. ამისათვის ხა-ს დასჭირდება სამი სამუშაო გასვლა წინ და უკან, რადგან F ფართობის (იხ. ნახ 1. 9.1) სიგანე $C_1=10$ მ, ხოლო მოდების განი 2,4 მ [70;76].

სათესის ძირითად კვანძს წარმოადგენს ტრაქტორზე ჩამოკიდებული ჩარჩო, რომელიც მცირე კონსტრუქციული გადაკეთებით შეიძლება დაგვიდოთ ხა-ს ტექნოლოგიურ მოდულზე. სათესლე ყუთი, კოჭისებრი გამომთესი აპარატი და მასში ჩადგმული თესლმრგავი მოწყობილობით, ორდისკოიანი ჩამთესი, სიღრმის განმსაზღვრელი სალტეებით, დამტკეპნი საგორავებით.

გამოსათეს აპარატს ძრობა გადაეცემა მარცხენა საყრდენი თვლიდან ჯაჭვური გადაცემის საშუალებით. გამოსათესი აპარატის ლილვზე საცვლელი ვარსკვლავების დაყენება საშუალებას იძლევა ვცვალოთ გადაცემის რიცხვები, რომლებიც მუდმივადაა ჩართული.

სათესი აღჭურვილია დისკოიანი მარკერითა და მახლოვირებელი მექანიზმით, რომლის მოდების განი იცვლება მწკრივთაშორისი მანძილების მიხედვით. $B=2,4 \div 2,8$ მ-მდე. სათესს გააჩნია სათესლე ყუთები. ბოსტნეულის თესვისათვის და სასუქის

თესლგამტარები. რადგან ბოსტნეული კულტურების თესლები ხასიათდებიან სუსტი გამოხვევებით, ყუთში მოწყობილია გადამამუშავებელი მოწყობილობა ბუნკერებში მასალის ხარჯვის გამო, რადგან ადგილი აქვს თესლისა და სასუქის გაჩერებას ბუნკერის ზედა ნაწილში, ამის საწინააღმდეგოთ მას მოწყობილი აქვს თესლისა და სასუქის ვიბრატორები, რომლებიც ასრულებენ რყევით მოძრაობებს. გამოსათესი აპარატი საკმაოდ რთული მექანიზმია და წარმოადგენს ვარსკვლავებისა და კბილანების წყებას (სქემაზე ბუნებრივია ისინი ნაჩვენები არაა). ჩამთესი ახალი სამუშაო სვლის ჩატარებისათვის სიჩქარით V_2 გადაადგილდება იქეთ და აქეთ ჯალამბრული წვევის საშუალებით (ნახაზზე პირობითაა ნაჩვენები- 11)



ნახ.1.9.1. ხიდური აგრეგატით თესვისა და სასუქის შეტანის სქემა (COH-2,4 მანქანის ბაზაზე)

1-ხა-ის პლათფორმა ; 2- ბოსტნეული კულტურების თესლის ბუნკერი; 3- ბიო ან მინერალური სასუქის ბუნკერი; 4- დისკოებიანი ჩამთესი; 5- ძალური ცილინდრი (ამძრავის გარეშე); 6- სავალი თვლები; 7-ტექნოლოგიური

მოდული; 8-თესლისა და სასუქის გამტარები; 9- რელსები; 10- კოჭისებრი გამოსათესი აპარატი; 11- ჯალამბარი ამძრავით.

V_1 - ხა-ის გადაადგილების მიმართულება

V_2 - სათესი მანქანის გადაადგილების მიმართულება ჯალამბრით.

1.10. ხიდური აგრეგატისათვის ჩითილების სარგავი მანქანის შერჩევა

ხა-ი წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნას სარგავ მანქანებთან კომპლექტაციაში ჩითილების სარგავად, ბოსტნეული კულტურების, თამბაქოსი და ეთერზეთოვანი კულტურების მოვლა-მოყვანის დროს. რგვა შეიძლება ჩატარდეს რიგთაშორისების 60, 70, 80, 90, 50+90 და 60+120 სანტიმეტრ სიგანეზე 4-6 რიგის ერთდროული გატანით. (იხ.ნახ.1.10.1)

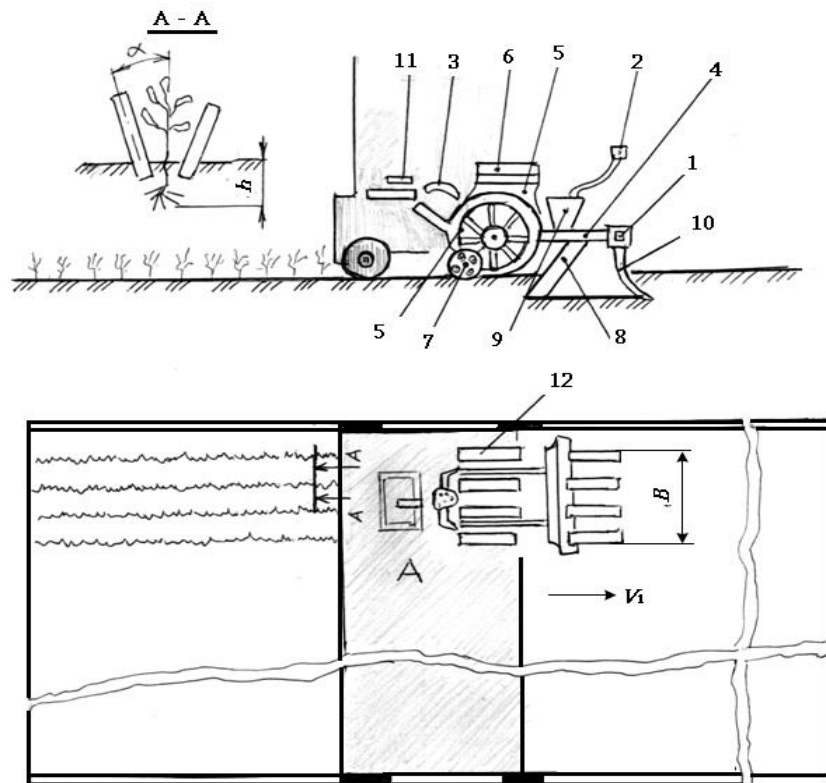
ასეთი მანქანები შედგებიან სარგავი მოწყობილობის, დამხმარე და დამატებით მოწყობილობებისაგან. მანქანის ძირითადი დეტალია შედუღებითი კონსტრუქციის ძელი (1), რომელთანაც სახსრულად შეერთებულია სარგავი სექციები (12), თითოეული სექცია შედგება ჩარჩოსგან (4) რომელზეც ზის სხივური ტიპის გამოთესვის აპარატი (5) სახნისი (8) და მცოცავი საგორავი (7) აქვია წყლის ავზი (9) და ყუთები ჩითილებისათვის (6). წინ დამაგრებულია გამაფხვიერებელი თათები(10); წყლის დამატებითი ბაკები შეიძლება მოთავსდეს ხა-ის პლათფორმაზე (A), საიდანაც შეიძლება ვკვებოთ წყლის ავზი, შლანგებით და ექვეტორით. გარდა ამისა პლათფორმაზე შეიძლება დავაწყოთ სათადარიგო ჩითილები [22;88].

გამაფხვიერებელი თათი (10) შეიძლება იყოს ბლაგვი ან მახვილი დაბოლოვების, იმის და მიხედვით, როგორია რგვის დროს ნიადაგის სტრუქტურა. ნარგავში თავისუფალი შესვლისათვის სოლი უნდა დაიხაროს კუთხით $a = 3-5^\circ$; სახნისის სიგრძე შეიძლება ვარეგულიროთ 8-22 სმ-ის ზღვრებში. რგვის ბიჯი შეიძლება შეადგენდეს 15-140 სმ. ჩარგული ჩითილის ფესვი უნდა დატენიანდეს წყლით, რომელსაც არეგულირებს ონკანი (5). როცა დარგვის ბიჯია 35 სმ, ჩითილის ფესვი უნდა ირწყვებოდეს ნაწილ-ნაწილ. საგორავების დახრის კუთხე a დამოკიდებულია ჩითილის სიმაღლეზე და ჩარგვის სიმაღლეზე (ჩ) (ნახ.1.10.1, ჭრილში).

დარგვის რამდენიმე მიმდევრობითი ფაზაა ცნობილი. თითქმის ყველა აპარატისათვის პირველი ფაზა ხელით სრულდება, რადგან საჭიროა ჩითილების ხელით გასწორება გამომთესის დამჭერში. ასეთ მანქანების ექსპერიმენტალურმა გამოცდებმა აჩვენა, რომ ჩითილების 70,5 % ლაგდება სხივურის პარალელურად და მხოლოდ 17 % ჩაირგვება ვერტიკალურად, ხოლო 12,5% გადახრით.

მეორე ფაზა მდგომარეობს იმაში, რომ საჭიროა ჩითილის მდგომარეობა მისი ტრანსპორტირებისას ნიადაგისკენ არ შეიცვალოს გადახრით.

მესამე ფაზა არის სამუშაო ფაზა, როცა ჩითილი ჩადის ხნულში და დამოკიდებულია აღმგზნებ ძალებზე, რამელთაგან მთავარია ნიადაგის სხვადასხვა წინააღმდეგობით გამოწვეული ძალები.



ნახ.1.10.1 ხიდური აგრეგატით ჩითილების სარგავი მანქანის მუშაობის სქემა.

1-ჰორიზონტალური ძელი.; 2- მორწყვის ონკანი; 3-ოპერატორის სავარძელი; 4- ძელი; 5- სარგავი მოწყობილობა; 6- ჩითილების ყუთი; 7- მიმტკეპნი საგორავი; 8- სახნისი; 9- წყლის მარაგულა; 10- გამაფხვიერებელი თათები; 11-ჰიდროცილინდრი.

თავი 2. ხიდური აგრეგატის ზოგიერთი კვანძებისა და დეტალების შერჩევა და საინჟინრო გაანგარიშება

2.1 ხიდური აგრეგატის გზის ფუნდამენტების გაანგარიშების ზოგადი მიმოხილვა

ხა-ის სავალი ნაწილის მიერ რელსებზე გადაცემული დატვირთვა ძირითადად დამოკიდებულია ხა-ის სისტემის სიმძიმის ცენტრის მდებარეობაზე ხიდისქვეშა სავალი გზების მიმართ, აგრეთვე ქარის ძალების მოქმედებაზე და საყრდენი კონსტრუქციების საიმედოობაზე.

ხა-ის ტექნოლოგიურ მოდულს (მოძრავი ურიკა) როგორც საკიდ სისტემას, რაზედაც დამაგრებულია სხვადასხვა ოპერაციების ჩატარებისათვის საჭირო მანქანა მოწყობილობები, შეუძლია დაიკავოს როგორც სიმეტრიული მდებარეობა ხა-ის რელსებს შორის გრძივი ღერძის მიმართ, აგრეთვე ნებისმიერი სხვა მდგომარეობა, რის გამოც ხა-ის საყრდენებზე მოქმედებენ სხვადასხვა ძალები. განსხვავება ამ ძალებს შორის ნებისმიერ საყრდენზე უნდა იყოს საერთო დატვირთვის $\pm 20\%$, წინააღმდეგ შემთხვევაში ურიკა შეიძლება გადაადგილდეს ხა-ის მიმართ ნახტომისებურად - არათანაბრად (თეორიული გამოკვლევა იხ.მე-3 თავში).

ხა-ის მოძრაობის დროს საყრდენებზე ძირითადად მოქმედებს მისი სუფთა წონის ნაწილი (ტექნოლოგიური მოდული კომპლექტების გარეშე), რომლის გაბარიტული ზომები დამოკიდებულია საყრდენების რაოდენობაზე ხა-ის ქვეშ.

ფერმერული, გლეხური, საკარმიდამო და სხვა მეურნეობრივობის პირობებში სასურველია ხა-ის ბაზად ავირჩიოთ თავისუფალი მართკუთხა ფორმის ფართობი სხვადასხვა წინააღმდეგობების გარეშე, როგორებიცაა დაქვიანობა, ბუჩქნარი, ხეები და ა.შ. მისი სიგანე (C) შეზღუდულია ხა-ის კონსტრუქციული თავისებურებებით, ხოლო სიგრძე შეიძლება იყოს ნებისმიერი ზომის (L).

ბუნებრივია, რაც მეტია ნაკვეთის სიგრძე მით მეტია სასარგებლო სამეურნეო ფართობი (F) და შესაბამისად ნაკლები იქნება ამ ფართზე მოწეული მოსავლის ერთეული პროდუქციის თვითღირებულება. საქმე ეხება ფართობს, რომელზეც იყოფა

გაწეული ფულადი დანახარჯები ნედლეულის თვითღირებულების საანგარიშოდ, კერძოდ

$$C = \frac{C_1 + \dots + C_n}{F \cdot u} \text{ ლარი/ჰა, ლარი/კგ,} \quad (2.1.1)$$

სადაც, $C_1 + \dots + C_n$ - არის F ფართზე აგროტექნიკურად საჭირო ღონისძიებებზე დახარჯული მასალების ღირებულება ლარებში;

$F; u$ - დასამუშავებელი ფართობი ჰა, (ან მოსავლიანობა, კგ)

ხა-ის გარშემო ჩატარებული თეორიული კვლევით დასაბუთებულია, რომ მისი სამუშაო სიგანე (C) შეიძლება იყოს 10, 20, 30 მ. წინამდებარე მასალა ითვალისწინებს ყველა სახის გაანგარიშებებს ფართობისათვის $F=500 \text{ მ}^2$ 0,05 ჰა ($B=10 \text{ მ}; L=50$). ხა-ს მაქსიმალური წონა მიახლოებით $Q_{\text{ხა}}=10000$ კგ, ხოლო ტექნოლოგიური მოდულის წონა აქსესუარებთან ერთად $Q_{\text{ტმ}}=1000$ კგ, ანუ საერთო წონა ტოლია 11000 კგ-ის.

ეს დატვირთვა მოქმედებს რელსებზე, რომელზედაც გორავს 11 ტონიანი ხა-ი. ამიტომ სისტემის მდგრადობისათვის (იხ. ნახ. 2.1.1) თითოეული საყრდენის ზედაპირული ფართი ავიღეთ $F_{\text{საყ}}=1,5^2=2,25 \text{ მ}^2$ სამშენებლო საქმის მეთოდიკიდან გამომდინარე, საყრდენების მასალა შეიძლება იყოს ბეტონი, რკინა-ბეტონი, ან ქვიშა. მასალათა გამძლეობიდან ცნობილია, რომ დატკეპნილი ქვიშა საკმაოდ ამტანია და იაფი.

საჭიროა ჩატარდეს შემოწმებითი ანგარიში საყრდენეზე, რომელზეც უნდა იმოქმედოს ძალებმა

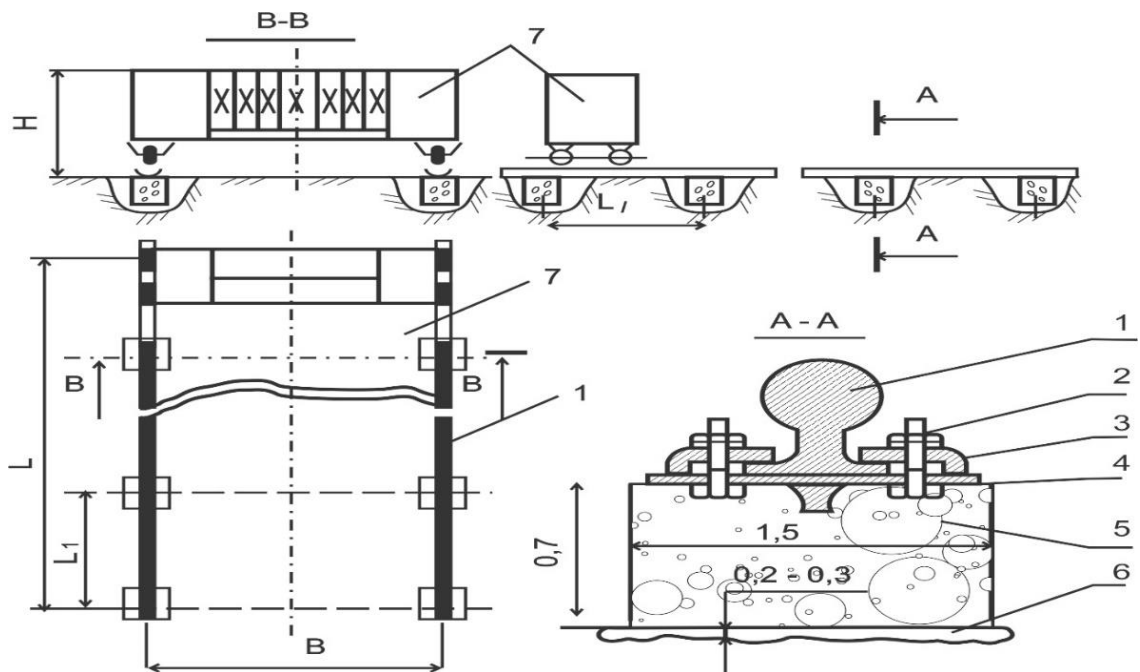
$$P_{\text{საყ}} = \frac{Q_{\text{ხა}} + Q_{\text{ტმ}}}{50F_{\text{საყ}}} = \frac{11000}{112,5} = 97,7, \text{ კგ/საყ.}, \quad (2.1.2)$$

სადაც 50 - არის საყრდენების რაოდენობა სისტემაში. ისინი განლაგებულია ხა-ის ორივე მხარეს 25-25 ცალი, თითოეულ საყრდენს შორის 2-2 მ დაშორებით. (იხ.ფოტო-2.1.1)



ფოტო-2.1.1

P ძალა შეესაბამება მაქსიმალურ დატვირთვას ბოლო საყრდენზე, რადგან რელსებზე მოქმედებს სიმეტრიული წონა, ძალით *G*. იგივე ძალა შეიძლება განვითარდეს ტექნოლოგიური მოდულის უკიდურეს საწინააღმდეგო მხარეს მდებარეობის დროს (გვერდით ფიქსატორებთან). მესამე შემთხვევაში ურიკას უკავია ნებისმიერი მდებარეობა თუმცა დატვირთვა უდავოდ ნაკლებია მაქსიმალურზე.



ნახ. 2.1.1. ხიდური აგრეგატის საძირკვლის საანგარიშო სქემა

1-რელსი; 2-ჭანჭიკი ქანჩითა და საყელურით; 3-სამაგრი; 4. საფენი; 5-ბეტონი; 6-ქვიშის ფენა; 7-ხა-ის პრინციპული სქემა.

გარდა აღნიშნულისა ხა-ში მნიშვნელოვან დატვირთვას განიცდის სავალი თვლები რომლებიც, რელსებზე გადაგორდება. საერთო წონის გადანაწილება საყრდენ თვლებს შორის დამოკიდებულია ხიდის ლითონკონსტრუქციის დამყოლობაზე, ხიდქვეშა კოჭებზე და გზაზე. ყველა განხილულ შემთხვევაში ტექნოლოგიური მოდული უძრავია და მდებარეობს ხა-ის ცენტრში (ნახაზზე ნაჩვენები არაა) [33;56].

ჩამოთვლილი პარამეტრები ალბათურია და წინასწარ არ შეიძლება განისაზღვროს.

ხა-ის სავალი თვლებისა და საგორავების (საყრდენი თვლების) მუშა ზედაპირებს ამოწმებენ საკონტაქტო დამაბულობაზე [112].

ტვირთამწვევ მექანიზმებში გამოიყენება ამ დეტალებისა და სავალი რელსების ფორმების შეხამების ორი ჯგუფი.

ა) ხაზოვანი კონტაქტით.

ბ) წერტილოვანი კონტაქტით.

წერტილოვანი კონტაქტის დროს თვლის რადიუსით R რომელთანაც რელსს გააჩნია მომრგვალების რადიუსი. შეხების ფართი წარმოადგენს ელიფსს (დიდი ღერძით - რელსის გასწვრივ R_1 ან რელსის განივად R_2 . პირველ შემთხვევაში ეფექტური დამაბულობა განისაზღვრება პროფესორ ბ.ს. კოვალსკის ფორმულით

$$\sigma_{\text{ფ}} = KK_1 \sqrt[3]{\frac{PE^2}{R_1^2}} \leq \sigma_{\text{ღ}} , \quad (2.1.3)$$

სადაც K - არის $\frac{R_2}{R_1} < 1$ ფარდობის კოეფიციენტი; R_1 და R_2 შესაბამისად დიდი და

მცირე რადიუსებია $\frac{R_2}{R_1}$ იღება 0,1-1,0; $K=0,28-0,2\sim 9$

როცა R უახლოვდება უსასრულობას თვლებსა და ცილინდრს შორის ადგილი აქვს ცილინდრულ კონტაქტებს, რომლის დროსაც ეფექტური დამაბულობა

$$\sigma_{\text{ფ}} = 0,167K_1 \sqrt[3]{\frac{PE}{b \cdot r}} \leq \sigma_{\text{ღ}} , \quad (2.1.4)$$

ბრტყელი რელსის შემთხვევაში არსებითი მნიშვნელობა ენიჭება რელსთან მიმართებაში თვლების გადახრას, რაც უნდა იქნეს გათვალისწინებული სადატვირთვო შესაძლებლობის ანგარიშის დროს, მაშინ ფორმულებში 2.1.3 და 2.1.4 დატვირთვის დროს P საჭიროა მივიღოთ

$$P = K_{\sigma} \times K_{\varphi} , \quad (2.1.5)$$

სადაც K_{σ} არის დატვირთვის უთანაბრობის განაწილების კოეფიციენტი სხვადასხვა წყაროდან, მაგალითად ქარის გავლენა სამუშაო მდგომარეობაში იღება.

$$K_{\sigma} = 2$$

K_{φ} - დინამიურობის კოეფიციენტია, რომელიც ითვალისწინებს ხა-ის დატვირთვის ვერტიკალურ სიბრტყეში და რომელიც წარმოიშვება მექანიზმის მოძრაობის პროცესში, იგი დამოკიდებულია სიჩქარეზე V ($V=60-180$ კმ/წუთ; $K_{\sigma} K_{\varphi} = 1,0-1,3$) თუ რელსების პირაპირები შედუღებულია მაშინ K_{φ} საჭიროა შევამციროთ 2-ჯერ.

K_1 - თვლების ტანგენცილური დატვირთვის კოეფიციენტია (ხახუნის ძალა) და აიღება რეჟიმების მიხედვით, მაგალითად მსუბუქ რეჟიმზე $K_1 = 1$, საშუალოზე - $1,04-1,06$, მძიმეზე - $1,06-1,1$;

E - დრეკადობის მოდულია, რომელიც იანგარიშება შემდეგნაირად

$$E = \frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2} , \quad (2.1.6)$$

E_1, E_2 - თვლისა და რელსის მასალის დრეკადობის მოდულია და შეიძლება ავიღოთ ეფექტური დამაბულობის მიხედვით

$$\sigma = (0.25 - 0.3)HB \text{ კგ/მმ}^2 , \quad (2.1.7)$$

მიიჩნევენ, რომ ეს ზღვარი შენარჩუნებული უნდა იქნას სავალი თვლების ბრუნთა რიცხვებამდე $n=10^4$; უფრო მეტი ბრუნთა რიცხვისათვის ზღვრული დამაბულობის მნიშვნელობას ამცირებენ დადლილობის მრუდის მიხედვით, რომლის დროსაც რადიკალის ხარისხი იღება 9, ანუ

$$\sigma = \sigma_{\text{ფ}} \sqrt[9]{\frac{10^4}{n}} , \quad (2.1.8)$$

აქ n - შეიძლება მივიღოთ დაყვანილი ბრუნთა რიცხვი, როცა n_1 - ბრუნთა რიცხვს შეესაბამება დატვირთვა p_1 , n_2 -ს დატვირთვა p_2 და ა.შ.

$$n = n_1 + n_2 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^3 + n_3 \left(\frac{p_3}{p_1} \right)^3 + \dots \quad (2.1.9)$$

ანუ თვლის ბრუნთა რიცხვი n_1 -თვლის დიამეტრისათვის D და დატვირთვისათვის p_1 - იანგარიშება ფორმულით

$$n_1 = 60 \frac{V}{\pi D} t, \quad (2.1.10)$$

სადაც t - ხა-ის გადაადგილების ხანგრძლივობაა სიჩქარისას V მ/წუთი და დატვირთვისას p_1 .

თუ ცნობილია ხა-ის მუშაობის ციკლები Z დროში S გზაზე, მაშინ თვლის ბრუნვათა რიცხვი t -საათში იქნება

$$N_1 = t \cdot Z \frac{S}{\pi D}, \quad (2.1.11)$$

ზღვრული საკონტაქტო დამაბულობა $\sigma_{\text{ზ}}$ კგ/მ², შესაბამისი ბრუნთა რიცხვისათვის ზოგიერთი მასალისათვის შეადგენს:

ცხრილი 2.1.1

თვლების სახე	ნაჭედი სავალი თვლები			სხმული სავალი თვლები		
მასალა	ფლ-35	ფლ-45	ფლ-50	ფლ-35ლ	ფლ-55ლ	ფლ-35გლ
$\sigma_{\text{ზ}}$	43	51	65	41	49	54

კონუსურ-საკონტაქტო ზედაპირიანი თვლებისათვის მასალის სიმაგრე უნდა იყოს $HB = 300$ კგ/მმ². ზოგჯერ სიმტკიცის გაზრდის მიზნით სიმაგრეს იღებენ $HB = 340- 360$ კგ/მმ² რომლის წრთობის სისქეა 15 მმ. ყველაზე მაღალი ცვეთმედეგობა მიიღება ფლ 45გ მასალის გამოყენების შემთხვევაში, როცა წარმოებს სარბენი ზედაპირების მიღება დატვიფრით, ხოლო ლეგიროვანი ფოლადების ეკონომიის მიზნით რეკომენდებულია სავალი თვლების ბანდაჟირება მისი დიამეტრის 0,1 სისქით.

2.2. ხიდური აგრეგატის ლითონკონსტრუქციების შერჩევისა და გაანგარიშების ზოგიერთი საკითხი

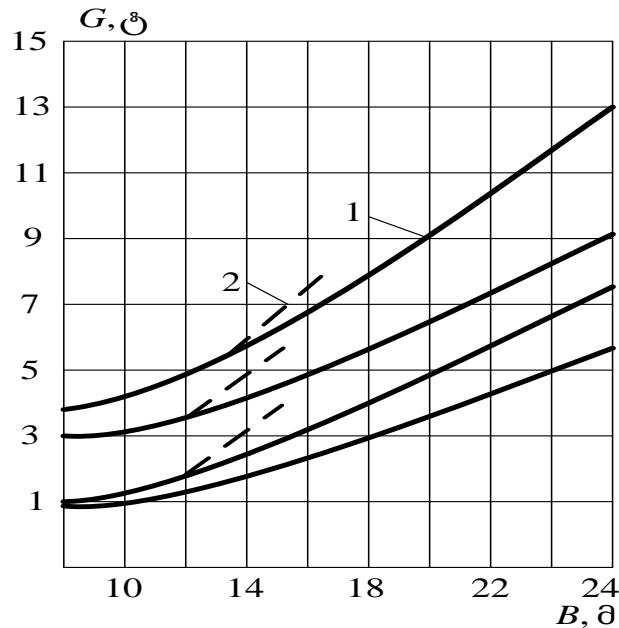
ხა-ის ლითონკონსტრუქციების გაანგარიშების დროს გამოიყენება ფურცლოვანი ნაგლინის ფოლადები - სქელფურცლოვანი, თხელფურცლოვანი, ფართოზოლიანი, ზოლიანი; ნაგლინი პროფილური ფოლადები: კუთხოვანა ტოლგვერდა, კუთხოვანა არატოლგვერდა, ტოლგვერდა, შველერები, კოჭები ორტესებრი ნორმალური ნამზადები ფოლადის მილები - უნაკერო და შედუღებითი ნაკერებიანი ნამზადები და სხვა [18].

ლითონკონსტრუქციის შერჩევის დროს, უპირველეს ყოვლისა ყურადღება უნდა მიექცეს დეტალებში ძალური ნაკადების მიმართულებას, რომლებიც უნდა მიდიოდნენ მოდების ადგილიდან საყრდენამდე მოკლე გზით, რათა არ მოხდეს დეტალის რხევა. ამ შემთხვევაში ფურცლოვან დეტალებს აქვთ მეტი უპირატესობა ცხაურებთან შედარებით. დიდ მნიშვნელობას იძენს ძალური ნაკადების სიმდოვრე, რადგან ამ ძალების კონცენტრაციის დროს იქმნება შედუღებითი ნაკერების გარღვევის შემთხვევები. აქ აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ ნაწიბურების მოხსნა შესადუღებელ დეტალებში. დამაბულობა შეიძლება გაიზარდოს აგრეთვე სხვადასხვა სიგანის დეტალების შედუღების დროს. შედუღებით ნაკერებში უნდა ვერიდოთ ღრეჩოების დატოვებას, რაც აგრეთვე იწვევს დამაბულობების კონცენტრაციას და ა.შ [56;112].

ფერმების დამზადების დროს საჭიროა გავითვალისწინოთ რამდენიმე მოთხოვნა. უპირველეს ყოვლისა იგი მზადდება ელექტროშედუღებითი ნაკერებით ან სამაგრი დეტალებით, რომელთა საიმედო შეერთებისათვის გამოიყენება სპეციალური, სამკუთხა კვანძები და დახრილპროფილიანი კვეთები. ამ დროს ძალური ნაკადების მიმართულება უნდა იყოს საყრდენებისაკენ და როგორც აღინიშნა, რაც შეიძლება მოკლე მანძილებზე მაქსიმალური სიმდოვრით, რადგან დამაბულობა, შედუღებით ნაკერებში იწვევს ნაადრევ ბზარებსა და შესაძლოა დამსხვევასაც კი.

შედუღების დროს უნდა მოვერიდოთ ძალური ნაკადების კონცენტრაციას ლოკალურად და მათ გადაკვეთებს. შესაერთებელი დეტალები უნდა იყვნენ შესა-

დუღებელი ზედაპირის მიმართ ვერტიკალური. ხშირად კვანძის სიხისტის გაზრდის მიზნით, გამოიყენება სპეციალური საფენები.



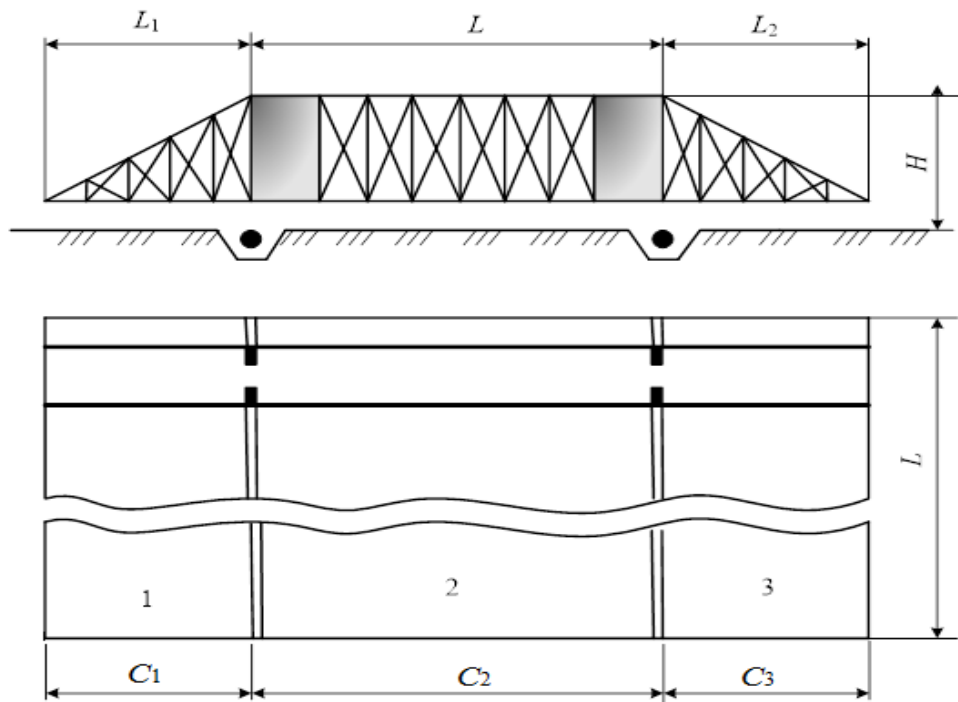
ნახ.2.2.1. ლითონკონსტრუქციების წონის შერჩევის ნომოგრამა და ხიდური მექანიზმების მთავარი კოჭების წონა:

----- ყუთისებრი ფერმა

----- ჰორიზონტალური ფერმა

ხა-ის საორიენტაციო წონა შეიძლება შევარჩიოთ ნახ. 2.2.1. ნომოგრამიდან, რომელზეც მოცემულია სხვადასხვა კვეთის კოჭებიანი ფერმების წონის დამოკიდებულება მის სიგანესთან B .

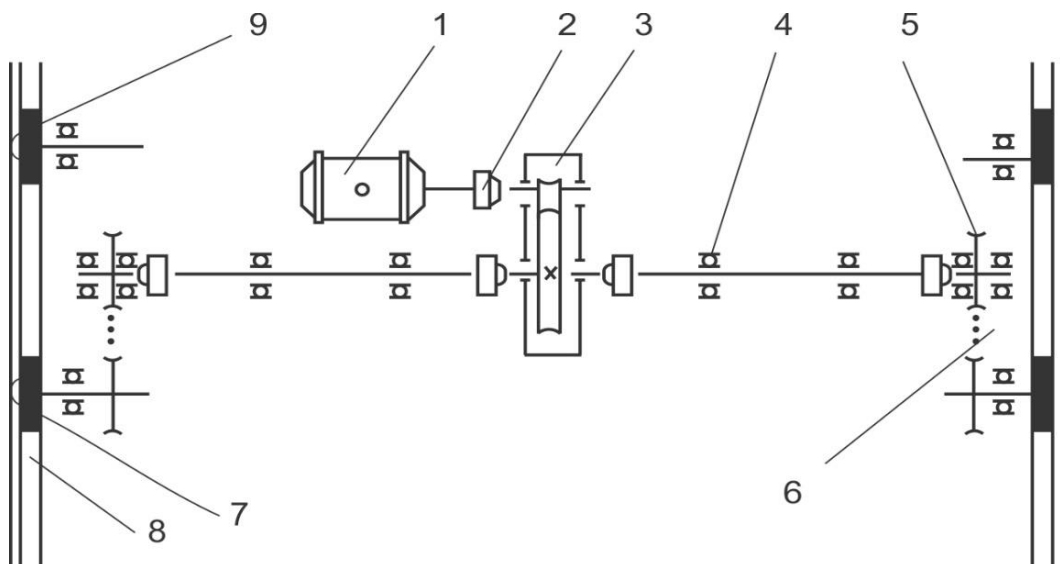
იმისათვის, რომ შევინარჩუნოთ ჰორიზონტალური ფერმის სიმტკიცე, იყენებენ სხვადასხვა მეთოდებს. $\sum C=C_1+C_2+C_3=30მ$ (იხ. ნახ. 2.2.2) სიგრძის ფერმისათვის, ირჩევენ მაღალი დრეკადობის მქონე მასალებს, ორტესებრი კოჭის განივკვეთს და კონსტრუქციის ფორმას არჩევენ სიხისტის პირობიდან გამომდინარე (გალუნვის ზღვრამდე). სწორედ სიხისტეზეა დამოკიდებული რელსებზე მისი გადაადგილების სისწორე. საწარმოო გამოცდილებიდან ცნობილია ხიდური ფორმის კონსტრუქციების ჩაღუნვის სიდიდე, რომელიც ელექტროფიცირებული ხიდური მექანიზმებისათვის იღება $C/700$, სადაც C ხა -ის გაწვდომის სიგანეა, $C=30მ$, მაშინ ფერმის ჩაღუნვის ისარი $f=C/700=0,04 მ$.



ნახ. 2.2.2. ხიდური აგრეგატის ჰორიზონტალური ფერმის
ლითონკონსტრუქციის სქემა

2 - ძირითადი სივრცე; 1,3 - დამატებითი სივრცეები; C - ძირითადი სივრცის სიგანე;
L - საწარმოო ფართის სიგრძე; H - ლითონკონსტრუქციის სიმაღლე.

$$F=L \times C=50 \times 30=1500 \text{ მ}^2$$



ნახ. 2.2.3. ხიდური აგრეგატის ამბრავის კინემატიკური სქემა

1-ელექტროძრავი; 2-ქურო; 3-ჭიარედუქტორი; 4-საყრდენი საკისარი;
5-ვარსკვლავა; 6-ჯაჭვი; 7-წამყვანი თვალი; 8-რელსი; 9-ამყოლი თვალი.

ხა-ის გადაადგილების მოწყობილობა შედგება ელექტროძრავასგან, რედუქტორისაგან და ტრანსმისიის ლილვისაგან, რომელსაც მოძრაობაში მოჰყავს ხიდი (ნახ. 2.2.3). ხა-ში გამოყენებულია სამი ტიპის ამძრავი:

- ნეიტრალური რედუქტორისაგან ტრანსმისიის ლილვის საშუალებით თვლების ამძრა.
- სწრაფმსვლელი ლილვითა და ორი ცენტრალური რედუქტორით ბრუნვის გადაცემა წამყვან თვლებზე.
- დაყოფითი ამძრავით, ანუ წამყვანი თვლების დამოუკიდებელი ამძრავით.

მათგან პირველ ვარიანტს აქვს ყველაზე დიდი მასა და დანარჩენებთან შედარებით არაეკონომიურია, თუმცა კონსტრუქციულად მარტივია. საზღვარგარეთის ქვეყნებში გავრცელებულია რეზინის წამყვან თვლებიანი ამძრავები, რომელსაც უმეტესად მცირე ტვირთამწეების შემთხვევაში იყენებენ [36].

ხა-ის გაბარიტები და პარამეტრები განისაზღვრებიან სტანდარტებით და შესაბამისი რეჟიმებით (მსუბუქი, საშუალო და მძიმე). მათი ფართი F განისაზღვრება სიგანით $B=10-30$ მ-მდე. ჩვენი შემთხვევისათვის, როგორც ზემოთ ვაჩვენეთ $F=1500\text{მ}^2$

2.3. ელექტროძრავისა და რედუქტორის შერჩევა

როგორც წესი, ხა-ის საჭირო ელექტროძრავას ირჩევენ ცნობილი მეთოდით მაქსიმალური გამშვები მომენტის მიხედვით, რომლის დროსაც უზრუნველყოფილია რელსთან თვლების ჩაჭიდება ბუქსაობისა და მისი გაქანების გარეშე [39;44;79;93].

ხიდის მაქსიმალური დასაშვები აჩქარება გაშვების წინ განისაზღვრება ფორმულით:

$$\alpha_{\text{მ.ა.}} = \left[\frac{n_{\text{სთ}}}{n_{\text{ო}}} \left(\frac{\varphi}{1.2} + f \frac{d}{D_{\text{სთ}}} \right) - (2\mu + f d) \frac{K_{\text{d}}}{D_{\text{სთ}}} - \frac{P_{\text{d}}}{G} \right] g, \quad (2.3.1)$$

სადაც $n_{\text{სთ}}$ - ამძრავი თვლების რაოდენობა ხა-ში, $n_{\text{სთ}}=2$

$n_{\text{ო}}$ - სავალი თვლების რაოდენობა, $n_{\text{ო}}=4$

ρ - სავალი ნაწილის რელსთან ჩაჭიდების კოეფიციენტი, იღება შესაბამისად, დახურულ შენობებში განთავსებული ხა-თვის - 0,2; ღია გრუნტზე - 0,4;

p_j -ქარის დატვირთვის ძალაა, რომელსაც ითვალისწინებენ მხოლოდ ღია გრუნტებისათვის, ხოლო დახურულ სათავსოში $p_j = 0$;

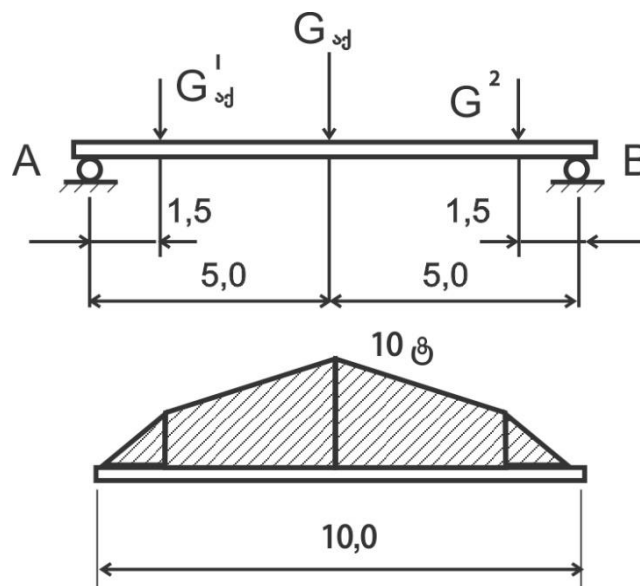
q - სიმძიმის ძალის აჩქარებაა, $q = 9,81$ მ/წმ².

მაშინ ხიდის აჩქარება იქნება:

$$\alpha_{g,j} = \left[\frac{2}{4} \left(\frac{0,2}{1,2} + 0,015 \frac{10}{40} \right) - (2 \cdot 0,08 + 0,015 \cdot 10) \frac{1,5}{40} - \frac{P_{\sigma}}{G} \right] 9,81 = 0,73 \text{ მ/წმ}^2$$

მივიღოთ, რომ ხიდზე ლითონკონსტრუქციები და ელექტრომოწყობილობა განლაგებულია სიმეტრიულად, კაბინებისა და მასში არსებული აქსესუარების წონების გარეშე.

ლითონკონსტრუქციის ძირითად კოჭზე მოქმედი ძალების საანგარიშო სქემა მოცემულია ნახ. 2.3.1-ზე.



ნახ. 2.3.1. მეტალოკონსტრუქციის ძირითად კოჭზე მოქმედი ძალების საანგარიშო სქემა

ხა-ის ცალკეული კვანძების წონებია: ხიდური აგრეგატის წონა $G_{bs} = 10$ ტ კაბინებისა და მათში განლაგებული მანქანების საერთო წონა $G_{\sigma} = 1000$ კგ (1ტ) მთლიანი ხა-ის და მისი აქსესუარების წონა ძალა ტოლია

$$A = \frac{G_j^1 \cdot 1,5 + G_j^2 \cdot 1,5 + G_{sj} \frac{10}{2}}{10} \cong 3,25 \text{ ტმ}$$

სადაც: G_j^1, G_j^2, G_{sj} - შესაბამისად მარჯვენა, მარცხენა კაბინისა და სხვა აქსესუარების წონა ძალაა, ტ; ძალთა ეპიურიდან ჩანს: $G_j^1 = G_j^2 = 2,5$ ტ, ხოლო ხა-ის ბაქანზე სხვა აქსესუარების წონა $G_{sj}=5$ ტ.

ჯამური დატვირთვა საყრდენ თვლებზე

$$P=(2-2.5) A=2 \times 3.25=6.5 \text{ ტ}$$

P -განვსაზღვროთ ელექტროძრავის სიმძლავრე ფორმულით

$$N_{\text{დვ}} = \frac{W \cdot V_{\text{ბს}}}{6120 \cdot \eta} = \frac{268,12 \cdot 30}{6120 \cdot 0,9} = 1,46 \text{ კვტ.}$$

მექანიზმის მარგი ქმედების კოეფიციენტი (მ.ქ.კ) კბილანური რედუქტორებისათვის შეიძლება ავიღოთ

$$\eta = 0,8 \div 0,9$$

W -ხა-ის გადაადგილების წინააღობა(კგ)

$V_{\text{ბს}}$ -(ტმ)-ტვირთის აწევის სიჩქარე (მ/წთ)

ვიანგარიშით რედუქტორის გადაცემის საერთო რიცხვი, რისთვისაც განვსაზღვროთ მოცემულ სიჩქარეზე $V_{\text{ბს}}$ -ს სავალი თვლების ბრუნვათა რიცხვი. $V_{\text{ბს}}$ ხა-ის გადაადგილების სიჩქარეა $V_{\text{ბს}}=7,8$ მ/წთ

$$n_{\text{თ}} = \frac{V_{\text{ბს}}}{\eta D} = \frac{7,8}{0,9 \cdot 0,4} = 21,6 \text{ ბრ/წთ}$$

საერთო გადაცემის რიცხვი

$$i_0 = \frac{n_{\text{ქ}}}{n_{\text{თ}}} = \frac{855}{21,6} = 39,5$$

აქ შეიძლება შერჩეული იქნას MT ტიპის ელექტროძრავი ცვლადი დენის ფაზური როტორით, რომლის ტექნიკური მონაცემებია:

წონა $G_d=58$ კგ; მქნევარა მომენტი $M=0.195$ კგმ; მაქსიმალური მომენტი $M_{\text{დვ}}=87$ კგმ; სიმძლავრე $N=1,7$ კვტ; ბრუნთა რიცხვი $n_{\text{თ}}=855$ ბრ/წთ.

რედუქტორის ტიპად შეიძლება შევირჩიოთ ჭია რედუქტორი გადაცემის რიცხვით $i=40$ (i -ს დიაპაზონი ჭია რედუქტორებში შეადგენს 20-80).

რედუქტორის შერჩევისათვის საანგარიშო სიმძლავრე შეადგენს

$$N_{\sigma} = K \times N_{\sigma} = 2,25 \times 1,46 = 3,28 \text{ კვტ}$$

აქ K - მუშაობის რეჟიმისაგან დამოკიდებული კოეფიციენტი და საშუალო რეჟიმისათვის $K=2,25$;

შერჩეული რედუქტორისათვის სავალი თვლის ბრუნთა რიცხვი

$$n_{\sigma} = \frac{855}{40} \cong 21,37 \text{ ბრ/წთ}$$

ხა-ის გადაადგილების სიჩქარე

$$V_{\text{ხა}} = \pi d_{\text{თ}} \times n_{\text{თ}} = 0,9 \times 0,4 \times 21,37 \approx 7,8 \text{ მ/წთ (0,13 მ/წმ)}$$

სავალ თვლებზე ნომინალური დატვირთვა

$$P_{\sigma} \frac{P}{4} = \frac{6,5}{4} = 1,62 \text{ ტმ}$$

სადაც P - თვალზე მოსული დაწნევაა. (იხ. ზემოთ)

გორვის დროს თვლის ფერსოს ზედაპირის მოთელვა წერტილოვანი კონტაქტისას ინგარიშება ფორმულით

$$\sigma = K K_f \sqrt{\frac{P R_1 E^2}{R_2}} \leq [\sigma_{\text{ღ}}], \quad (2.3.2)$$

სადაც: K - რელსისა და თვლების სიმრუდის რადიუსების კოეფიციენტი, რელსისთავი $p=38$, გორვის რადიუსით $R_1=300\text{მმ}$, ხოლო გორვის ზედაპირისათვის $R_2=200\text{მმ}$, ვიღებ $K=0,107$.

K_f - დატვირთვის რეჟიმების კოეფიციენტი; საშუალო რეჟიმზე $K_f = 1,05$.

$$P = K_{\text{ღ}} \times K_{\text{უთ}} \times P_{\sigma} = 1,1 \times 1,1 \times 1,62 = 1,9 \text{ ტმ};$$

აქ $K_{\text{ღ}}$ - დინამიურობის კოეფიციენტი, რომელიც სიჩქარის დიაპაზონისათვის $V=60-90 \text{ მ/წთ}$ იღება $K_{\text{ღ}} = 1,1$.

$K_{\text{უთ}}$ - დატვირთვის გადანაწილების უთანაბრობის კოეფიციენტი და $K_{\text{უთ}} = 1,1$

ჩვენი შემთხვევისათვის 4 თვალზე მდგომი ხა-ისათვის $P_{\sigma} = 1,62 \text{ ტმ}$ მაშინ ყველა ამ სიდიდეების გათვალისწინებით მივიღებთ

$$\sigma_{\text{ღ}} = 0,107 \cdot 1,05 \sqrt{\frac{3,9 \cdot 300 (2,1 \cdot 10^6)^2}{30^2}} = 948 \text{ კგ/სმ}^2$$

ეფექტური დამაბულობების ზღვრული მნიშვნელობა ფლ-65-გან დამზადებული თვლებისათვის, რომელთა ზედაპირი დამუშავებულია მასალით HB-350კგ/მმ²

$$\sigma_y = 0,3HB=0,3 \cdot 350=105 \text{ კგ/მმ}^2$$

2.4. ხიდური აგრეგატის ამძრავის მიახლოებითი ანგარიში

ვისარგებლოთ ჩვენს მიერ წინა პარაგრაფში ჩატარებული ხა-ის ამძრავისათვის ელექტროძრავის შერჩევით და ვიანგარიშოთ მათგან სავალი თვლების აძვრის ჯაჭვური გადაცემის ძირითადი პარამეტრები [43;71].

ავილოთ შერჩეული ძრავის სიმძლავრე, $N_1=3,28$ კვტ;

ხა-ის მოძრაობის სიჩქარე $V=0,13$ მ/წმ.

ვიანგარიშოთ წრიული ძალა ჯაჭვის აძრვაზე

$$F_1 = N_1 / V = 3280 / 0,13 = 25230\text{ფ.}$$

ვიანგარიშოთ წრიული ძალა ერთ ვარსკვლავზე

$$F_2 = (1,1 \cdot 1,25) \frac{F_1}{2} = \frac{1,15 \cdot 25230}{2} = 14507,2 \text{ ფ}$$

სადაც 1,1-1,25 არის ჯაჭვში განვითარებული დატვირთვის უთანაბრობის კოეფიციენტი

ჯაჭვის გამწყვეტი ძალა იქნება

$$F_{\text{გაბ}} = \frac{F_2}{K} \geq F_{\text{max}} = 14507,2 \cdot 6 = 87043,2\text{ფ}$$

K-სიმტკიცის მარაგია და იღება $K=6$

ლიტერატურაში არსებული [93] ცხრილიდან 7.4 ვიღებთ ჯაჭვის M20 გაწყვეტის ძალით $F_{\text{გაბ}}=20\text{კნ}$, გადაცემების დაკომპლექტების მინიმალური ბიჯით $P=40$ მმ

გამყოფი წრის დიამეტრის გარკვევას კბილების მინიმალური რაოდენობის დროს $Z=36$ იანგარიშება

$$d = \frac{P}{\sin(180/z)} = \frac{P}{\sin s^0} = \frac{40}{0,08} = 500\text{მმ.}$$

სადაც $P=40$; z -კბილების რიცხვი $z=36$;

ჯაჭვის მოსალოდნელი გადაწყვეტის ძალაა

$$F_{36} = \frac{F_1 \cdot n_1}{K_b} = \frac{25230 \cdot 2,45}{0,85} = 72721,75$$

სადაც: K_b -სიმტკიცის დაღლილობისა და ცვეთის კოეფიციენტია და სხვადასხვა ფოლადებისთვის იღება;

არაწრთობადი ფოლადებისთვის $K_b=0,6$; წრთობადი ფოლადებისათვის $K_b=0,85$

n_1 - სიმტკიცის მართვის კოეფიციენტი იღება $n_1 -2,45$.

ამრიგად, ჯაჭვი აკმაყოფილებს სიმტკიცის, დაღლილობისა და ცვეთის პირობას.

2.5 ტექნოლოგიური მოდულის დაკომპლექტების თავისებურებები და ზოგიერთი პარამეტრების გაანგარიშება

ხა-ის, როგორც ავტომატიზირებული კონსტრუქციის გამართული მუშაობისათვის საჭიროა მას ჰქონდეს სპეციალური ორგანო, რომელზეც შესაძლებელი იქნება დავააგრეგატოთ სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო მანქანები ზემოთხსენებული ოპერაციების შესასრულებლად. ტექნოლოგიური მოდულის სქემა ნაჩვენებია ნახ.1.5.1 რომელზეც ჩანს მისი შედუღებითი კონსტრუქცია, აძვრის კინემატიკური სქემა და მართვის სისტემა. ტექნოლოგიურ მოდულს გააჩნია დამოუკიდებელი ამძრავი (ჯალამბრული სისტემა), რომელიც გადაადგილდება ხა-ის მოძრაობის მართობულად ბაგირული წევითა და თვლების სპეციალური მიმმართველებში გორვით.

ტექნოლოგიური მოდულის შედუღებითი კონსტრუქციის კვანძი წარმოადგენს მართვის დასაკიდებელ მოედანს, საიდანაც შერჩეული მანქანა გადადის არამუშა მდგომარეობიდან სამუშაო მდგომარეობაში და პირიქით. სისტემის მუშაობა განპირობებულია სათანადო ამძრავით, რომელიც იკვებება ელექტროენერგიით [23;113].



ფოტო 2.5.1. (ა)

გარდა აღნიშნულისა ტექნოლოგიური მოდული ნიადაგის დამუშავების მიზნით უნდა გადაადგილდეს გარკვეული სიჩქარით. როგორც არაერთხელ აღინიშნა ტმ მოძრაობს ხა-ის იატაკის ქვეშ არსებულ არეში ამ უკანასკნელის მოძრაობის მართობულად.(იხ.ფოტო 2.5.1 ა-ბ.)



ფოტო 2.5.1. (ბ)

ურიკის გადადგილება რელსზე ხდება ბაგირული წევით. ამისათვის შემოთავაზებულია ურიკის გადამადგილებელი მექანიზმი ელექტროჯალამბარი, ორშესავლიანი დოლით რომელიც მონტირებულია მოძრავ ურიკაზე; (იხ.ფოტო 2.5.2.)

ბაგირის დაჭიმულობის ძალა განისაზღვრება ფორმულით (1.5.1 პირველი თავიდან), ანუ ამ ფორმულიდან $H = \frac{ql^2}{8b}$

სადაც q - არის 1მ ბაგირის წონა (ვიღებთ $q \cong 3კგ$);

l - თავისუფალი ბაგირის სიგრძე (ვიღებთ $l \cong 20მ$);

b - ქარის და წნევის კოეფიციენტი (ვიღებთ $b \cong 0,85მ$);

მივიღებთ $H \cong 176კგმ$, გარდა ამ დატვირთვისა ფრეზირების დროს შეიქმნება ტექნოლოგიური პროცესის წინააღმდეგობა, (W) რომელიც ლიტერატურული წყაროებიდან შეადგენს არა უმეტეს $W=300კგმ$, მაშინ ჯამური დატვირთვა ქარის დატვირთვის კოეფიციენტის $K_{\text{ქ}}=1,2$

$$P=(W+H)=476 კგმ$$



ფოტო 2.5.2.

ეს დატვირთვა უნდა გაიზარდოს დამატებითი დანაკარგით, რომელიც წარმოიქმნება ბაგირული წევის დოლზე გადახვევის დროს, რაც შეადგენს 1,8-2,0.

ცნობილია, რომ თუ ურიკის მოძრაობის სიჩქარე გადააჭარბებს $V_{ურ} > (2,5-3) \cdot \nu_{შ}$ ინერციის ძალები გავლენას მოახდენენ ურიკის გადაადგილებაზე და გამოიწვევენ ვიბრაციებს.

როგორც ნაშრომის პირველ თავში ავღნიშნეთ ჩვენს მიერ არჩეული ურიკის სავალი თვლების დიამეტრი შეადგენს $D_{სთ}=250 \text{ მმ}$; სატაცის დიამეტრი $d_s=70 \text{ მმ}$; ურიკის მასა $G_{ურ}=1 \text{ ტ}$. გორვის ხახუნის კოეფიციენტი $\mu=0,03 \text{ სმ}$. სატაცში ხახუნის კოეფიციენტი $f=0,015$, ხოლო სავალი თვლების მორგვის გვერდით ზედაპირებს შორის $K_p=2.5$. ასევე ფოლადისგან დამზადებული სავალი თვლების სისალე როკველებში არ უნდა იყოს $HB 285 \div 300 \text{ კგ/მმ}^2$ ნაკლები.

2.6. ხიდური აგრეგატის სამუხრუჭე მომენტის გაანგარიშება

ხა-ის გადაადგილებისას სამუხრუჭე მომენტის ანგარიშის დროს გამოიყენება ხა-ის აჩქარების ფორმულა, რომელიც $a_{აჩ}=0,73 \text{ მ/წმ}^2$ ნაანგარიშებია ფორმულიდან 2.3.1 და ხა-ის გადაადგილების სიჩქარე $V_{ხა}=7,8 \text{ მ/წუთ}$ [56;93]

ვიანგარიშით დამუხრუჭების დრო სიჩქარიდან გამომდინარე

$$t_{\nu} = \frac{v_{ხა}}{a_{აჩ}} = \frac{7,8}{60 \cdot 0,73} = 0,17 \text{ მ/წმ}$$

წინააღმდეგობა დამუხრუჭების დროს:

$$W_{\text{dam}} = \frac{G_{\text{xa}}}{D_{\text{T}}} (2\mu + fd) = \frac{10000}{250} \cdot 1,925 = 77 \text{ კგ.}$$

დამუხრუჭებისას ხა-ის წინააღმდეგობის მომენტი

$$M_{\text{დამ}} = \frac{G_{\text{ხა}} \cdot D_{\text{თ}}}{2i\eta} = \frac{77 \cdot 0,4}{2 \cdot 36 \cdot 0,9} = 0,47 \text{ კგმ.}$$

მიღებული სამუხრუჭე მომენტით შეიძლება შევირჩიოთ სამუხრუჭე მექანიზმი TKT-200, რომელსაც აქვს ნომინალური მომენტი 16 კგმ და რომელიც დარეგულირებულია ფაქტიური მომენტით 10 კგმ .

თავი 3. ხიდური აგრეგატის მართვისა და მუშაობის თეორიული

გამოკვლევა

3.1. ზოგადი განმარტებები

ნაშრომის წინა თავებში შევეცადეთ გარკვევით წარმოგვედგინა ხა-ის გამოყენების ეფექტიანობა და შეძლებულ ფერმერულ მეურნეობებში მისი გამოყენების უპირატესობა, რომლებიც განაპირობებენ მცირე ნაკვეთებიდან მაქსიმალური მოსავლიანობის მიღების შესაძლებლობას, ბოსტნეული და სხვა დაბალფეროიანი კულტურების წარმოებას. ამისათვის თანმიმდევრულად განსაზღვრული გვაქვს ხა-ის ძალურ-ენერგეტიკული საშუალების დაპროექტებისა და ცალკეული კვანძების საინჟინრო-გაანგარიშებების საფუძვლები. შემოთავაზებულია პერსპექტივაში ხა-ით რიგი ოპერაციების ჩატარების ეფექტიანობა უპირატესად ბოსტნეული ნედლეულწარმოების ხაზით. ოპერაციების ტექნოლოგიური სქემები როგორებიცაა სასუქის შეტანა, თესვა, დაწვიმება და სხვა ოპერაციების შესრულება ამ მიზნით შერჩეულია შესაბამისი სასოფლო-სამეურნეო მანქანების პროტოტიპები. ჩატარებულია სათანადო საინჟინრო გაანგარიშებები. საუბარია აგრეთვე ე. წ. ტექნოლოგიურ მოდულზე, როგორც ორიგინალური კონსტრუქციის მოწყობილობაზე, საკიდ მექანიზმზე, რომელიც აკავშირებს ხა-თან შესაბამის სასოფლო-სამეურნეო მანქანებს. ყველაფერი ეს დამუშავებულია ლიტერატურულ წყაროებში არსებული სასოფლო-სამეურნეო მეთოდოლოგიის შესაბამისად.

წინამდებარე თავში მოცემული გვაქვს ხა-ის ცალკეული კვანძების თეორიული გამოკვლევები. ძირითადი ყურადღება ეთმობა ხა-ის ავტომატიზირებული მართვის სისტემებს, მისი ამძრავის შერჩევას, ხა-ის დინამიკურ და კინემატიკურ კვლევას. ტექნოლოგიური მოდულის საიმედო მუშაობის შესაძლებლობებსა და სხვა.

განვიხილოთ ეს საკითხები თანამედროვე თეორიის საფუძველზე ცალ-ცალკე პარაგრაფების (3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6;3.7; 3.8) მიხედვით.

3.2. ხიდური აგრეგატის (ხა) მოძრაობისა და წონასწორობის დიფერენციალური განტოლება

ხა-ის ამძრავი საბოლოო ჯამში გამოიმუშავებს მაბრუნ მომენტს, რომელიც თვლის რელსთან შეხების წერტილში ქმნის მხებ წევის ძალას $P_{\theta b}$, რომლის ნამრავლი სავალი ურიკის თვლის რადიუსზე ($r_{\theta g}$) გვაძლევს ხა-ის გადაადგილებისათვის საჭირო მაბრუნ მომენტს $M_{b\alpha}$ [32;69;73]

$$M_{b\alpha} = P_{\theta b} \cdot r_{\theta g} , \quad (3.2.1)$$

საიდანაც

$$P_{\theta b} = M_{b\alpha} / r_{\theta g}, \text{ კგ.} \quad (3.2.2)$$

$P_{\theta b}$ -ძალა საჭიროა ხა-ის წონა ძალის დასაძლევად, რომელშიც შედის უძრავი ან მოძრავი მოწყობილობების წონაძალები. ესენია ხა-ის საერთო $P_{b\alpha}$ და ტექნოლოგიური მოდულის $P_{\theta\theta}$ წონები თავიანთი ამძრავებით ანუ $P_{b\alpha} + P_{\theta\theta}$ მაშინ სასარგებლო ძალა

$$P = P_{\theta b} - P_{b\alpha} - P_{\theta\theta} , \text{ კგ} , \quad (3.2.3)$$

ვიცით, რომ ხა-ი მოძრაობს დაბალი და მუდმივი სიჩქარით $V_{b\alpha} = const$, ამიტომ მისი გადაადგილებისას ელემენტარულ გზაზე $ds = V_{b\alpha} dt$ (აქ სიჩქარის წარმოებული დროში $V_{b\alpha} = ds/dt$), შეასრულებს მუშაობას

$$du = (P_{\theta b} - P_{b\alpha} - P_{\theta\theta}) V dt, \quad (3.2.4)$$

მეორეს მხრივ ეს მუშაობა ექვივალენტურია ხა-ის V სიჩქარით მოძრაობისას მისი კინეტიკური ენერჯიისა რომელიც იანგარიშება ფორმულით:

$$E = \frac{1}{2} \frac{G_{b\alpha}}{g} V^2 + \frac{1}{2} \frac{G_{\theta\theta}}{g} V^2 , \quad (3.2.5)$$

$$E = \frac{V^2}{2} \left(\frac{G_{b\alpha}}{g_{b\alpha}} + \frac{G_{\theta\theta}}{g_{\theta\theta}} \right), \quad (3.2.6)$$

ამ უკანასკნელის ფრჩხილებში არსებული გამოსახულება, კერძოდ $G_{b\alpha} + G_{\theta\theta}$, შეიძლება მივიღოთ როგორც ხა-ის და ტექნოლოგიური მოდულის დაყვანილი მასა, g -სიმძიმის ძალის აჩქარება;

$$\frac{G_{b\alpha}}{g_{b\alpha}} + \frac{G_{\theta\theta}}{g_{\theta\theta}} = M_g , \quad (3.2.7)$$

ამ უკანასკნელის გათვალისწინებით გვექნება

$$E = M_{\text{გ}} \frac{V^2}{2}, \quad (3.2.8)$$

გავადიფერენციალოთ ეს განტოლება

$$dE = M_{\text{გ}} V dV, \quad (3.2.9)$$

როგორც ზემოთ აღინიშნა V სიჩქარით მოძრავი ხა-ის მუშაობა, მისი კინეტიკური ენერჯის მუშაობის ტოლია, ე. ი

$$du = dE, \quad (3.2.10)$$

მაშინ

$$(P_{\text{მბ}} - P_{\text{ბს}} - P_{\text{გმ}}) V dt = M_{\text{გ}} V dV, \quad (3.2.11)$$

გავიხსენოთ, რომ აჩქარება არის სიჩქარის წარმოებული დროით (dV/dt) და გვექნება

$$\frac{dV}{dt} = \frac{P_{\text{მბ}} - P_{\text{ბს}} - P_{\text{გმ}}}{M_{\text{გ}}}, \quad (3.2.12)$$

მაგრამ, რადგან აჩქარებისა და მასის ნამრავლი $\frac{dV}{dt} \cdot M_{\text{გ}} = I$ ინერჯის მომენტი კგმ² I მივიღებთ

$$P_{\text{მბ}} - P_{\text{ბს}} - P_{\text{გმ}} = \pm J, \quad (3.2.13)$$

ცნობილია, რომ $\pm J$ დამყარებული სიჩქარით მოძრაობისას აღარ არსებობს, ანუ

$$\frac{dV}{dt} = \pm J = 0, \quad (3.2.14)$$

მაშინ (3.2.11) მივიღებთ

$$P_{\text{მბ}} - P_{\text{ბს}} - P_{\text{გმ}} = 0, \quad (3.2.15)$$

შესაბამისად ხა-ის მოძრაობის ძალთა ბალანსი იქნება

$$P_{\text{მბ}} = P_{\text{ბს}} + P_{\text{გმ}}, \quad (3.2.16)$$

ამრიგად, მოტანილი მეთოდიკით [69] შეიძლება დავასაბუთოდ შეიძლება თუ არა დავაკმაყოფილოთ ხა-ის ენერგეტიკული მოთხოვნები, მისი პერმანენტული გადაადგილების დროს, რასაც ნებისმიერი ოპერაციის შესრულება მოითხოვს. აქ აღსანიშნავია, რომ მეორე თავში მოტანილი სამუშაოები ტარდება ხა-ის მოძრაობის პროცესში, ხოლო ნიადაგის დამუშავება ხა-ის შეჩერების პროცესში, როცა ხა-ი

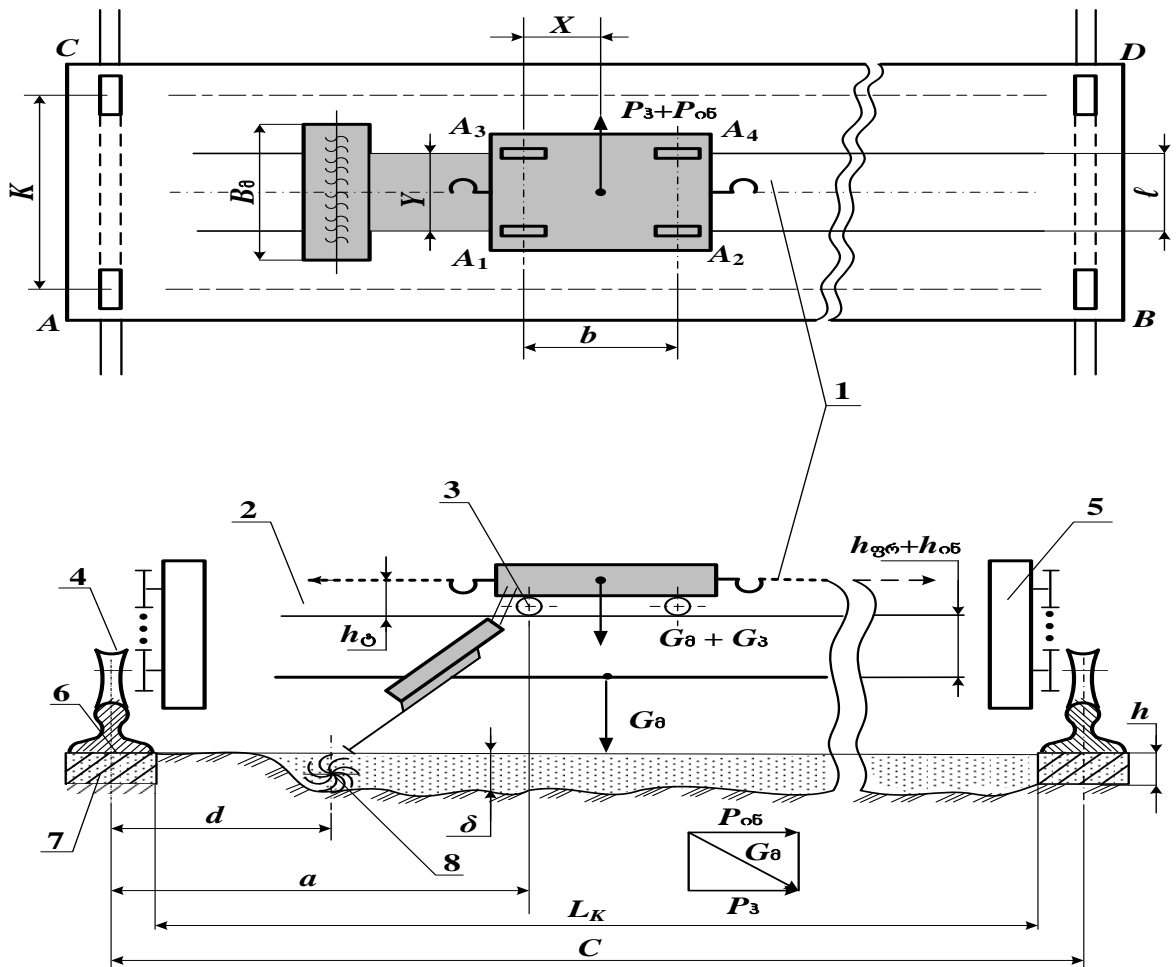
გადაადგილდება ფრეზის მოდების განის ტოლი მანძილით. ხა-ის შეჩერების, ანუ ფრეზის ტექნოლოგიური გავლების სამუშაო სვლების რაოდენობა დამოკიდებულია ნაკვეთის სიგრძეზე (L) და ფრეზის მოდების განზე (B).

3.3. ხიდური აგრეგატის საყრდენ თვლებზე მოსული დატვირთვების თეორიული ანალიზი

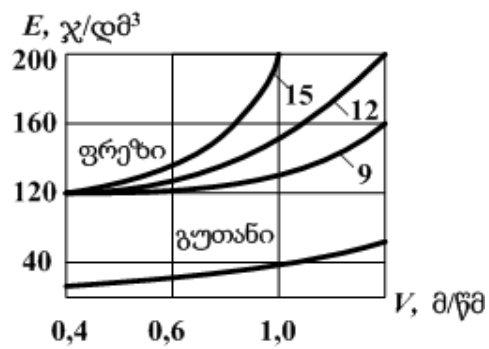
ნახ. 3.3.1 ნაჩვენებია ხა-ის საერთო სქემა ენერჯის წყაროების ჩვენების გარეშე; სქემაზე დამუქებულია ე.წ.ტექნოლოგიური მოდული, რომელიც წარმოადგენს სხვადასხვა მანქანების ხა-ზე დაკიდების სისტემას. ტმ-ი მოძრაობს მარჯვნივ და მარცხნივ ელძრავითა და ჯალამბრით, რომელიც ექაჩება ბაგირს, ტმ-ის ურიკა გორავს რელსებზე.

დატვირთვები ხა-ის საყრდენ-სავალ თვლებზე ზოგჯერ გადანაწილდება სიმეტრიულად, ზოგჯერ გრძივი და განივი მიმართულებით. ეს დატვირთვა ნაწილდება ხიდური აგრეგატის მოედანზე მონტირებული სხვადასხვა აქსესუარების წონის მდებარეობის გამო როგორებიცაა სახელოსნო ჯიხური, სახელოსნოს აღჭურვილობა, ტმ-ი რომელზეც მაგრდება ნიადაგდამამუშავებელი მანქანა ფრეზი და მისი ამძრავი მექანიზმი (ჯალამბარი, ჩარჩო, ფერმა, კარდანის ლილვი, ფრეზი, რედუქტორი, გარე გადაცემა და ელექტროძრავა) და სხვადასხვა აქსესუარები.

როგორც ცნობილია ხა-ით სრულდება სხვადასხვა ოპერაციები: განვიხილოთ ფრეზით ნიადაგის დამუშავების პროცესი, რომელიც სხვა ოპერაციებისგან განსხვავებით ძალიან შრომატევადია და განსაკუთრებულია შესრულებული ოპერაციის ხარისხის მიხედვით, ნიადაგის ძლიერ დაქუცმაცებული ფრაქციის აუცილებლობის გამო, რადგან ბოსტნეულ და სხვა დაბალდეროიანი კულტურების ზრდა-განვითარებისათვის აუცილებელი ნიადაგის მინიმალური დამუშავებაა. ბუნებრივია ტექნოლოგიური მოდულისა და ფრეზით მოძრაობის დროს გამოიყენება ჯალამბრები მათივე ამძრავით.



ა)



ბ)

ნახ.3.3.1

ა) ხიდური აგრეგატის საყრდენ-სავალი თვლებიდან რელსების დატვირთვის საანგარიშო სქემა:

ბ) $E=f(V)$ დახარჯული მუშაობისა და სიჩქარის დამოკიდებულების გრაფიკი, ფრეზის დანის სხვადასხვა მიწოდებაზე $S_z=9;12$;

ამძრავი უძრავადაა დამაგრებული ხა-ის ბაქანზე, ხოლო ტექნოლოგიური მოდულის გადაადგილება იწვევს ძალების გადანაწილების და ხა-ის საყრდენ-სავალ თვლებზე მოსული დატვირთვის ცვალებადობას. ეს ცვალებადობა ხა-ში შეადგენს 20%.

მოძრავი ტმ-ის მასათა ცენტრის კოორდინატები გეგმაში.(იხ.ნახ.3.3.1,ა) იანგარიშება [55;58;64]

$$X = \frac{\sum G_i X_i}{\sum G_i}; \quad Y = \frac{\sum G_i Y_i}{\sum G_i}, \quad (3.3.1)$$

აქ G_i - ტმ-ზე მოსული წონა-ძალაა, რომელიც ტმ-ის მოძრაობის დროს ტვირთავს ხა-ის საყრდენ-საგორავ თვლებს ცვალებადი ძალებით.

X_i, Y_i - შესაბამისი ელემენტების სიმძიმის ცენტრებია:

საყრდენ-სავალ თვლებზე მოსული დატვირთვა, უპირველეს ყოვლისა დამოკიდებულია ხა-ის სივრცითი აგებულების (ლითონკონსტრუქციების) სიმტკიცეზე და დამოკიდებულია ტექნოლოგიური მოდულის მდებარეობაზე ხა-ის სიგანის C მიმართ. ამ დროს სწარმოებს ხა-ის ძელის ჩალუნვა იმის და მიხედვით თუ სად იმყოფება ტექნოლოგიური მოდული მოძრაობისას [51;97].

ხა-ის თვლებზე გარდა საკუთარი წონისა $G_{\delta\delta}$ და ფრეზირების ჯამური წინააღმდეგობისა $Q_{ფრ}$, მოქმედებენ გარეგანი ძალებიც, კერძოდ ქარის ძალა $P_{\text{ჰა}}$ და ჰორიზონტალური ინერციის ძალა $P_{\text{ინ}}$; თუ აღვნიშნავთ ხა-ის მამოძრავებელი ძალის ორდინატს რელსის მიმართ $h_{\delta\delta}$ შეიძლება შევადგინოთ ხა-ის სტატიკური წონასწორობის განტოლებები სახით:

$$\begin{aligned} A_1 &= (G_{\delta\delta} + Q_{ფრ}) \left(1 - \frac{X}{B}\right) \left(1 - \frac{Y}{e}\right) - (P_{\text{ჰა}} + P_{\text{ინ}}) \frac{h_{\delta\delta}}{2e}, \\ A_2 &= (G_{\delta\delta} + Q_{ფრ}) \left(1 - \frac{X}{B}\right) \frac{Y}{e} + (P_{\text{ჰა}} + P_{\text{ინ}}) \frac{h_{\delta\delta}}{2e}, \\ A_3 &= (G_{\delta\delta} + Q_{ფრ}) \frac{X}{B} \left(1 - \frac{Y}{e}\right) - (P_{\text{ჰა}} + P_{\text{ინ}}) \frac{h_{\delta\delta}}{2e}, \\ A_4 &= (G_{\delta\delta} + Q_{ფრ}) \frac{X}{B} \times \frac{Y}{e} + (P_{\text{ჰა}} + P_{\text{ინ}}) \frac{h_{\delta\delta}}{2e}. \end{aligned} \quad (3.3.2)$$

ხიდური აგრეგატისათვის: ხიდის მექანიზმის წონით $G_{\text{ხა}}$, სახელოსნოს კაბინის წონით $G_{\text{კაბ}}$, გადაადგილების მექანიზმით $G_{\text{მძ}}$, ქარისა და ჰორიზონტალური ინერციის

ძალებით P_{3a} და P_{06} ტმ-ის ნებისმიერ მდგომარეობაში ხა-ის მიმართ რელსებზე მოქმედი დატვირთვის ძალები მიახლოებით იანგარიშება ძალთა ბალანსიდან, რომელსაც აქვს სახე

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{G_{b\partial}}{4} + G_{\partial\partial\partial} \left(1 - \frac{d}{l_K} + G_{\partial\partial\partial} + A_1 \left(1 - \frac{q}{l_K} \right) + A_3 \left(1 - \frac{a+B}{l_K} \right) \right) - \frac{P_{3a} h_{3a} + P_{06} h_{06} + R_{ფრ}}{2K} \\ B &= \frac{G_{b\partial}}{4} + \frac{G_{\partial\partial\partial}}{4} \times \frac{d}{l_K} + A_1 \frac{q}{l_K} + A_3 \frac{a+B}{l_K} - \frac{P_{3a} h_{3a} + P_{06} h_{06} + R_{ფრ}}{2K} \\ C &= \frac{G_{b\partial}}{4} + A_2 \left(1 - \frac{q}{l_K} \right) + A_4 \left(1 - \frac{a-B}{l_K} \right) + \frac{P_{3a} h_{3a} + P_{06} h_{06} + R_{ფრ}}{2K} \\ D &= \frac{G_{b\partial}}{4} + A_2 \frac{q}{l_K} + A_4 \frac{a+B}{l_K} + \frac{P_{3a} h_{3a} + P_{06} h_{06} + R_{ფრ}}{2K} \end{aligned} \right\}, \quad (3.3.3)$$

სადაც $R_{ფრ}$ - არის ფრეზის მუშაობისას ნიადაგის დამუშავების ტექნოლოგიური წინააღმდეგობა, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს მისი ხვედრითი ენერგოტევადობით, ანუ დახარჯული მუშაობით ერთეულ სამუშაოზე, დმ³, როგორც ნახაზიდან (ნახ .3.3.1. ბ) ჩანს ხვედრითი მუშაობა მყისიერად იზრდება ფრეზზე „მიწოდების“, შემცირებითა და მცირდება სამუშაო სიჩქარეების გაზრდით. ამიტომაცაა, რომ ფრეზებით ნიადაგის დამუშავება სწარმოებს შედარებით დაბალ სიჩქარეებზე (1,1-1,4 მ/წმ). შედეგად ენერგიის ხარჯი ნიადაგის ფრეზირებაზე რამდენადმე მაღალია ვიდრე ეს დანახარჯები გუთნებით დამუშავების დროს [70].

ენერგიის ხარჯი დამოკიდებულია აგრეთვე ფრეზის დანების მიწოდებაზე $S_R = 2\pi R/\lambda Z$ (აქ R - ფრეზის დისკოს რადიუსია, მ; π - კინემატიკური მახასიათებელი- $\pi = u/v$. u - წრიული სიჩქარეა, მ/წმ ; v - მოძრაობის სიჩქარე მ/წმ ; Z - დანების რიცხვი). შესწავლილია, რომ ნიადაგის სიღრმის ρ (ნახ 3.3.1.ა) ცვალებადობისას $\rho = 6-10$ სმ. ფრეზის წვეთი წინააღმდეგობა იზრდება $R = 0,8-2,8$ კნ/მ..

3.4. ტექნოლოგიური მოდულის ოპტიმალური გადაადგილების უზრუნველყოფის დასაბუთება

როგორც ზემოდ არაერთხელ აღინიშნა, ხა-ის ტექნოლოგიური მოდული ასრულებს ანალოგიურ ფუნქციას, რასაც ტრაქტორის საკიდი სისტემა:

დაკომპლექტება, ენერჯის გადაცემა და იარაღის მოქმედების მართვა. ეს უკანასკნელი მდგომარეობს სიჩქარეების რეგულირებაში მოდულის გადაადგილების დროს.

ნახაზზე 3.4.1 ნაჩვენებია ფრეზირების შესრულებისათვის საჭირო უნივერსალური მოდულის აძვრისა და მართვის სქემა.

მოდული წარმოადგენს ხა-ის მოძრაობის საწინააღმდეგოდ (90°) თავის მიმართველებში მოძრავ ურიკას. პრინციპულად იგი იგივეა, რაც ხა-ის გადაადგილებელი მექანიზმი იმ განსხვავებით, რომ ამ უკანასკნელზე მოქმედებენ გარეგანი ძალები, რომელიც მისი აძვრისა და დამუხრუჭების დროს წარმოიქმნება: სამუშაოს წინააღმდეგობის ძალა, ჯალამბრის მიერ ბაგირის გაქაჩვის ძალა, ინერციის ძალები დამუხრუჭების და გაქანების დაწყების შემდეგ ურიკა ჯალამბრის საშუალებით მოძრაობს და ხახუნის ძალების შემცირების მიზნით მისი თვლები გადაადგილდება მიმართველებში. დინამიკაში ტექნოლოგიურმა მოდულმა (ურიკამ) შეიძლება განიცადოს გადახრა სწორხაზოვანი მიმართულებიდან, რაც დაარღვევს ტექნოლოგიურ პროცესის ხარისხს, ამიტომ მისი სავალი საყრდენ გორგალაჭიანი თვლები როგორც აღინიშნა უნდა მოძრაობდნენ მიმართველებში.

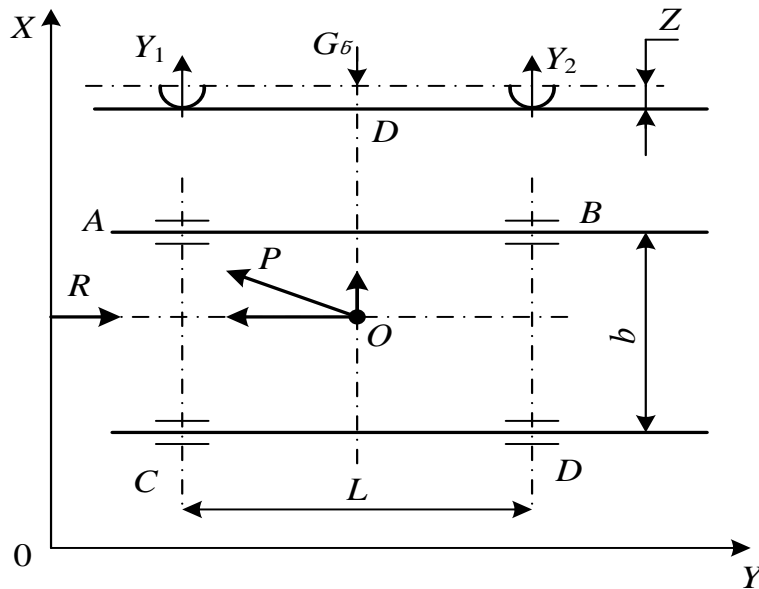
ურიკას სქემაზე ნაჩვენებია ოთხი საყრდენი წერტილი: A , B , C და D (ნახ. 3.4.1) სტატიკურად განუსაზღვრელი სისტემაა. დინამიკურ და სტატიკურ მდგომარეობაში იგი დატვირთულია წონა G_s ძალით, ელექტროძრავა, რედუქტორი, ჯალამბარი, რომელიც უზრუნველყოფს ურიკის მოძრაობას მიმართველებში და რეაქციის ძალებით P ტექნოლოგიური მოდულის მხრიდან, ფრეზირების წინააღმდეგობის ძალით R .

წონა ძალა წარმოადგენს სამუშაო ორგანოზე მოქმედ ჯამურ ვერტიკალურ ძალას. იგი ნაწილდება საყრდენ გორგოლაჭებზე ურიკის მოძრაობისას და საყრდენ მიმართველებში წარმოიქმნებიან გადაადგილების საწინააღმდეგო ძალები.

აგრეთვე შეუძლებებში ჩადგმული საკისრების ამძრავი ძალები და მათ მიერ შექმნილი მომენტი, რომლებიც აიძულებენ ურიკას შემობრუნდეს მოძრაობის მიმართულებიდან მარჯვნივ ან მარცხნივ.

როგორც აღინიშნა ტმ-ზე მოქმედებს სამი სხვადასხვა ძალა: პირველი ჯალამბარის მიერ შექმნილი ტროსით გაქაჩვის ძალა P , ტმ-ზე დააგრეგატებული წინააღმდეგობის ძალა R და ტმ-ის საერთო წონა ძალა G_6 , რომელიც აწეულია პორიზონტალური მდგომარეობიდან Z მინილით (რადგან აქ თავსდება ტმ-ის დახრილი შეგუების ჩარჩო და თვით ფრეზი. G_6 ნომინალური დატვირთვა ნაწილდება ოთხ საყრდენ საგორავზე $A B C D$; $G/4$ ძალა რჩება მუდმივი ხა-ის უკან დაბრუნების დროს, ფრეზის მიერ ჩასატარებელი მეორე, მესამე და ა.შ. სამუშაო სვლების ჩასატარებლად, მანამ სანამ არ დამთავრდება ფართობის $F=CLb^2$ ფართის ფრეზირება (იხ. ფოტო. 1.4.1). ამ დროს სამუშაო სვლების რაოდენობა $n_{სს}=L/b$, სადაც b აგრეგატის მოდების განია მ-ში.

ტექნოლოგიური პროცესის ჩატარების პროცესში ფრეზის წინააღმდეგობის ძალა R იდეალურად O წერტილში არ შეიძლება მდებარეობდეს, რადგან ნიადაგის წინააღმდეგობა მოდების მთელ განზე იცვლება, ხოლო წვეის ხაზი იხრება კუთხით a , რაც საყრდენ-მიმმართველებში ურიკის თვლების გაჭედვას გამოიწვევს, ურიკის შემომბარუნებელი მომენტის წარმოქმნის გამო M .



ნახ. 3. 4.1. ტექნოლოგიური მოდულის დინამიკური წონასწორობის საანგარიშო სქემა

ამრიგად, ტმ-ის საყრდენ თვლებში დატვირთვის სიდიდეები იქნება [55;93]

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{G+P}{4} + M \frac{\cos \alpha}{2 \left[2l - \frac{(G+P)Z_0}{cl} \right]} - M \frac{\sin \alpha}{2 \left[b^2 + \frac{(G+P)Z_0}{cb} \right]} \\ B &= \frac{G+P}{4} - M \frac{\cos \alpha}{2 \left[2l - \frac{(G+P)Z_0}{cl} \right]} - M \frac{\sin \alpha}{2 \left[b^2 - \frac{(G+P)Z_0}{cb} \right]} \\ C &= \frac{C+P}{4} + M \frac{\cos \alpha}{2 \left[2l - \frac{(C+P)Z_0}{cl} \right]} + M \frac{\sin \alpha}{2 \left[b^2 + \frac{(G+P)Z_0}{cb} \right]} \\ D &= \frac{C+P}{4} - M \frac{\cos \alpha}{2 \left[2l - \frac{(C+P)Z_0}{cl} \right]} + M \frac{\sin \alpha}{2 \left[b^2 - \frac{(C+P)Z_0}{cb} \right]} \end{aligned} \right\}, \quad (3.4.1)$$

ავლიშნოთ ტმ-ის ურიკის თვლების ღერძზე მოსული დატვირთვები y_1 და y_2 (იხ.ნახ.3.4.1); როგორც ჩანს ორივე ამ ძალის ვექტორები მოდებულია საგორავების გეომეტრიული ღერძების ცენტრში O წერტილში (ზედხედში) და D წერტილში. თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ბაგირის წვევის ძალას ($R=0$), მაშინ რეაქციის მომენტების ჯამიც იქნება ნულის ტოლი და წონასწორობის განტოლებას ექნება სახე

$$\begin{aligned} y_1 + y_2 &= G_6 \\ y_1(0,5L + x_0) - y_2(0,5L - x_0) &= 0' \end{aligned} \quad (3.4.2)$$

სადაც L -ურიკის გრძივი ბაზაა, მ.

აქედან

$$y_2 = G_6(0,5L + x_0)/L; \quad y_1 = G_6(0,5L - x_0)/L, \quad (3.4.3)$$

ამ ფორმულიდან ჩანს, რომ რაც მეტად გადაინაცვლებს P ძალა ტმ-ის მიმართულებით წინა ღერძზე მოქმედი ძალა იზრდება

$$P_{\text{მაქ}} = KP_{\sigma} / b, \quad (3.4.4)$$

სადაც K -საყრდენი თვლების რაოდენობაა

უნდა მივიღოთ, რომ ურიკის ღერძების შეუღლებებში არსებობს ხახუნი, რომელიც აღძრავს დამატებით ძალებს.

$$\begin{aligned} x_A &= y_A \cdot f \\ x_B &= y_B \cdot f \end{aligned} \quad (3.4.5)$$

ურიკის გადაადგილების დროს თავის მიმმართველებში გაჩხერის თავიდან აცილების მიზნით ძალაში უნდა იყოს პირობა (უტოლობა) სახით

$$R = P_{\text{მაქ}} > x_A + x_B$$

$$P_{\text{მაქ}} > f(y_A + y_B) \quad (3.4.6)$$

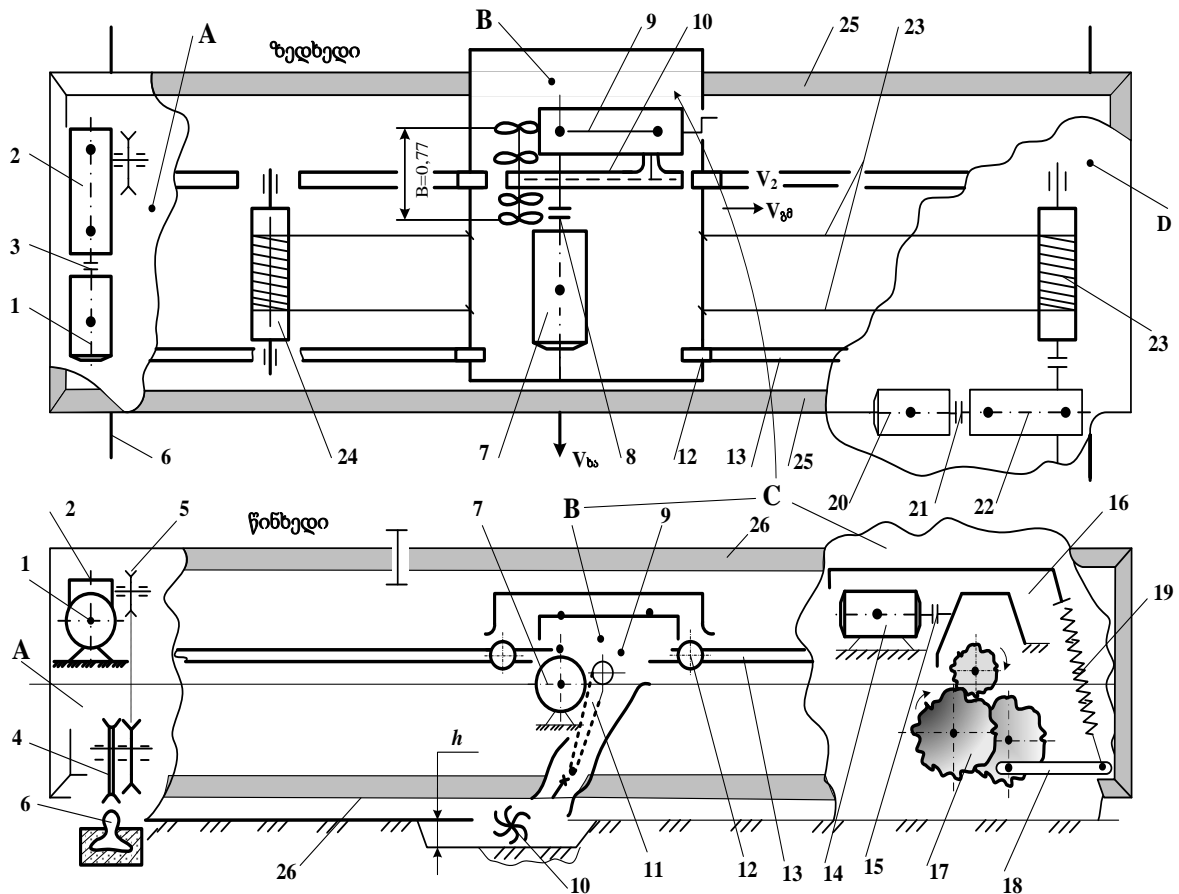
3.5 ხიდური აგრეგატის გამოყენებით ნიადაგის ფრეზირების დინამიკური გამოკვლევის წინამძღვრები

ხა-ის როგორც სასოფლო-სამეურნეო აგრეგატის სტატისტიკური დინამიკის (იგივე რაც სტატისტიკური მექანიკა) ძირითადი მახასიათებელია მექანიკური მოძრაობა, რომელიც განიხილება არა დეტერმინიზმის არამედ ინდეტერმინიზმის სფეროში. ეს უკანასკნელი გულისხმობს მოძრაობაში მონაწილე ყველა მოვლენების ცვალებად ბუნებას და მათ ერთმანეთზე მოქმედებასაც. მაგალითად ნიადაგის დამუშავების დროს წვევის წინალობის ძალის ცვალებადობა მერყეობს მისი სიდიდის 30 %-ის ფარგლებში და საანგარიშოდ მიღებულია მისი საშუალო მნიშვნელობა.

სტატისტიკური მექანიკის აზრით ყველა სასოფლო-სამეურნეო ოპერაცია განიხილება ნებისმიერ კვადრატში „შემავალ“ $X(t)$ და „გამომავალ“ $y(t)$ ფაქტორების დადგენით. თუ გავშიფრავთ „შემავალ“ $X(t)$ და „გამომავალ“ $y(t)$ ფაქტორებს მივიღებთ სხვადასხვა პარამეტრებს (იხ. ნახ.3.5. 1). აქ მეცნიერულ სიახლედ შეიძლება განვიხილოთ აგრეგატის წვევის წინალობის ცვალებადობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა, რომელიც სასოფლო-სამეურნეო მანქანებში თითქმის 30 % -ია, ხოლო დაკიდებული ფრეზების შემთხვევაში უსათუოდ შემცირდება ეს უთანაბრობა (დამშვიდდება, გასარკვევია ექსპერიმენტით)



ნახ. 3.5.1.-ა ხიდური აგრეგატის საანგარიშო-კვლევითი სქემა.



ნახ. 3.5.1.-ბ ; ხიდური აგრეგატის კინემატიკური სქემა

- A- ხა-ის ამძრავი: 1-ელექტროძრავა; 2-რედუქტორი; 3-ქურო; 4-ხა-ის თვლები; 5-ჯაჭვური გადაცემა; 6-რელსი ბეტონის საფუძვლით.
- B- ტექნოლოგიური მოდული: 7-ელექტროძრავა; 8-ქურო; 9-რედუქტორი; 10-ფრეზი; 11-ფრეზის ტრანსმისია; 12-ურიკის თვლები; 13- მცირე რელსი
- C- ტმ-ის საკიდი მექანიზმი: 14-ელექტროძრავა; 15-ქურო; 16-რედუქტორი; 17-გარეკბილანური გადაცემა; 18-ჭოკი; 19-ზამბარა;
- D- ჯალამბარი: 20 -ელექტროძრავა; 21-ქურო; 22-რედუქტორი; 23-ტროსის წამყვანი ლილვი; 24-ტროსის ამყოლი ლილვი.
- B+C- ტექნოლოგიური მოდული: (დახაზულია ცალ-ცალკე სირთულის გამო); 25-ხა-ის ჩარჩო (ზედხედში); 26-ხა-ის ჩარჩო (წინხედში); სქემაზე მარჯვენა წამყვანი თვალი გამოხაზულია არაა.

სქემაში 3.5.1-ა-ში გვინდა განვიხილოთ ხიდურ აგრეგატზე დაკომპლექტებული ჯალამბრული აძვრის როტაციული ფრეზის შემთხვევა, სადაც შემავალი პარამეტრებია: [69]

$R(t)$ – ნიადაგის წინაღობა, რომელიც ჩაიწერება ტენზომეტრირებით ან დინამომეტრებით.

$\varphi(t)$ – ფრეზის გადახრა სწორხაზოვანი მიმართულებიდან მ-ში;

გამომავალი პარამეტრები:

$N(t)$ – დახარჯული ძალა ან სიმძლავრე შესაბამისად კგ-ში;

$Z(t)$ - დაქუცმაცებული ბელტის მაქსიმალური ზომაა, მმ-ში; (დაქუცმაცების ხარისხი)

(საჭიროდ მიგვაჩნია აღვნიშნოთ, რომ მოცემული მაგალითისათვის, ძალურ-ენერგეტიკული დანახარჯები იმდენად მნიშვნელოვანი არაა, რამდენად ნიადაგის დამუშავების (დაქუცმაცების) ხარისხი, რადგან ეს ფაქტორი მნიშვნელოვანია ბოსტნეული კულტურების აღმოცენების საქმეში და პირდაპირ მოქმედებს მოსავლიანობაზე)

ნაჩვენები სქემა საშუალებას გვაძლევს ჩავატაროთ ოპერაციის „ანალიზი“ და „სინთეზი“, რომლის ქვეშ იგულისხმება შესაბამისად კვლევის მეთოდი პარამეტრების დაყოფის დანაწევრებისა, ხოლო სინთეზისას კი მისი ერთიანობის შესახებ. აქ ბუნებრივად ისმება საკითხი შემავალი და გამომავალი პარამეტრების დაკავშირებისათვის ე.წ. ოპერატორის (W) საშუალებით, რომელშიც უნდა ჩანდეს პროცესზე მოქმედი დინამიკური პარამეტრები.

$$y(t) = Wx(t), \quad (3.5.1)$$

ოპერატორის ანალიზური განსაზღვრა რიგ შემთხვევაში რთული ამოცანაა, რადგან ისინი არგუმენტებსა და ფუნქციებს შორის წრფივ დამოკიდებულებაში ხშირად არ არიან, ამიტომ აქ იყენებენ ე.წ. იდენტიფიკაციის (გაიგივება, გაწრფივება) მეთოდს, რაც აიოლებს კვლევას. ამ მეთოდებიდან ერთ-ერთია „რეგრესიის“ მეთოდი, რაც გულისხმობს ემპირიული დამოკიდებულებების პოვნას; ეს პროცესი ეყრდნობა შემთხვევითი ფუნქციების თეორიას, რომელიც მათემატიკური

სტატისტიკის მიხედვითაა (პარამეტრის საშუალო მნიშვნელობა, გადახრები, დისპერსია, კორელაციური და სპექტრული ანალიზი და ა.შ.) [69].

აქტიური ქმედების როტაციული ფრეზი, დინამიკური სქემის (იხ.ნახ.3.5.2) მიხედვით ემორჩილება დიფერენციალურ განტოლებას მუდმივი კოეფიციენტებით.

$$a_k = \frac{d^n y}{dt^n} + a_{k-1} \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dy}{dt} + a_0 = b_m \frac{d^m x}{dt^m} + b_{m-1} \frac{d^{m-1} x}{dt^{m-1}} + \dots + b_1 \frac{dx}{dt} + b_0, \quad (3.5.2)$$

თუ შემოვიღოთ ოპერაციულ აღნიშვნას: $d/dt=P$.

მაგალითად:

$$\frac{dx}{dt} = Px; \frac{d^2 x}{dt^2} = P^2 x; \dots \frac{d^m x}{dt^m} = P^m x, \quad (3.5.3)$$

მაშინ (3.5.2) -დან მივიღებთ ფრეზის ქცევის შესაბამის განტოლებას სახით

$$D_1(P) \cdot y(t) = D_2(P) \cdot x(t), \quad (3.5.4)$$

სადაც

$$\left. \begin{aligned} D_1(P) &= a_k p^k + a_{k-1} p^{k-1} + \dots + a_1 p + a_0 \\ D_2(P) &= b_m p^m + b_{m-1} p^{k-1} + \dots + b_1 p + b_0 \end{aligned} \right\} \quad (3.5.5)$$

(3.5.4) ფორმულა შეიძლება ჩაიწეროს ფორმით

$$y(t) = \frac{D_2(p)}{D_1(p)} \cdot x(t), \quad (3.5.6)$$

შემოვიღოთ ოპერატორის სახე ამ უკანასკნელ ფორმულაში

$$W = \frac{D_2(p)}{D_1(p)}, \quad (3.5.7)$$

მაშინ (3.5.6) გამარტივდება და მიიღებს (3.5.1) ცნობილ სახეს

$$y(t) = Wx \cdot (t), \quad (3.5.8)$$

ცნობილია, რომ ლაპლასის დიფერენციალური განტოლების ცვლილების გამოსახულებები შეიძლება გარდაიქმნას ალგებრულ განტოლებად [69]

$$D_1 S \cdot y(S) = D_2(S) \cdot x(S), \quad (3.5.9)$$

სადაც $y(S)$ და $x(S)$ არის ლაპლასის ცვლადების გამოსახულება, ხოლო მათ პოლინომი გამოითვლება

$$\begin{aligned} D_1 S &= a_k S^k + \dots + a_1 S + a_0 \\ D_2 S &= b_m S^m + \dots + b_1 S + b_0 \end{aligned} \quad (3.5.10)$$

(3.5.9) ფორმულიდან ჩანს

$$y(S) = W(S) \cdot x(S), \quad (3.5.11)$$

სადაც გამოსახულებები

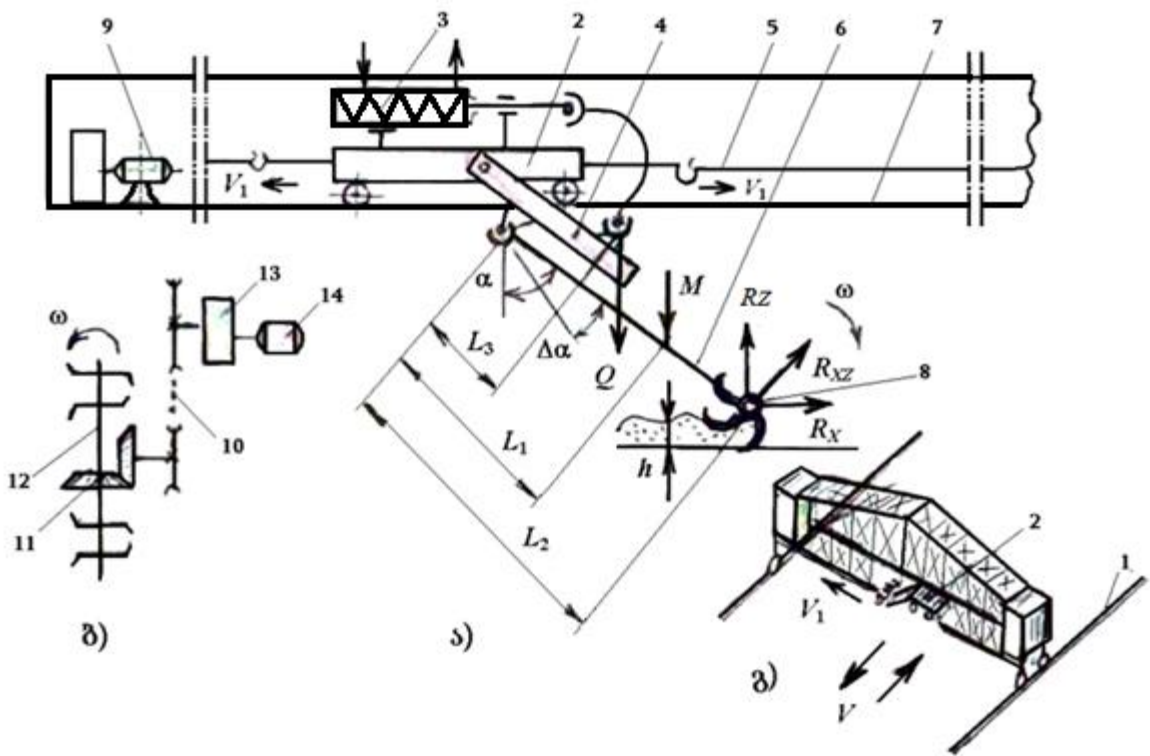
$$W(S) = \frac{D_2 S}{D_1 S} = \frac{b_m S^m + \dots + b_1 S + b_0}{a_k S^k + \dots + a_1 S + a_0}, \quad (3.5.12)$$

$$k \geq m$$

წარმოადგენს ოპერატორის ამ განზოგადოებულ სახეს და (3.5.12) ეწოდება „გადამცემი“ ფუნქცია, რომელიც აკავშირებს „შემავალ“ ან „გამომავალ“ ფუნქციებს.

ნახ.3.5.2, გ-ზე ნაჩვენები ხა-ის სქემაა (აქსონომეტრია) ნახ.3.5.2 ბ-ზე ფრეზის კინემატიკური სქემაა ამძრავით; ხოლო ნახ.3.5.2. ა-ზე ხა-ის ძალურ-ენერგეტიკული გაანგარიშების სქემაა.

ტექნოლოგიურ მოდულზე (2) დაკიდებული ფრეზი, რომელიც დადრმავებულია ნიადაგში h სიღრმით, კონტროლდება ზამბარული მექანიზმით; ფრეზი გადაადგილდება ხა-ის მარჯვენა და მარცხენა რელსების პერპენდიკულარულად სიჩქარით V_1 და (მოდების განით $B=0,7m$); ჯალამბრული ამძრავის საშუალებით. (რევერსიული ელძრავა, რედუქტორი, ჯალამბარი, ბაგირი,) სწარმოებს ფრეზის გადაადგილებას, რომლის სიჩქარესთან V_1 -თან შეთანხმებულია ფრეზის კუთხური სიჩქარე, ω რომელსაც ეწოდება მიწოდება, (იხ.ფორმულა (3.5.5) ან (3.5.9) რადგან ფრეზი დაკიდებულია და იმყოფება სადავის ზამბარული კონტროლის ქვეშ, თითქოს იგი არ უნდა განიცდიდეს კუთხის a -ს ცვალებადობას, მაგრამ იმის გამო რომ ჯალამბრის ტროსი დამუხრუჭების მომენტში გადადის შეკუმშული მდგომარეობიდან გაჭიმულ მდგომარეობაში და პირიქით ადგილი ექნება a -ს ცვალებადობას. ეს უკანასკნელი კი გამოიწვევს ჯერ დამატებით Δa კუთხის ნაზრდის გაჩენას, ხოლო შემდეგ კი ძალების ნაზრდსაც ΔR_x და ΔR_z სიღრმით. შესაბამისად განპირობებულია აგრეთვე ნიადაგის დამუშავების სიღრმის ცვალებადობაც Δh ნაზრდით. თუმცა ეს ცვალებადობა იმდენად მცირეა, რომ შეიძლება ხნულის ფსკერი ჩავთვალოთ არატალღურად.



ნახ.3.5.2 ნიადაგის ფრეზირების დინამიკური პარამეტრების გაანგარიშების სქემა ა);
 ფრეზის კინემატიკური სქემა - ბ); აქსონომეტრია -გ)

გ)- 1-ხიდური აგრეგატი რელსებით; 2- ტექნოლოგიური მოდული;

ა)- 3- ზამზარული დაკიდების სისტემა; 4- ფრეზის დამუშავების სიღრმეზე დაყენების ჩარჩო; 5- ჯალამბრის ბაგირი; 6- სადავე; 7- ტექნოლოგიური მოდულის სამოდრაო რელსები; 8- ფრეზი; 9- ჯალამბრის ამძრავი;

ბ)-10- გარე გადაცემა; 11- კონუსური გადაცემა; 12- მუშა ორგანო (ფრეზი); 13- რედუქტორი; 14- ელმძრავი; V_1 - ფრეზის მოძრაობის მიმართულება; V -ხა-ის მოძრაობის მიმართულება.

როგორც ცნობილია სატრაქტორო აგრეგატების მუშაობისას ადგილი აქვს ხნულის ფსკერის უსწორმასწორობას (ტალღურობას), რადგან ტრაქტორის თვლები განიცდიან ვერტიკალურ -ჰორიზონტალურ რხევებს, რაც გამოწვეულია საბურავების მასალებით, მათი მარკებით, წნევების სიდიდითა და ა.შ.

3.6. ფრეზირების პროცესის დინამიკური ანალიზი

ოპერატორის (W) მათემატიკური მოდელის მისაღებად ვისარგებლოთ ლიტერატურაში არსებული მრავალფეროვანი მასალებით და დავწეროთ ფრეზის ფუნქციონირების დიფერენსიალური განტოლება [19;69]

$$I\ddot{\alpha} = ML_1 \sin \alpha - R_z L_2 \sin \alpha - R_x L_2 \cos \alpha + Q L_3 \sin \alpha, \quad (3.6.1)$$

სადაც I - დაკიდებული ფრეზის მასის ინერციის მომენტი, კგმ²;

a - ფრეზის სადავის დაკიდების დახრის კუთხე, გრადუსებში;

M -ფრეზის მასა ტექნოლოგიურ მოდულთან ერთად, კგ (ტ);

L_i - მომენტის განსაზღვრის მხარი, მ; $L=1,2,3,\dots$,

R_z, R_x - ფრეზისადმი ნიადაგის წინააღმდეგობის ძალა, რაც მიღებულია დისკის ცენტრში, ნ;

Q - ვერტიკალური რეაქციის ძალის ტოლქმედი ძალა, ნ;

რადგან სატრაქტორო აგრეგატისაგან განსხვავებით დაკიდებული ფრეზი წონასწორ პირობებშია, (3.6.1) განტოლება მიიღებს სახეს.

$$ML_1 \sin \alpha - R_z L_2 \sin \alpha - R_x L_2 \cos \alpha + Q L \sin \alpha = 0, \quad (3.6.2)$$

თუ დავუშვებთ, რომ ფრეზი გადავიდა არათანაბარ რეჟიმზე სამუშაოდ მაშინ რეაქციის ძალები R_z^0, R_x^0 და Q^0 მიიღებენ ნაზრდებს

$$R_z = R_z^0 + \Delta R_z; \quad R_x = R_x^0 + \Delta R_x; \quad Q = Q^0 + \Delta Q, \quad (3.6.3)$$

რის შედეგადაც ფრეზის დაკიდების სადავე გადაიხრება $\Delta\alpha$ კუთხით.

$$\alpha = \alpha_0 + \Delta\alpha$$

სადაც „ θ “ -ოვანი ხარისხებით ნაჩვენებია ფრეზის დაუმყარებელი მოძრაობა. მაგრამ, რადგან ფრეზის დაკიდების გამო ეს კუთხე მცირეა, უფლება გვაქვს ჩავთვალოთ $\sin \Delta\alpha \approx \Delta\alpha$ ან $\cos \Delta\alpha = 1$, შედეგად (3.6.1) მიიღებს სახეს

$$I\ddot{\alpha} = ML_1 \sin(\alpha_0 + \Delta\alpha) - (R_z^0 + \Delta R_z) L_2 \sin(\alpha_0 + \Delta\alpha) - (R_x^0 + \Delta R_x) L_2 \cos(\alpha_0 + \Delta\alpha) + (Q^0 + \Delta Q) L_3 \sin(\alpha_0 + \Delta\alpha), \quad (3.6.4)$$

თუ აქ გავითვალისწინებთ (3.6.3) ფორმულას ეს უკანასკნელი გარდაიქმნება სახედ

$$I\Delta\ddot{\alpha} = A\Delta\alpha + (L_2 \sin \Delta\alpha) - \Delta R_z - (L_2 \cos\alpha_0)\Delta R_x + (L_3 \sin \Delta\alpha)\Delta Q, \quad (3.6.5)$$

სადაც

$$A = ML_1 \cos\alpha_0 - R_z^0 \cos\alpha_0 + R_x^0 L_2 \sin\alpha_0 + M^0 L_3 \sin\alpha,$$

შეიძლება ჩავთვალოთ მუდმივ სიდიდეებად, ხოლო რეაქციის ძალების ΔR_x , ΔR_z და წონა ძალის მნიშვნელობაზე იმოქმედებს Δa კუთხის გაჩენა.

ანუ თეორიულად

$$R_x = f_1(\alpha, \dot{\alpha}, t); \quad R_z = f_2(\alpha, \dot{\alpha}, t), \quad (3.6.6)$$

რა რთულიც არ უნდა იქნეს ფუნქციები (f_1 და f_2) მათი გაწრფივება (ლინეარიზაცია) ყოველთვის შეიძლება, რისთვისაც შეიძლება გამოყენებულ იქნას ფუნქციის დაშლა ტეილორის მეთოდით, რომელთაგან პრაქტიკულად იყენებენ ხოლმე მის პირველ ორ წევრს

$$F(x, y) = F(x_0; y_0) + \left. \frac{dF}{dx} \right|_0 \Delta x + \left. \frac{dF}{dy} \right|_0 \Delta y + \frac{1}{2!} \left. \frac{d^2 F}{dx^2} \right|_0 (\Delta x)^2 + \frac{1}{2!} \left. \frac{d^2 F}{dy^2} \right|_0 (\Delta y)^2 + \dots R \dots, \quad (3.6.7)$$

აქ

x_i და y_0 - ფრეზის მუშაობისას რეჟიმის დამახასიათებელი ცვლადებია, ხოლო Δx , Δy – x და y ცვლადების უმცირესი ნაზრდები.

$$\begin{aligned} x &= x_0 + \Delta x \\ y &= y_0 + \Delta y \end{aligned} \quad (3.6.8)$$

სადაც R -ტეილორის დაშლის ნარჩენი წევრი.

თუ შემოვიფარგლებით ტეილორისეული დაშლის პირველი რიგით მაშინ, ლინეარიზაციით მივიღებთ

$$F(x, y) \approx F(x_0; y_0) + \left. \frac{dF}{dx} \right|_0 \Delta x + \left. \frac{dF}{dy} \right|_0 \Delta y, \quad (3.6.9)$$

მაშინ, ფრეზზე მოქმედი რეაქციის ძალების ნაზრდები გამოისახება

$$\left. \begin{aligned} \Delta R_x &= \left. \frac{df_1}{d\alpha} \right|_0 \Delta\alpha + \left. \frac{df_1}{d\alpha} \right|_0 \Delta\alpha + f_1(t) \\ \Delta R_z &= \left. \frac{df_2}{d\alpha} \right|_0 \Delta\alpha + \left. \frac{df_2}{d\alpha} \right|_0 \Delta\alpha + f_2(t) \end{aligned} \right\}, \quad (3.6.10)$$

ნახაზიდან ჩანს, რომ $L_3 \Delta a$ არის ფრეზის კორპუსზე მოქმედი დეფორმაცია, რომელიც გამრავლებული ზამბარული დრეკადობის სიმტკიცეზე C გვაძლევს

ფრეზის თამასაზე მოქმედი ძალის ნაზრდს DM , ანუ $DQ=CL_3Da$; თუ ΔR_x , ΔR_z და DQ შევიტანთ (3.6.5) მივიღებთ

$$I\ddot{\Delta\alpha} = B\ddot{\Delta\alpha} + C\Delta\alpha = Df(t), \quad (3.6.11)$$

სადაც

$$B = \left. \frac{df_2}{d\alpha} \right|_0 L_2 \sin \alpha_0 + \left. \frac{df_1}{d\alpha} \right|_0 L_2 \cos \alpha_0, \quad (3.6.12)$$

$$C = \left. \frac{df}{d\alpha} \right|_0 L_2 \sin \alpha_0 + \left. \frac{df_1}{d\alpha} \right|_0 L_2 \cos \alpha_0 - A - CL_3 \sin \alpha_0, \quad (3.6.13)$$

$$D \cdot f(t) = -L_2 [f_1(t) \cos \alpha + f_2(\sin \alpha_0)], \quad (3.6.14)$$

თუ შემოვიღებთ აღნიშვნებს:

$$T_1^2 = \frac{1}{c}; \quad T_2 = \frac{B}{c}; \quad K = \frac{d}{c}, \text{ მაშინ (3.6.11) გადაიწერება სახით}$$

$$T_1^2 \ddot{\Delta\alpha} + T_2 \ddot{\Delta\alpha} + \Delta\alpha = Kf(t), \quad (3.6.15)$$

სადაც T_1 და T_2 არის ინერციული და დემფირული (ჩამხშობი) მოვლენების გამთვალისწინებელი კოეფიციენტები დროს განზომილებაში;

K - სადავის დაწოლის გაძლიერებაა, განზომილებით 1/წ;

$F(t)$ - ფრეზის მოსალოდნელი აგზნება.

თუ (3.6.15) განტოლებას ჩავწერთ ოპერატორის ფორმით $P = \frac{d}{dt}$ მიიღებს სახეს

$$(T_1^2 P^2 + T_2 P + 1) \Delta\alpha = Kf(t), \quad (3.6.16)$$

საიდანაც

$$\Delta\alpha = W[f(t)], \quad (3.6.17)$$

ხოლო ოპერატორი (გადამცემი ფუნქცია) წარმოგვიდგება სახით

$$W = \frac{K}{T_1^2 P^2 + T_2 P + 1}, \quad (3.6.18)$$

იმისათვის, რომ მივიღოთ თამასის მდებარეობის ცვალებადობა Δa კუთხესთან დამოკიდებულებით, საჭიროა ვიცოდეთ შემავალი ფუნქციის კონკრეტული მნიშვნელობა; იგი ცნობილია, მაგრამ მისი მათემატიკური ფორმა უცნობია, მაგრამ ფლობს სტატიკური ცვალებადობის მათემატიკურ ფორმას.

აქედან გამომდინარე, $f(t)$ ფუნქციის ნაცვლად შეიძლება ვისარგებლოთ კონკრეტული ერთეული ფუნქცია სახით $f(t) = 1(t)$ მაშინ (3.6.16) განტოლების ნაცვლად მივიღებთ დამახასიათებელ გამოსახულებას

$$(T_1^2 P^2 + T_2 P + 1) = 1(t), \quad (3.6.19)$$

დიფერენციალური განტოლებების თეორიიდან ცნობილია განტოლებების (3.5.2) და (3.5.4) ამოხსნის მეთოდიკა, რომელიც შედგება ორი გადაწყვეტისაგან : ზოგადი $\Delta\alpha_n$ და კერძო $\Delta\alpha_z$; $\Delta\alpha = \Delta\alpha_n + \Delta\alpha_z$ მაშინ (3.6.19) დან გვექნება კვადრატული განტოლება მისივე ფესვებით [69]

$$(T_1^2 P^2 + T_2 P + 1)\Delta\alpha_n = 0, \quad (3.6.20)$$

$$T_1^2 \lambda^2 + T_2 \lambda + 1 = 0, \quad (3.6.21)$$

საიდანაც

$$\left. \begin{aligned} \lambda_1 &= \frac{x}{2T_1^2} \left(-T_2 + \sqrt{T_2^2 - 4T_1^2} \right) \\ \lambda_2 &= \frac{1}{2T_1^2} \left(-T_2 - \sqrt{T_2^2 - 4T_1^2} \right) \end{aligned} \right\}, \quad (3.6.22)$$

ამ ფესვების საფუძველზე გარდამავალი ფუნქციის ზოგად გადაწყვეტას ექნება სახე

$$\Delta\alpha = C_1 \ell^{X_1 t} + C_2 \ell^{X_2 t}, \quad (3.6.23)$$

სადაც $f(t) = 1(t)$ გვაქვს $\Delta\alpha_z = K$ მაშინ (3.6.19) ამოხსნით გვექნება

$$\Delta\alpha = C_1 \ell^{X_1 t} + C_2 \ell^{X_2 t} + K, \quad (3.6.24)$$

თუ მივიღებთ $t = 0$ და მაშინ გვექნება ასეთი საწყისი პირობა

$$\Delta\alpha = 0; \quad \frac{d[\Delta\alpha]}{dt} = 0$$

მაშინ

$$C_1 = \frac{K\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1}; \quad C_2 = \frac{K\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}, \quad (3.6.25)$$

რის გამოც

$$\Delta\alpha = K \left(1 - \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \ell^{X_1 t} + \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} \ell^{X_2 t} \right), \quad (3.6.26)$$

სწორედ ესაა (3.6.19)-ს ზოგადი ამოხსნა. თუ გავანალიზებთ მიღებულ გადაწყვეტას (3.6.22) -ის გათვალისწინებით მივიღებთ თამასას $4a$ კუთხის ცვალებადობის სხვადასხვა მნიშვნელობებს.

ამრიგად, ხა-ის ტექნოლოგიური მოდულის დაპროექტების დროს უნდა განვთავისუფლდეთ მოსალოდნელი რხევითი მოვლენებისაგან, რაც უაღრესად მნიშვნელოვანია საექსპლოატაციო საიმედოობის თვალსაზრისით.

3.7. ნიადაგის ფრეზირების კლასიკური საფუძვლები.

ბოსტნეულ კულტურებში, როგორც არაერთხელ აღინიშნა, ძირითადი ტექნოლოგიური პროცესია ნიადაგის დამუშავება და თანაც რაც შეიძლება მაღალი ხარისხით, რაც ნიშნავს ნიადაგის უწვრილეს ბელტებად (აგრეგატებად, კომტებად) დამუშავებას. იგი მნიშვნელოვნად ეწინააღმდეგება ამ კულტურის აღმოცენებას, სწორხაზობრიობის დარღვევას რიგებში, მას ერევა სარეველები და გამარგვლის ჩატარების შედეგად ადგილი აქვს ჩითილების ან მისი აღმონაცენის დაზიანებას და საბოლოო ჯამში მოქმედებს მოსავლიანობაზე.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ხსენებულ კულტურებში გამოყენებული უნდა იქნეს ნიადაგის წვრილ კომტებად დამამუშავებელი მანქანები, რომლის, საუკეთესო წარმომადგენელია თანამედროვე ფრეზები. თუ ადრე ფრეზების დისკი მუშაობის ეფექტიანობა განისაზღვრებოდა დამქუცმაცებელი დისკოს კონსტრუქციით, დღეს ეს საკითხი წყდება აქტიური მაბრუნე მომენტით, რომელიც იძულებით აბრუნებს დისკოს და აწარმოებს ნიადაგის დამუშავებას ტრაქტორებში ძალის ამრთმევი ლილვის (*BOM*) გამოყენებით. ასეთი კონსტრუქციები საშუალებას იძლევა საკმაოდ ფართო დიაპაზონში შევარჩიოთ ბელტის ზომები. გარდა აღნიშნულისა ფრეზები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან დანების მრავალფეროვნებით (კონსტრუქციულად) რაც კიდევ უფრო ააქტიურებს ფრეზების გამოყენებას ბოსტნეული და სხვა დაბალღეროანი კულტურების წარმოებაში.

ნახ. 3.7.2 ნაჩვენებია ფრეზის კონსტრუქცია და განვიხილოთ ამ მხრივ ნ. ი. კლინინის, ვ.ა. საკუნის ა. ბ. ლურიეს და სხვა ავტორების მიერ დამუშავებული თეორია ფრეზების შესახებ [20;70;76].

განვიხილოთ ფრეზის დანის მუშაობა ნახ.3.5.2 მოცემული სქემის მიხედვით.

გადაადგილების დაწყებისთანავე (დისკო ბრუნავს ω კუთხური სიჩქარით, ხოლო ფრეზი გადაადგილდება V_i სიჩქარით) ფრეზი დანის უკიდურესი წერტილი A მდებარეობს A_0 წერტილში და t დროში გაივლის მანძილს $S=Vt$, ხოლო დანებიანი დისკო იბრუნებს $\omega t \left(\frac{\text{რად}}{\text{წმ}} \right)$ კუთხური სიჩქარით. ამ დროში ფრეზის დისკი გადაადგილდება O წერტილიდან O_i წერტილამდე. შედეგად დანის A_i წერტილის კოორდინატები ჩაიწერება ცნობილი გამოსახულებით:

$$\begin{aligned} X_i &= Vt + \tau \cos \omega t \\ Y_i &= \tau \sin \omega t \end{aligned} \quad (3.7.1)$$

აქ τ დისკოს რადიუსია;

(3.7.1) განტოლებებს ახასიათებენ A წერტილის აბსოლიტურ მოძრაობას პარამეტრულ ფორმაში; მოძრაობის ეს სახე მათემატიკური ტერმინოლოგიის არის ე.წ. „ციკლოიდა“ (ტრახოიდა). ეს ფორმა დამოკიდებულია ე.წ.კინემატიკური რეჟიმის λ მაჩვენებელზე, რომელიც გამოითვლება ფორმულით

$$\lambda = u/V, \quad (3.7.2)$$

სადაც u - არის A წერტილის წრიული სიჩქარე მ/წმ;

თუ მივიღებთ, რომ $\omega t = \varphi$, ხოლო $u = \omega \tau$ (აქ τ დისკოს რადიუსია), მაშინ მათგან მივიღებთ

$$t = \varphi/\omega \quad \text{ან} \quad t = \varphi\tau/u, \quad (3.7.3)$$

თუ (3.7.1) -ში შევიტანთ t და ωt გამოსახულებებს $\varphi\tau/u$ და φ , ხოლო შევცვლით u/v λ - თი, მივიღებთ

$$\left. \begin{aligned} X_i &= \tau \left(\frac{\varphi}{\lambda} + \cos \varphi \right) \\ Y_i &= \tau \sin \varphi \end{aligned} \right\} \quad (3.7.4)$$

თუ $\lambda < 1$ A წერტილის ტრაექტორია გვადლევს ტრაექტორიის ფორმას (ნახ.3.5.2), ხოლო $A < 1$, მაშინ გვექნება ფორმა (ნახ.3.7.1 ბ). თუ წინ მიმავალი დანა ხსენებული A წერტილით შემოიწერს ერთ ტრაექტორიას (ნახ.3.7.2), მაშინ მომდევნო დანის ამავე წერტილის ტრაექტორია გადაინაცვლებს ჰორიზონტზე მანძილით L_z , რომელსაც ეწოდება დანის მიწოდება და განისაზღვრება ფორმულით:

$$L_z = Vt_z, \quad (3.7.5)$$

სადაც t_z -დროა, რომლის განმავლობაშიც დანა დაიკავებს ახალ პოზიციას დისკოს შემობრუნების გამო, მათ შორის ცენტრალური კუთხით. რაც მეტია დანების რაოდენობა დისკოზე მით მცირეა t_z . შესაბამისად

$$t_z = t_{\text{ბრ}}/z, \quad (3.7.6)$$

სადაც $t_{\text{ბრ}}$ - დისკოს ერთი შემობრუნებისას დახარჯული დროა;

z - დანების რიცხვი დისკოზე;

დისკოს ერთ შემობრუნებაზე დახარჯული დრო განისაზღვრება მიღებული პირობით

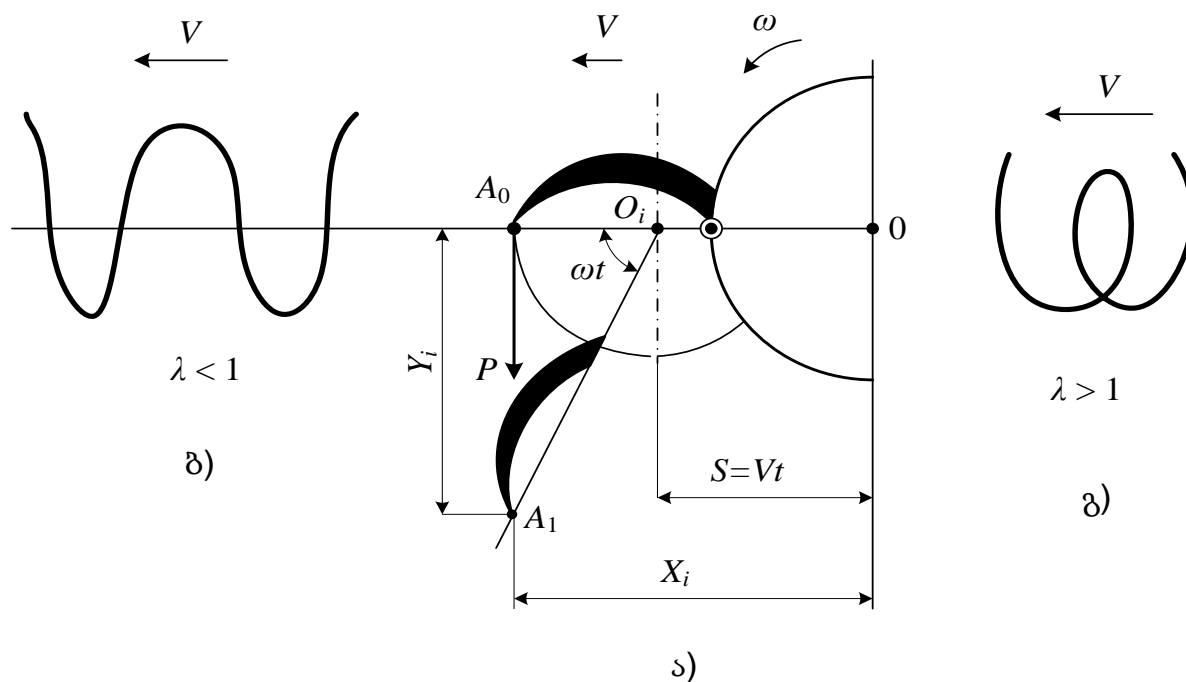
$$\omega t_{\text{ბრ}} = 2\pi \text{ ან } t_{\text{ბრ}} = 2\pi/\omega \text{ ხოლო } t_z = 2\pi/\omega z, \quad (3.7.7)$$

თუ ამ უკანასკნელს შევიტანთ (3.7.5) გვექნება

$$L_z = 2\pi V/\lambda z, \quad (3.7.8)$$

ან თუ ამ უკანასკნელის მრიცხველსა და მნიშვნელს გავამრავლებთ Z -ზე და შევცვლით u/v -ს λ - თი მივიღებთ

$$L_z = 2\pi\tau \cdot \lambda z^{-1}, \quad (3.7.9)$$



ნახ.3.7.1 როტაციული ფრეზის სამუშაო ორგანოს წერტილების ტრაექტორია

- ა) მოძრაობის განტოლების შედგენის სქემა;
- ბ) A-წერტილის ტრაექტორია როცა $\lambda < 1$;
- გ) A-წერტილის ტრაექტორია როცა $\lambda > 1$;

ნახაზიდან φ კუთხის მქონე წახაზული სამკუთხედიდან (ნახ.3.7.2) ბელტის დაქუცმაცების ხარისხი δ_{\max} გამოითვლება ფორმულით $\delta_{\max} = L_z \cos \varphi$, იქვე ნახაზიდან ჩანს, რომ $a = \tau - \tau \sin \varphi$, სადაც $\sin \varphi = 1 - \frac{a}{\tau}$; თუ ავლნიშნავთ $\frac{a}{\tau} = m$ გვექნება $\varphi = 1 - m$, ხოლო $\cos \varphi = \sqrt{2m - m^2}$ (აქ გამოყენებულია დაყვანის ფორმულები და კვადრატული განტოლების ფესვები $\cos \varphi = \pm \sqrt{1 - \sin^2 \varphi}$, და $(1 - m)^2 = 1 - 2m + m^2$)

თუ ჩავსვამთ $\cos \varphi$ ნაცვლად მის მნიშვნელობას, რომელიც დაკავშირებულია m -თან ფარდობასთან მივიღებთ

$$\delta_{\max} = Sz \sqrt{2m - m^2}, \quad (3.7.10)$$

ამ ფორმულიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ უცვლელი მიწოდების შემთხვევაში m -ის შემცირებით ($m = \frac{a}{\tau}$) ნიადაგის დამუშავების სისქე მცირდება (ან დაქუცმაცების ხარისხი იზრდება); ექსპერიმენტიდან m იღება $m = 0,7-0,8$; როგორც

ვხედავთ δ_{\max} ცვლადია, რადგან ბელტის მოჭრის პროცესში მისი სისქე განუწყვეტლივ იცვლება მაქსიმუმიდან -მინიმუმამდე ; (იხ.წაშტრიხული ნაწილი).

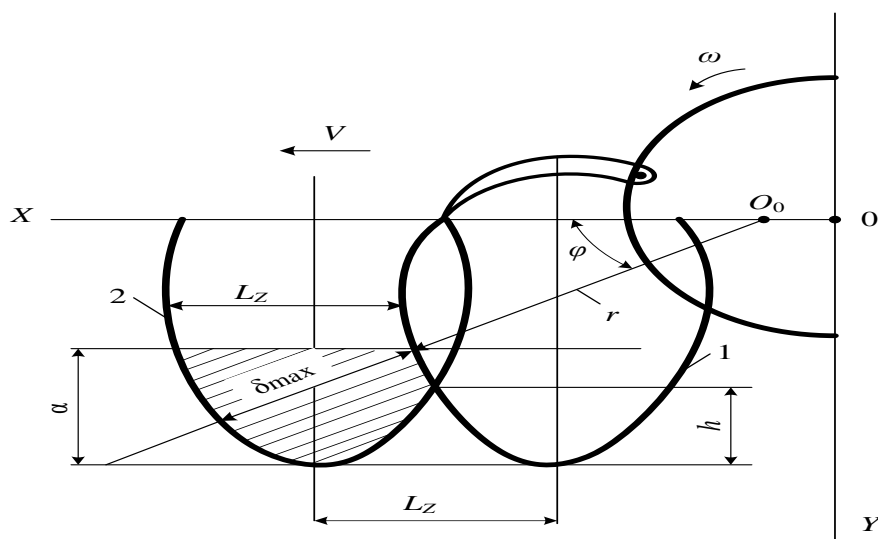
თუ ცნობილია დანების დაღრმავების სიღრმე a , მაშინ აგროტექნიკიდან გამომდინარე მიღებულია $h \leq 2a$; პრაქტიკულად აგრეთვე ცნობილია, რომ მიწოდებისას $\lambda=3-6$ სმ. შეიძლება სასურველი დაქუცმაცების ხარისხის მიღება ბოსტნეული კულტურების თესვა-აღმოცენებისათვის;

ამრიგად, დანების მუდმივი რიცხვების შემთხვევაში δ -ს მინიმიზაცია შეიძლება λ -ს საშუალებით, რომელსაც ფორმულიდან აქვს სახე

$$\lambda = \frac{2\pi\tau}{L_z \cdot Z} , \quad (3.7.11)$$

თუ ჩავსვით ამ ფორმულაში L_z -ის მნიშვნელობას, რომელიც გამომდინარეობს კონსტრუქციული თავისებურებებიდან, გვექნება კინემატიკური რეჟიმის λ მნიშვნელობა, რომელზეც უნდა აიწყოს აგრეგატი რომ მივიღოთ ნიადაგის დაქუცმაცების სასურველი ხარისხი. თუ დისკოზე დანების რაოდენობაა $Z=3-8$ დანა, მაშინ კინემატიკური მაჩვენებელი $\lambda=2-4$ (ძველმოხნული ნიადაგებისათვის) და $\lambda=4-16$ შედარებით დამუშავებული ნიადაგებისათვის.

თანამედროვე როტაციული მანქანების სამუშაო სიჩქარეები შეადგენენ 11-1,7 მ/წმ
 $11-1.7 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}} \left(4-6 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}} \right)$



ნახ.3.7.2. ფრეზის მუშაობის ძირითადი პარამეტრების განსაზღვრის სქემა

1,2-წინა და მომდევნო დანების ტრაექტორიები.

ამრიგად, თუ მიწოდებას შევცვლით იცვლება კინემატიკური რეჟიმის მაჩვენებელი ან ოპტიმალური რაოდენობის დანების შერჩევა დისკზე ნიშნავს ვცვალოთ ტექნოლოგიური პროცესის ხარისხის მაჩვენებელი-ნიადაგის დაქუცმაცების ხარისხი.

როგორც ნახაზიდან (3.7.2) ჩანს, მეზობელი ციკლოიდების მარყუჟები ერთმანეთს კვეთენ h სიმაღლეზე, რაც იმას ნიშნავს, რომ ფრეზირებისას ხნულის ფსკერი უსწორმასწოროა და ყველაზე მაღალია იგი Lz -მანძილზე. შესაბამისად თხემის სიმაღლე მცირდება λ და Z გაზრდით. გარდა აღნიშნულისა მიწოდება კავშირშია ნიადაგის დაქუცმაცების ხარისხთან δ აპრიორულად შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ თხემის სიმაღლე ფრეზის დაკიდების შემთხვევაში გაცილებით მცირე იქნება ვიდრე ნებისმიერი სატრაქტორო აგრეგატის მიერ ჩატარებული ტექნოლოგიური პროცესი.

ფრეზის დისკოს ბრუნვის დანის ნიადაგში შესვლის მომენტში ეს ძალა მაქსიმალურია რაც დაკავშირებულია ბელტის მოჭრასთან, ხოლო შემდეგ მცირდება ეცემა. ნიადაგის ჭრის ხვედრითი წინაღობა დამოკიდებულია მის ფიზიკო-მექანიკურ თვისებებზე, ბელტის ზომებზე (დანის მიწოდება) და მოძრაობის სიჩქარეზე. მცირე მიწოდებაზე ხვედრითი წინაღობა დიდია, ხოლო წინააღმდეგ შემთხვევაში ეს აიხსნება იმითაც, რომ დანის დიდ მიწოდებისას ნიადაგის დაქუცმაცება იზრდება. ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ ენერჯის დანახარჯი ფრეზირებაზე მეტია ვიდრე გუთნით დამუშავების შემთხვევაში.

ქვემოთ, თავი -4 მიძღვნილია როტაციული ფრეზის ექსპერიმენტალურ კვლევასა და ფრეზირების პროცესის ხარისხობრივი პარამეტრების გაუმჯობესების საკითხებს.

3.8. ხიდური აგრეგატის საექსპლოატაციო რეჟიმების ოპტიმიზაცია.

ხიდური აგრეგატისთვის ენერგეტიკული წყაროს შერჩევის მიზნით, ზემოთ ჩატარებულია, რიგი საინჟინრო გაანგარიშებები და მიღებულია სისტემის მოძრაობის სიჩქარე, აჩქარება, გადაადგილებისათვის საჭირო ძალები, სიმძლავრეები და ა.შ. მაგრამ ეს საკმარისი არაა საკითხის თანამედროვე მოთხოვნებიდან გამომდინარე.

საჭიროა თეორიულად შესწავლილი იქნას სისტემის ე.წ.გარდამავალი რეჟიმების ხასიათი, მოტანილი პარამეტრების, კერძოდ სიმძლავრის კორექტირების მიზნით. სამეცნიერო-კვლევითი თვალსაზრისით ხა-ი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

1. ელექტროძრავების ბრუნვათა რიცხვის რეგულირების შესაძლებლობა საშუალო დიაპაზონში (3:1). ამ პროცესში ადვილდება ხა-ის დამუხრუჭების პროცესი, რაც დადებითად მოქმედებს მის ტექნოლოგიურ საიმედოობაზე.

2. ამძრავს უნდა ჰქონდეს საკმაოდ ხისტი მახასიათებელი, რომ არ მოხდეს რეგულირებების შეფერხება რეჟიმების ცვლის დროს.

3. ე.წ. გარდამავალ პროცესების დროს უნდა შეიზღუდოს აჩქარებები. დასაშვებ ზღვრებში. საუბარია ისეთ მოვლენებზე, რომლებმაც ხშირად შეიძლება იჩინოს თავი ხა-ის მუშაობის პროცესში სხვადასხვა რეჟიმების დროს სავალი თვლების ბუქსაობის ან გაქანების დროს, ან მყისიერი დამუხრუჭებისას.

4. ელექტროამძრავს უნდა ჰქონდეს რევერსირების შესაძლებლობა, როგორც ძრავის მუშაობის, ასევე დამუხრუჭების პროცესში [113].

ხა-ში დინამიკური დატვირთვები წარმოიშობა სხვადასხვა რეჟიმების (გაშვება, გაჩერება, რევერსი და სხვა) ცვლილებების პროცესში, როცა ძრავის მიერ განვითარებული მომენტის M შეწონასწორება სწარმოებს ძრავის ლილვზე განვითარებული სტატიკური მომენტით $M_{სტ}$ და ძალური მექანიზმების დინამიკური მომენტებით $M_{დინ}$ წარმოქმნილი ინერციის ძალებით. ზოგადად ამ სისტემის მოძრაობის განტოლებას აქვს სახე [59;64;93]

$$\pm M = M_{დინ} \pm M_{სტ}, \quad (3.8.1)$$

დინამიკური მომენტის სიდიდე და მიმართულება $M_{დინ}$ განისაზღვრება M და $M_{სტ}$ სიდიდითა და მიმართულებით. ამიტომ ძრავას მომენტის დინამიკური შემადგენელი შეიძლება მოიძებნოს ფორმულით.

$$M_{დინ} = I_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt}, \quad (3.8.2)$$

სადაც I_{Σ} ძრავის ლილვზე დაყვანილი ჯამური ინერციის მომენტია კგმ², რომელიც მოიცავს ძრავის როტორისა I_{δ} ინერციისა და მბრუნავი და სწორხაზობრივ

მოდრაობაში მყოფი მასების დაყვანილ ინერციის მომენტების ჯამს, $I_{დაყ}$ კგმ², $d\omega/dt$ ძრავის ლილვის კუთხური სიჩქარეა აჩქარებისა თუ დამუხრუჭების პროცესში რად/წმ. გაანგარიშების დროს ხშირად და მით უფრო ისეთ არატრადიციულ აგრეგატში, როგორც ხა-ია, სხვადასხვა დეტალებისა და მექანიზმების ინერციის მომენტებს სიმცირის გამო როცა $\omega \approx \omega_0$ აღარ ანგარიშობენ, მაგრამ მათი გავლენისაგან თავის დაზღვევის მიზნით მაინც იღებენ კოეფიციენტს $K=1.15-1.2$, ანუ

$$I_{\Sigma} = KI_0 + m_{\Sigma} \left(\frac{v}{\omega_0} \right)^2, \quad (3.8.3)$$

სადაც m_{Σ} -ხა-ის სწორხაზობრივ მოძრაობაში მყოფი ელემენტების ჯამური მასაა, კგ.

ხა-ის მექანიზმების აჩქარებისა თუ შენელების პროცესში, რედუქტორის გავლით წარმოებს სიმძლავრის გადაცემა, რათა შეიცვალოს მბრუნავი ნაწილების კინემატიკური ენერჯის მარაგი. ამასთან დაკავშირებით მექანიკურ გადაადგილებაზე ენერჯის დანაკარგი გარდამავალ პროცესებისას იზრდება, რაც გვაიძულებს გავითვალისწინოთ 3.8.3 ფორმულაში კიდევ ერთი მარგიქმედების კოეფიციენტი. მქკ -3

აჩქარების დროს ენერჯია მიდის ძრავიდან ტრანსმისიისკენ, ხოლო დამუხრუჭების დროს პირიქით-ტრანსმისიიდან ძრავისკენ, ანუ შესაბამისად 3.8.3 ფორმულიდან გვექნება

$$I_{\Sigma} = kI_z + \left[m_{\Sigma} \left(\frac{v}{\omega_z} \right)^2 \right] : \eta; \quad I_{\Sigma} = kI_z + m_{\Sigma} \left(\frac{v}{\omega_z} \right)^2 \cdot \eta, \quad (3.8.4)$$

ამრიგად ხა-ის ტრანსმისიებში გარდამავალი პროცესების დროს წარმოქმნილი დანაკარგების გათვალისწინება გამორიცხავს უხეშ შეცდომებს ძრავის სიმძლავრის შერჩევის პროცესში.

ხა-ის ძრავას დატვირთვა როგორც ზემოთ აღინიშნა განპირობებულია შექმნილი წინააღმდეგობებით, რომელიც წარმოადგენს წონა ძალების ხახუნის ძალების და ტექნოლოგიურ პროცესის წინააღმდეგობათა ჯამს და გამოითვლება ფორმულით

$$N_{ბ.ს} = \frac{10^{-3} G_{ბ.ს} (\mu + f) V}{R \eta} \cdot K_1, \text{ კვტ} \quad (3.8.5)$$

სადაც $G_{\text{ხ}}$ - ხა-ის საერთო წონაა, ნ; V - ხა-ის გადაადგილების სიჩქარე, მ/წმ; R - ხა-ის სავალი თვლის რადიუსი, მ; μ -საყრდენ თვლებში ხახუნის კოეფიციენტი; f - გორვის წინაღობის კოეფიციენტი. ($G_{\text{ხ}}=11$ ტ; $V=0,5$ მ/წმ; $R=0,25$ მ; $\mu=0,015-0,02$; $f=0,0005-0,0012$).

დატვირთვის ხარისხის მიხედვით, განსხვავებით საქარხნო ხა-ისა, სამიზნე აგრეგატზე საჭიროა დამონტაჟდეს ასინქრონული ძრავა მიმდევრობითი აგზნებით, რომლის სტატიკური მომენტი იანგარიშება ფორმულით

$$M_{\text{სტ}} = \frac{N_{\text{ხა}} \cdot R \cdot 10^3}{V \cdot i}, \quad (3.8.6)$$

სადაც საანგარიშო ნომინალური კუთხური სიჩქარე იანგარიშება ცნობილი ფორმულით

$$\omega = \nu i / R, \quad (3.8.7)$$

აქ i ხა-ის ძრავსა და სავალ თვლებს შორის ჭია რედუქტორისა და ჯაჭვური გადაცემის საერთო გადაცემის რიცხვია და ჩვენი შემთხვევისთვის $i=76$. ($i=\omega R/\nu$) ფორმულებით (3.8.5), (3.8.6) და (3.8.7) გავიანგარიშეთ შესარჩევი ელექტროძრავის სიმძლავრე, მაზრუნი მომენტი და კუთხური სიჩქარე, შესაბამისად

$$N_{\text{ა}}=3,3 \text{ კვტ}; \quad M_{\text{ნომ}}=21,76 \text{ მ}; \quad \omega_{\text{ნომ}}=152 \text{ რად/წმ}$$

ამ მონაცემების საფუძველზე კატალოგებიდან შევარჩიეთ ძრავის სტანდარტული პარამეტრები: ძრავის მარკა 4A132S4, ასინქრონული 4A სერიით, მოკლე ჩართული როტორით 380/220v, 50 ჰერცი.

ძრავის პარამეტრებია:

$$N_{\text{ა}}=3 \text{ კვტ}, n=1330 \text{ ბრ/წუთ} (\omega=152 \text{ რად/წმ}); \cos\varphi=87,5,$$

$$\omega_0/\omega_{\text{ნომ}}=1,05; \quad I=0,0112 \text{ კგმ}^2; \quad \text{მასა } g=42 \text{ კგ};$$

$$M_{\text{მაკ}}/M_{\text{ნომ}}=2; \quad M_{\text{მინ}}/M_{\text{ნომ}}=1,6; \quad M_{\text{მაკ}}/M_{\text{ნომ}}=2,4;$$

$$\text{ან შესაბამისად } \eta_0=1,05; \quad \eta_{\text{ნომ}}=159,6 \text{ რად/წმ}; \quad M_{\text{მაკ}}=2,4; \quad M_{\text{ნომ}}=52,86 \text{ მ}$$

$$M_{\text{მაკ}}=2; \quad M_{\text{ნომ}}=43,4 \text{ ნმ}; \quad \text{სადაც } \eta_0\text{- ძრავას უქმი სვლის კუთხური სიჩქარეა}$$

შერჩეული ძრავის მექანიკური მახასიათებლის გარეგანი მრუდის ასაგებად

ვისარგებლოთ აკად.რ.მახაროზლიძის მიერ შემოთავაზებული თეორიით და შევირჩიოთ მრუდის აპროქსიმაციისათვის წრფის განტოლება [79;113]

$$M=A+Bu, \tag{3.8.8}$$

სადაც კოეფიციენტი A და B გამოითვლება გამოსახულებებით

$$A = \frac{M_{\text{ნომ}} \cdot \omega_0}{\omega_0 - \omega_{\text{ნომ}}}; \quad B = \frac{M_{\text{ნომ}}}{\omega_0 - \omega_{\text{ნომ}}}, \tag{3.8.9}$$

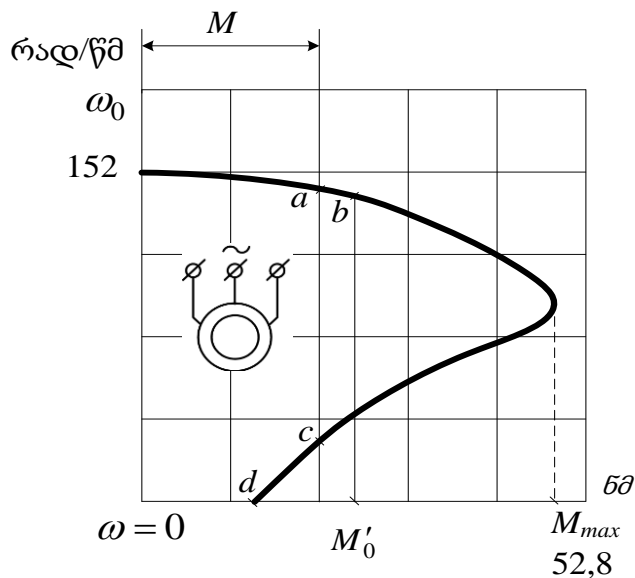
სათანადო მნიშვნელობების ჩასმის შედეგად $A=455,7$; $B=2,7$ (3.8. 8) განტოლება მიიღებს სახეს

$$M= 455,7- 2,7\omega, \tag{3.8.10}$$

(3.8.10) განტოლება ამყარებს დამოკიდებულებას ელძრავის მგრეხავ მომენტსა და კუთხურ სიჩქარეს შორის. $M=f(\omega)$, ანუ ω -ს განსაზღვრულ სიდიდეს შეესაბამება მგრეხავი მომენტის განსაზღვრული მნიშვნელობა.

შევადგინოთ სათანადო ცხრილი და ავავოთ ხა-ის ელძრავის მექანიკური მახასიათებელი (იხ.ნახ 3.8.1)

$\omega_{\text{ნომ}}$, რად/წმ	152	140	130	120
M , ნმ	453	77,7	104,7	131,7



ნახ. 3.8.1. ასინქრონული ძრავას მექანიკური მახასიათებლის დამახასიათებელი წერტილები

ხა-ი, ისე როგორც ნებისმიერი სასოფლო-სამეურნეო აგრეგატი, განუწყვეტლივ იცვლის ხოლმე სამუშაო რეჟიმებს-დატვირთვის მოხსნისას, გადატვირთვისას, დამუხრუჭებისას, ტექნოლოგიური პროცესის შეწყვეტისას და ა.შ. დინამიკის თვალსაზრისით ყველაზე საინტერესოა გადატვირთვა, როცა სწარმოებს ხა-ის ამძრავის მუშაობის შენელება წვევითი წინააღმდეგობის არა მარტო გაზრდით, არამედ ოსცილოგრამაზე წინაღობის სინუსური ცვალებადობისას პიკებს შორის მანძილების გაწელვისას, რაც ქმნის ძრავის დაუმყარებელ რეჟიმზე მუშაობის პრეცედენტს [66].

ამ პრობლემას მიეძღვნა მრავალი შრომა, ისეთი ცნობილი მეცნიერებისა, როგორებიც იყვნენ აკად.ბოლტინსკი, პროფ. ქირტაია და სხვები. ანალოგიური მდგომარეობა შეიძლება შეიქმნეს ელექტროძრავების გამოყენების შემთხვევებისას, რაც მიანიშნებს იმას, რომ ახალი არაორდინალური აგრეგატების შექმნის დროს საჭიროა სიფრთხილით მოვეკიდოთ ძირითადი დინამიკური პარამეტრების შერჩევას [72]. თუ წინააღმდეგობის მომენტებმა გადააჭარბა სტატიკურ მომენტს ($M_0 > M_{სტ}$), ხა-ის მექანიკური მახასიათებლის დამახასიათებელი წერტილი გადადის მრუდის დაუმყარებელი ძრავის შედეგზე, რის გამოც ბრუნვათა რიცხვი შესაძლოა ნულამდე დაეცეს (იხ.ნახ.3.8.1.) როგორც ნახაზიდან ჩანს u -ს ღერძზე (ორდინატზე) ნებისმიერი წერტილი შეესაბამება მომენტის განსაზღვრულ მნიშვნელობას (M_0); მრუდი ორი შტოსგან შედგება: დამყარებული ძრავის შესაბამის შტო $M_{აქ}$ -მდე პირველი და $M_{აქ}$ -დან მრუდის აბსცთა ღერძის გადაკვეთამდე- მეორე. თუ დატვირთვა იმდენად გაიზარდა, რომ წინააღმდეგობის მომენტი გასცდა $B M_0$ ვერტიკალს მარცხნივ და მიუახლოვდა C წერტილს, მაშინ CA შტოზე შესვლისთანავე დაიწყება ძრავის დაუმყარებელი მუშაობა, რომელიც ანგრევს ძრავას, ამძრავის აქსესუარებს და მწყობრიდან გამოყავს ისინი. რაც შეეხება რეჟიმების ცვლილებას M_0 წერტილამდე, დროის ამ ხანგრძლივობას ძრავი ვერ იგრძნობს, რათგან მას შთანთქავს მბრუნავი ნაწილების ინერციის მომენტების ჯამური მნიშვნელობა. ძრავი გააგრძელებს მუშაობას მშვიდად და შეუფერხებლად.

ამრიგად, ხა-თვის ასინქრონული ძრავის შერჩევის საბოლოო კონტროლი მოკლევადიანი გადატვირთვების პირობებიდან გამომდინარე უნდა აკმაყოფილებდეს უტოლობას.

$$0,8\lambda M_{\text{ნომ}} \geq M_{\text{სტ}}, \quad (3.8.11)$$

სადაც λ - ძრავას დატვირთვის ხასიათია [93] 0,8-მოკლედჩართული ასინქრონული ძრავებისათვის ძაბვის შესაძლო შემცირების სიდიდეა (=10%) $M_{\text{ნომ}}$ ძრავის სტატიკური მომენტია, ნმ.

შერჩეული ძრავი უნდა აკმაყოფილებდეს აგრეთვე გაქანებასა თუ დამუხრუჭების საიმედოობას რისთვისაც ძალაში უნდა იყოს უტოლობა

$$M_{\text{კატ}} = (M_{\text{მინ}} + M_{\text{მაქ}}) / 2 \geq 1,5 M_{\text{სტ}} \quad (3.8.12)$$

$M_{\text{კატ}}$ - გაანგარიშებული და კატალოგი კორექტირებული მომენტია, ნმ;

$$(აქ M_{\text{მინ}} \geq 1,2 M_{\text{სტ}})$$

შერჩეული ძრავის საბოლოო შემოწმება უნდა ჩატარდეს დანადგარის ხაზოვანი გაქანებისა და დამუხრუჭების საშუალო მნიშვნელობით. $a_{\text{საშ}}$ რომელიც თავის მხრივ გამოითვლება გამოსახულებით

$$a_{\text{საშ}} = V_{\text{ხა}} / t_{\text{ციკ}}, \quad \text{მ/წმ}^2 \quad (3.8.13)$$

აქ $V_{\text{ხა}}$ - ციკლში ან დამუხრუჭების შესაძლო სიჩქარეა მ/წმ

$t_{\text{ციკ}}$ ციკლის ხანგრძლივობაა, რომელიც განისაზღვრება ქრონომეტრული დაკვირვებით. მოქმედი ხა-ის ფართობზე ჩატარებული დატვირთვით $t_{\text{ციკ}} \approx 1$ სთ.

პრაქტიკაში აჩქარებისა და დამუხრუჭების დროს ორიენტირად შეიძლება მივიღოთ: ხა-ის მოძრაობის დაწყების 3-5 წმ, ხოლო ტექნოლოგიური მოდულის ამძრავის გაშვებაზე 10-15 წმ.

ამრიგად, ხიდური აგრეგატი წარმოადგენს მობილურ, საკმაოდ რთულ ტექნიკურ საშუალებას, რომელიც შეიძლება მოეწყოს ფერმერის შესაბამის ფართობზე დაბალღეროიანი კულტურების მოვლა-მოყვანის სამუშაოების კომპლექსური მექანიზაციისათვის [110].

ხიდურ აგრეგატზე ენერჯის წყაროდ შეიძლება გამოყენებულ იქნას ელექტროენერჯია და არატრადიციული ენერჯის სახეები (მზის, ქარის და სხვა)

დადგენილია, ხიდური აგრეგატის ძალურ-ენერგეტიკული პარამეტრების პრაქტიკული გაანგარიშების მეთოდოლოგია.

თავი 4 ფრეზირების ტექნოლოგიური პროცესის ხარისხის ექსპერიმენტალური გამოკვლევა

4.1. ექსპერიმენტალური კვლევის მეთოდика

ცნობილია, რომ სასოფლო-სამეურნეო (ს/ს) მანქანების გამოცდა და გამოკვლევა რთული საკითხია. იგი ტარდება სხვადასხვა მიმართულებით მიზნებისა და ამოცანებიდან გამომდინარე; რადგან ს/ს მანქანებს მუშაობა უხდებათ მეტად ცვალებად პირობებში: ამინდი, მტვერი, ტალახი, რხევები, ბიძგავები, დარტყმები და ა.შ. ისინი გათვალისწინებული უნდა იყოს გამოცდების დროს, რადგან ამ პირობების მოდელირება შეუძლებელია. გამოცდის შედეგები ყოველთვის არის მიახლოებითი, გარდა ე.წ. წვეთი გამოცდებისა, რომლის დროსაც განისაზღვრება ს/ს მანქანის წინააღმდეგობა (*ნ-ში ან კნ-ში*), აუცილებელია გამოცდის ჩატარების შემდეგ ვუპასუხოთ კითხვებს საკონსტრუქტორო, აგროტექნოლოგიის და საერთოდ მეცნიერის შეფასების თვალსაზრისით [7;15].

წინამდებარე ნაშრომის, ექსპერიმენტალური კვლევის მიზანია დადგენილი იქნას თესვის-რგვის წინა ნიადაგის დამუშავების ხარისხი, რომელიც უნდა უზრუნველყოფდეს დაბალდეროიანი (ბოსტნეული) კულტურების ინტენსიურ წარმოებას. გამოცდებმა უნდა დაგვანახოს სად უჭირს ჩვენს მიერ გამოყენებულ მანქანას, რათა ტექნოლოგიური პროცესი იყოს მდგრადი ყოველგვარი რხევების გარეშე.

აქტიური ქმედების ს/ს მანქანებს, როგორცაა ფრეზი, იკვლევენ ხოლმე ელექტროტენზომეტრებით მის ლილვზე მგრეხავი მომენტის ჩაწერითა და ე.წ. დენის ამრთმევის გამოყენებით; გარდა ამისა ბრუნთა რიცხვების ჩაწერისათვის იყენებენ ოსილოგრამაზე დასამაგრებელ ელექტროტახომეტრს. ასეთი სახის გამოცდებს ატარებენ ხოლმე ძალურ-ენერგეტიკული კვლევების მიზნით, როცა ლიმიტირებულია ძრავის სიმძლავრე ტრაქტორებში და ა.შ.

ჩვენი ექსპერიმენტის დროს, როგორც ზემოთ აღინიშნა საჭიროა ნიადაგის დამუშავების ხარისხის დადგენა, ბელტების ზომების მინიმალიზაციით, რომელიც შენარჩუნებული უნდა იყოს მთელ დასამუშავებელ ფართზე.

ფრეზირებას, როგორც ტექნოლოგიური კომპლექსის ერთ-ერთ შემადგენელ ნაწილს წაეყენება საკმაოდ რთული აგროტექნიკური მოთხოვნები:

1. როგორც აღინიშნა ფრეზი აქტიური ქმედების სასოფლო-სამეურნეო მანქანაა, რომელშიც ნიადაგის წინააღმდეგობის ძალა კი არაა ბრუნვითი მოძრაობის მიზეზი, როგორც ეს ცნობილია თავისუფალი ქმედების დისკებთან (მაგალითად დისკოებიანი ფარცხებში) იარაღებში, არამედ ძრავის ენერჯის შედეგად რეზულტირებულია ფრეზის მბრუნნი (მგრეხავი) მომენტი. ამიტომ საჭიროა ზუსტად განისაზღვროს ფრეზის ე.წ. „კინემატიკური მახასიათებელი“ ფრეზის დანის წვერის წრიული სიჩქარისა და მანქანის გადაადგილების სიჩქარის ფარდობა $\lambda = u/v$.

2. დაბალღეროიანი კულტურები ხასიათდებიან აღმოცენებული ღეროების სისუსტით, ამოსვლის პროცესში მცენარის ღერო მრუდდება და ხელს უშლის ფოთოლმსხმოიარობას, ანუ უარყოფითად მოქმედებს მოსავლიანობაზე.

3. ექსპერიმენტალური ფართობი უნდა იყოს მაქსიმალურად მოვლილი. იგი უნდა განთავისუფლდეს ქვებისაგან, სარეველებისაგან, მცენარეთა ნარჩენი ფესვებიანი და სხვადასხვა წინააღმდეგობისაგან.

4. ზუსტად უნდა დავიცვათ მოთხოვნა, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ ფრეზის ბრუნვის სიბრტყე და მოძრაობის სიჩქარეს შორის უნდა დავიცვათ დახრის კუთხე $15-18^\circ$ [70;76].

5. მნიშვნელოვანია ფრეზისათვის დანების საყრდენების შერჩევა, რომელზეც საკმარისად ვიმსჯელებთ წინ და მე-3 თავის ბოლოს 3.7 პარაგრაფში.

6. როგორც წესი, ჩითილებისა და ბოსტნეული კულტურების ზრდას თან სდევს სარეველების ინტენსიური აღმოცენება, რაც მოითხოვს სარეგულირებელი სამუშაოების შესრულებას. (ფრეზის დანებს შორის მანძილების შეთანხმებას რიგთაშორისების სიგანესთან.)

როგორც აღინიშნა, ექსპერიმენტის ობიექტია დაკიდებული ს/ს მანქანა-იარაღის (ფრეზის) მიერ შესრულებული სასოფლო-სამეურნეო სამუშაო, ხა-ის გამოყენებით.

თავდაპირველად ფრეზი იყო 4 დანიანი სათანადო ლილვით, რომელსაც მუშაობის დროს თან ახლდა მაღალი ვიბრაციები. იგი გამოწვეული იყო ფრეზის ამძრავის ტრანსმისიის რხევით გარკვეული კუთხით პორიზონტთან მიმართებაში. (ამ საკითხს მიეძღვნა წინა თავის ერთერთი პარაგრაფი (3.5).



ფოტო 4.1.1(ა)



ფოტო 4.1.1(ბ)

ამიტომ ჩვენს მიერ გამოცდილი იქნა 4 და 8 დანიანი ფრეზები. მოდების განით შესაბამისად 0,4 და 0,7 მ. ფრეზის სისტემა დაკიდებულ იქნა სპეციალურ ვიბრაციების საწინააღმდეგო ზამბარებზე, რომელმაც მთლიანად არა მაგრამ მნიშვნელოვნად შეამცირა ეს ვიბრაციები (იხ.ფოტო 4.1.1-ა-ბ) [111].

ფრეზირების წინ დაფიქსირებული იყო მისი სამუშაოს რეჟიმები, ფრეზის ლილვის ბრუნთა რიცხვები, ბრ/წუთ (წმ^{-1}), რომლისთვისაც გამოყენებული იქნა ლაზერული ტახომეტრი (იხ.ფოტო 4.1.2)



ფოტო 4.1.2

შესაბამისად გაზომვების შედეგები ასეთია:

1. უქმე სვლაზე, ფრეზი აწეულ (სატრანსპორტო) მდგომარეობაში

$$n=450 \text{ ბრ/წუთ}; \quad \omega=47,1 \text{ რად/წმ}$$

2. მუშა სვლა 4 დანით, $n=450$ ბრ/წუთ; $\omega=47,1$ რად/წმ

3. უქმი სვლა დანების გარეშე, $n=400$ ბრ/წუთ; $\omega=41,7$ რად/წმ

4. მუშა სვლა 8 დანით $n=350$ ბრ/წუთ; $\omega=36,6$ რად/წმ

ნიადაგის დამუშავების ხარისხის კვლევას წინ უძღვოდა დასამუშავებელი ფართობის (იხ.ფოტო 4.1.3.) დაყოფა მონაკვეთებად.



ფოტო 4.1.3

როგორც ფოტოდან ჩანს რელსების ორივე მხარის ამ ფართობის ჯამი შეადგენს $F=30 \cdot 50=1500\text{მ}^2$; ექსპერიმენტი ტარდება რელსების ცენტრარულ ნაწილში არსებულ ფართობის $F_{\sigma}=10 \cdot 50=500\text{მ}^2$; დანომრილ ნაწილზე.

ფრეზის მოდების განია $B=0,7\text{მ}$ და იგი როგორც არაერთხელ აღინიშნა დაკიდებულია ტექნოლოგიურ მოდულზე (იხ.ფოტო 4.1.1-ა.ბ). ფრეზის რამდენიმეჯერ გავლის შემდეგ დამუშავებულ ფართობს ვყოფდით 5 ტოლ მონაკვეთებათ და ვზომავდით თითოეულ უჯრაში დაქუცმაცებული უფორმო ბელტების მაქსიმალურ სიგრძეს. თითოეულ უჯრაში გაზომვების რიცხვი შეადგენდა 40-ს და ეს რიცხვი შენარჩუნებული იყო ყველა ხუთივე უჯრაში გაზომვების დამთავრების ბოლოსაც. ზომების გასაანგარიშებელი მნიშვნელობები მოცემულია (ცხრილში 4.2.1.) ბოსტნეული კულტურების აგროტექნიკური მოთხოვნების შესაბამისად ნიადაგის დამუშავებული ზედაპირის ხარისხი (ბელტების მაქსიმალური ზომა) არ უნდა აღმატებოდეს 4-5 სმ., (იხ.ფოტო 4.1.4 -ა-ბ) რაც მიღებული იქნა პროცესის, ჩატარების მე-4 რეჟიმის დროს. ანუ შემდგომ პარაგრაფში მოტანილი გაანგარიშებები, ეხება ტექნოლოგიური პროცესის მე-4 რეჟიმს, რომლის დროსაც $n_{\text{დან}}=8$; ფრეზის ბრ-რიცხვი შეადგენს $n=450-500$ ბრ/წუთ.



ფოტო -4.1.4 ა



ფოტო -4.1.4

აღსანიშნავია ის ფაქტი რომ დამუშავებული ნიადაგის სიღრმე შეადგენდა დაახლოებით 15 სანტიმეტრს, რაც სრულიად საკმარისია ბოსტნეული კულტურების ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის.

4.2. ექსპერიმენტალური კვლევის შედეგების ალბათურ-სტატისტიკური

ანალიზი [69]

ფრეზირების შედეგად საჭიროა დადგინდეს დაქუცმაცებული მასის (ბელტის) ოპტიმალური ზომები და ამ მიზნით სწორედ ფრეზის „კინემატიკური მახასიათებლის“ (λ) არის შესარჩევი.

საძებნ ოპტიმალურ ზომას აღნიშნავენ X -ით, რომლის ქვეშ იგულისხმება დაქუცმაცებული უფორმო მასის ოპტიმალური სიგრძე Li მმ. ექსპერიმენტალური გრაფიკის ე. წ. განაწილების კანონის (ჰისტოგრამის) ასაგებად თავიდან ირჩევენ გრაფიკის აბსცისა ღერძის მონაკვეთებად დაყოფის რაოდენობას, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით.

$$n = \sqrt{N} \quad (4.2.1)$$

როგორც ჩვენთვის უკვე ცნობილია ბელტის ოპტიმალური სიგრძის დასადგენათ ექსპერიმენტი ჩატარებული გვაქვს $N=40$ საშუალო გაზომვა, მაშინ $n = \sqrt{40} = 6,3 \cong 7$ მონაკვეთი (დანაყოფი)

აბსცისა ღერძის თითოეული დანაყოფი აღვნიშნოთ ასოთი A , რომელიც გამოითვლება ფორმულით

$$A = \frac{L_{\text{მაქ}} - L_{\text{მინ}}}{n}, \quad (4.2.2)$$

$$\text{ჩვენი მონაცემების მიხედვით } A = \frac{55 - 15}{7} = 5,7 \text{ მმ.}$$

ნახაზზე აბსცისაზე გადაზომილია $A=5,7$ მმ.

ამრიგად, აბსცისა ღერძი უნდა დაიყოს 7 ტოლ ნაწილად და თითოეული მონაკვეთი განისაზღვრება წინა მნიშვნელობაზე 5,7 -ის დამატებით, რის საფუძველზეც მივიღებთ მონაკვეთებს ზღვრებში: 5,7-11,4; 11,4-17,1 და ა.შ.. უკანასკნელი მონაკვეთი იქნება 38,4-44,6. ამრიგად ვღებულობთ პირველ ჰორიზონტალურ ხაზს 00; ამ უკანასკნელი დაყოფისა და ცხრილი 4.2.1 მონაცემების საფუძველზე გაანგარიშებულ იქნა ბელტის ზომები თითოეულ მონაკვეთის ინტერვალებში; ამას ეწოდება გაზომვათა სიხშირე m_i .

ცხრილში 4.2.1. ფრეზის დანების მაქსიმალური საყრდენებისა და ბრუნთა რიცხვის მაქსიმალურ დროს ბელტების ოპტიმალური ზომამ მიაღწია $L_{მაქ} \cong 40$ მმ, ხოლო მინიმალურმა $L_{მინ} \cong 15$ მმ; რომელთა საფუძველზე შედგა გაზომვათა რიგი 15 მმ-იდან -55 მმ-მდე, გაზომვათა რაოდენობა - 40-მდე.

ცხრილი 4.2.1.

№	Li მმ	№	Li მმ	№	Li მმ	№	Li მმ
1	15	11	25	21	35	31	45
2	16	12	26	22	36	32	46
3	17	13	27	23	37	33	47
4	18	14	28	24	38	34	48
5	19	15	29	25	39	35	49
6	20	16	30	26	40	36	50
7	21	17	31	27	41	37	51
8	22	18	32	28	42	38	52
9	23	19	33	29	43	39	53
10	24	20	34	30	44	40	54

მაგალითად:

ცხრილიდან 4.2.1.- მონაკვეთზე 5,7-11.4 გაზომვები არ აღმოჩნდა; მეორე დიაპაზონში გაზომვების რაოდენობაა-5; მესამეში -8 და ა.შ. (იხ.ნახ.4.7.1.) სტრიქონი B. ვიცით რა გაზომვების საერთო რაოდენობა (№40) განვსაზღვრავთ საცდელ ალბათობას ფორმულით მონაკვეთების მიხედვით 5,7-11,4; 11,4-17,1; და ა.შ.

$$P_i = m / N, \quad (4.2.3)$$

$$P_{i1}=0,075; \quad P_{i2}=0,12,5; \quad P_{i3}=0,2; \quad P_{i4}=0,15; \quad P_{i5}=0,1 \text{ და } P_{i6}=0,1$$

ეს შედეგები შეგვაქვს გრაფიკის აბსიცზე მესამე სტრიქონში. რაც შეეხება გრაფიკის მეოთხე სტრიქონის შევსებას, მას ვაწარმოებთ პრინციპით P_i სტრიქონში მოცემული ციფრების მანიპულირებით;

მაგალითად: $\sum P_i$ სტრიქონში ციფრი 0,2 მიღებულია P_i - ორი ციფრის ჯამით $0,2=0,075+ 0,125$ და ა.შ.

გრაფიკის B სტიქონში ნაჩვენები მონაცემები წარმოადგენს საცდელი ინფორმაციის სტატისტიკური დამუშავების შედეგებს. ეს იმას ნიშნავს, რომ ჩვენ ვაფასებთ ფრეზირების ხარისხს ალბათობის თეორიის თვალსაზრისით, ამის შემდეგ

ამოცანა მდგომარეობს იმაში, რომ ავაგოთ სიმჭიდროვის სიხშირის $f(L)$ - P_i და მისი ინტეგრირებული გადანაწილების $F(L) - \sum P_i$ მრუდები, რომლებიც უნდა გავასწოროთ, როგორც მათემატიკური (თეორიული) გრაფიკების ცნობილი ფუნქციებით (მრუდები გასწორებულია) (იხ. ნახ.4.7.2) .

4.3. გაფანტვის დასაწყისის გადახრის $T_{გაფ}$ ცდომილების განსაზღვრა

ცნობილია, რომ როცა $N > 20$ ბელტის საძიებელი გაფანტვის ზომა გამოითვლება ფორმულით:

$$L_{გაფ} = L_{მინ} - 0,5A, \quad (4.3.1)$$

თუ აქ ჩავსვამთ შესაბამის მნიშვნელობებს (ცხრილიდან 4.2.1)

$L_{მაქ} = 54$ და $L_{მინ} = 15$, მივიღებთ

$$L_{გაფ} = 15 - 0,5 \cdot 0,5 \cdot 5,7 = 12,15$$

ეს ზომა იქნება ის ზღვარი, საიდანაც იწყება ბელტის ოპტიმალური ზომების ექსპერიმენტალური გრაფიკის აგება.

4.4. ბელტის ოპტიმალური ზომის საშუალო მაჩვენებლის განსაზღვრა

საძებნი სიდიდის განსაზღვრისათვის გამოვიყენოთ ცნობილი ფორმულა [7;15;69]

$$\bar{t} = \sum_{l=1}^n L_l \cdot P_l, \quad (4.4.1)$$

სადაც: n -არის ინტერვალების რაოდენობა სტატისტიკურ რიგში ($n=7$)

L_i -ინტერვალის საშუალო მაჩვენებელი.

P_i - ინტერვალის საცდელი ზომა

სტატისტიკური რიგის (ნახ.4.7.1) მიხედვით შეიძლება დაიწეროს

$$i_1 = \frac{1}{2}(5,7 + 11,4) = 8,55$$

$$i_2 = \frac{1}{2}(11,4 + 17,1) = 14,0$$

$$i_3 = \frac{1}{2}(17,1 + 22,9) = 19,5$$

$$i_4 = \frac{1}{2}(22,9 + 28,6) = 25$$

$$i_5 = \frac{1}{2}(28,6 + 34,7) = 31$$

$$i_6 = \frac{1}{2}(34,7 + 40) = 39$$

$$i_7 = \frac{1}{2}(40 + 45,7) = 42,5$$

მაშინ გრაფიკის (ნახ.4.7.1) მესამე სტროფის გამოყენებით და ფორმულით (4.4.1) მივიღებთ

$$P_1=0,075; P_2=0,125; P_3=0,2; P_4=0,15; P_5=0,1; P_6=0,1$$

$$\text{ანუ } \bar{L} = 8,55 \cdot 0,075 + 14 \cdot 0,125 + 19 \cdot 0,2 + 25 \cdot 0,15 + 31 \cdot 0,1 + 39 \cdot 0,1 = 16,94$$

4.5. საშუალო კვადრატული გადახრის განსაზღვრა

მაგალითად შემთხვევისათვის $N > 20$ გვაქვს შემდეგი ცნობილი განტოლება

$$n = \sqrt{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2 P_i}, \quad (4.5.1)$$

რომელიც მოგვცემს

$$n = \sqrt{(8,55 - 16,93)^2 \cdot 0,075 + (14,0 - 16,93)^2 \cdot 0,125 + (19,5 - 16,93)^2 \cdot 0,2 + (25 - 16,93)^2 \cdot 0,15 + (31 - 16,93)^2 \cdot 0,1 + (39 - 16,93)^2 \cdot 0,1} = 9,14$$

ვიანგარიშით ვარიაციის კოეფიციენტი შემდეგი ფორმულით

$$v = \frac{n}{\bar{L} - L_{\text{გავ}}}, \quad (4.5.2)$$

თუ აქ ჩავსვამთ $\tilde{L}=16,94$ (იხ.წინ) ; $L_{გაგ} = 5,7$ მივიღებთ

$$\nu = \frac{9,14}{16,94 - 5,7} = 0,81, \quad (4.5.3)$$

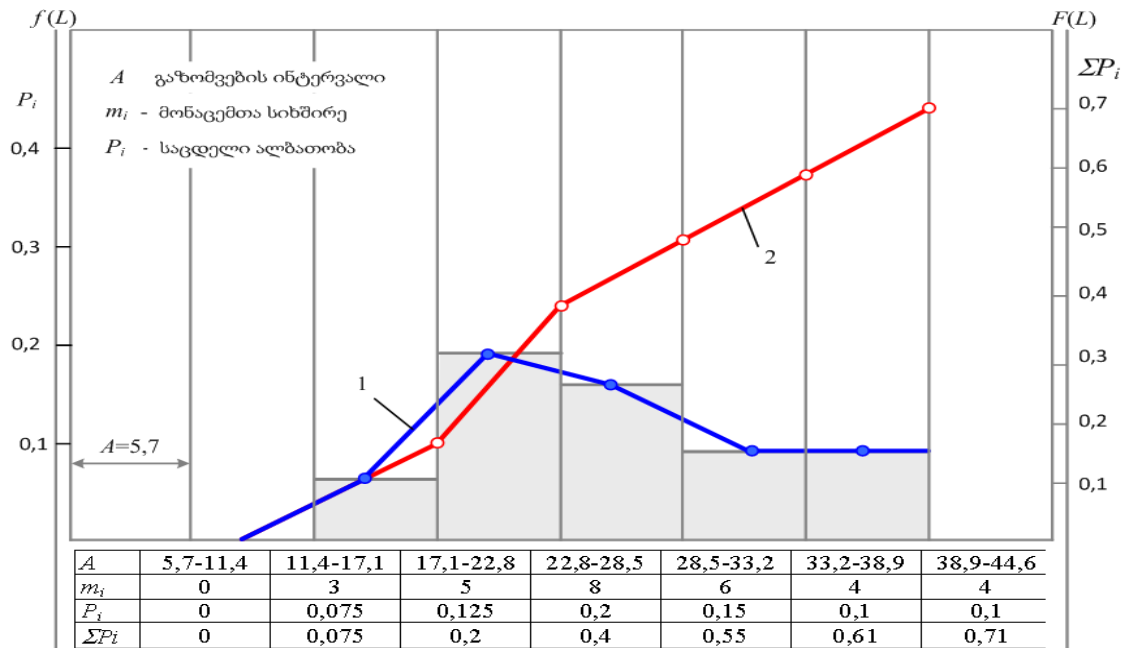
4.6. ექსპერიმენტალური გრაფიკების აგება

თავდაპირველად ჩვენ უნდა ავაგოთ, როგორც ლიტერატურაშია [7;15;69] ნაჩვენები, ექსპერიმენტალური გრაფიკის ჰექტოგრამა (1) (ნახ.4.7.1), რომელიც იგება გრაფიკზე ნაჩვენები მე-3 ჰორიზონტალისა და $f(L)$ მიხედვით P_r -ს სისტემაში; პირველი მართკუთხედის სიმაღლე შეესაბამება 0,075; მეორე 0,125 და ა.შ. ტეხადი მრავალკუთხედის შუა წერტილების შემაერთებელი მრუდია სწორედ მრუდი (1). ინტეგრირებული მრუდის (2) ასაგებად ვიყენებთ სტატისტიკური რიგის მე-4 ჰორიზონტში არსებულ მონაცემებს $\sum P_i = 0,075 - 0,1$ დიაპაზონით.

საბოლოოდ ჩვენ ვღებულობთ ცნობილი მათემატიკური ფუნქციის შესაბამის მრავალკუთხედს.

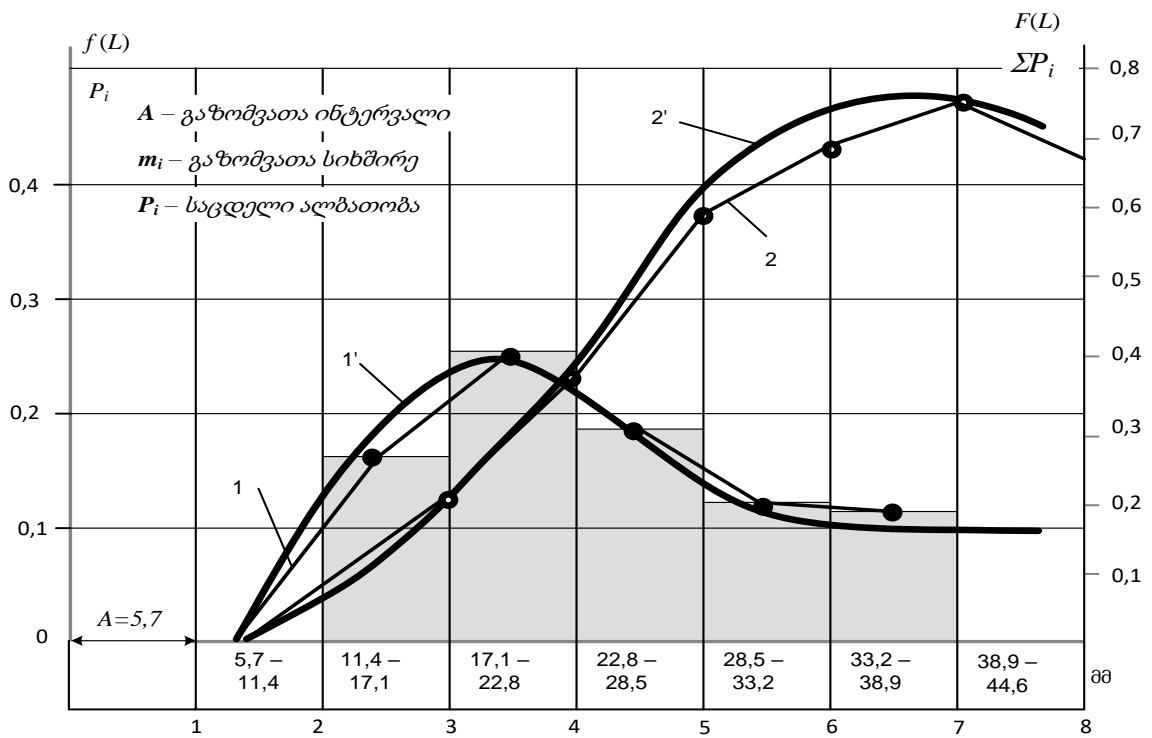
4.7. განაწილების თეორიული კანონის შერჩევა

ჩვენს მიერ შესარჩევი თეორიული გაანგარიშებების შედეგად მიღებული ბელტის დაქუცმაცების ოპტიმალური ზომები შეესაბამება განაწილების ვეიბულის კანონს, რადგან ზემოთ ნაანგარიშები ვარიაციის კოეფიციენტი $\nu = 0,8 > 0,5$



ბ

ნახ. 4.7.1. სტატისტიკური რიგი



ნახ. 4. 7.2. ბელტის ოპტიმალური ზომების განაწილება ხა-ის ტმ-ით ნიადაგის ფრეზირების დროს.

- 1.1-სტატისტიკური რიგის ჰისტოგრამა და გლუვი მრუდი (ვეიბულის ფუნქცია)
- 2.2- ინტეგრალური (მათემატიკური) ფუნქცია

ვეიბულის განაწილების კანონს სიმჭიდროვის ალბათობის მიხედვით აქვს სახე

$$f(L) = \frac{b}{a} \left(\frac{L}{a}\right)^{b-1} \exp\left[-\left(\frac{L}{a}\right)^b\right], \quad (4.7.1)$$

ეს ფორმულა შეიცავს კოეფიციენტებს a და b -ს, რომელთათვისაც გამოვიყენებთ [69] -ის ცხრილის 3.4.; შერჩევა სწარმოებს ვარიაციის კოეფიციენტის $v > 0,5$ მიხედვით. ცხრილიდან ვიღებ $v > 0,8$ შესაბამის ცხრილური მონაცემების მნიშვნელობებს:

$$b=2,1; K_b=0,886; C_b=0,443; S_b=0,567; P_{საგ}=0,539, \quad (4.7.2)$$

რომლითაც განისაზღვრება კოეფიციენტი a ,

$$a = \frac{6}{c_b} = \frac{9,14}{0,443} = 20,6, \quad (4.7.3)$$

შესაბამისად ვეიბულის ალბათობის სიმკვრივე (დიფერენციალური ფუნქცია) მიიღებს სახეს

$$f(L) = \frac{2,1}{20,6} \left(\frac{L}{20,6}\right)^{1,1} \exp\left[-\left(\frac{L}{20,6}\right)^{2,1}\right], \quad (4.7.4)$$

და საბოლოოდ,

$$f(L) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{L}{20,6}\right)^{2,1}\right], \quad (4.7.5)$$

4.8. მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტების დაგეგმვა

შეიძლება აღინიშნოს, რომ განაწილების კანონის პრაქტიკული გამოყენების მაგალითმა დაგვარწმუნა იმაში რომ ჩატარებული ექსპერიმენტის საფუძველზე მიღებული ფრეზის მიერ ნიადაგის დაქუცმაცების ხარისხი ემორჩილება ნორმალურ განაწილების კანონს, რაც ზრდის მოცემულ ზღვრებში ბელტის ზომების ნამდვილობას აგროტექნიკური მოთხოვნების შესაბამისად. რადგან ექსპერიმენტი ჩატარდა ერთი არსებული ნიადაგობრივი მდგომარეობის პირობებში. ძნელია იმის

თქმა რომ დაქუცმაცების ეს ხარისხი გავრცელდება ნებისმიერ კლიმატურ პირობებში, რომელიც ძალიან ცვალებადია ერთი და იგივე რეგიონშიც კი.

ნათქვამიდან გამომდინარე, მიგვაჩნია რომ ექსპერიმენტები უნდა გაგრძელდეს სხვადასხვა ნიადაგობრივ-კლიმატურ პირობებში, რაც უსასრულოა და შეუძლებელიც.

ამ პრობლემის გადასაჭრელად და სრულიად საიმედო მეთოდით-ნიადაგის დაქუცმაცების ხარისხის დასადგენად გავეცანით ამ პარაგრაფში ე.წ. სრულფაქტორიანი ექსპერიმენტების დაგეგმვის თეორიას.

საქმე ისაა, რომ ნიადაგის დაქუცმაცების ხარისხი დამოკიდებულია უამრავ ფაქტორებზე: ნიადაგის ტიპი, ტენიანობა, ზედაპირული მდგომარეობა (ნახნავი ნასვენი თუ სხვა), მანქანის სიჩქარეზე, ფრეზის ბრუნთა რიცხვზე, და ა.შ. ამ ფაქტორებიდან ჩვენი აზრით დაქუცმაცების ხარისხზე ყველაზე მეტად მოქმედებენ ფრეზის მიწოდება ანუ მისი წრიული საჩქარისა და გადაადგილების სიჩქარის ფარდობა ($\lambda = \frac{u}{v}$, იხ. წინა თავი) და ნიადაგის ტენიანობა. ამ ორი ფაქტორის გათვალისწინებით საუბარი გვექნება დაქუცმაცების ოპტიმალური ზომის დასადგენად რეგრესიული განტოლების შედგენაზე, რომელიც შეიძლება მივიღოთ ქვემოთ განხილული მეთოდით. იგი გვანთავისუფლებს ჩვენ უამრავი ფიზიკური ექსპერიმენტებისაგან, რომელიც აუცილებელია საკვლევო პარამეტრის სიდიდის ოპტიმიზაციისათვის [15].

წინა პარაგრაფში ჩვენ საუბარი გვქონდა ნიადაგის დამუშავების ხარისხზე, დანების რაოდენობისა, მუშაობის რეჟიმების გავლენის შესახებ. ცნობილია, რომ თუ დანების რიცხვი $Z = 3-8$, მაშინ მიწოდება $\lambda=2-6$, ჩავთვლოთ მიწოდება λ ხარისხზე მოქმედ პირველ ფაქტორად და აღვნიშნოთ X_1 -ით. ქცევა სრულფასოვანი იქნება თუ ფაქტორად გამოვიყენებთ ნიადაგის ტენიანობასაც, რომელიც ზღვრებში $T=70-90\%$. აღვნიშნოთ მეორე ფაქტორი X_2 -ით. ამრიგად სახეზეა ორფაქტორიანი ექსპერიმენტის დაგეგმვა $Y=f(x_1, x_2)$. ეს ფაქტორები იცვლებიან ზღვრებში. $X_1=\lambda$ ფრეზის კინემატიკური პარამეტრი (კოეფიციენტი) $\lambda=1,1-1,7$ მ/წმ. $X_2=T$ ნიადაგის ტენიანობა %-ში; $T=70-80\%$. ამრიგად დაზუსტებულია ორფაქტორიანი დაგეგმვის საწყისი

მონაცემები: ფაქტორების ცვალებადობისა და ბელტის ზომების ცვალებადი ზღვრების ფუნქცია

$$Y = f(x_1, x_2), \quad (4.8.1)$$

მიყვეთ მეთოდიკებს ცხრილი 4.2.1 მიხედვით

0-ოვანი სიდიდეებია:

$$x_1 = \frac{6-2}{2} = 2;$$

$$x_2 = \frac{90-70}{70} \cong -0,25;$$

ინტერვალებია:

$$v = \frac{6-2}{2} = 2;$$

$$v = \frac{90-70}{2} = 10;$$

კოდირებული სიდიდეებია:

ზედა ზღვრები:

$$\tilde{x}_1^{\text{ზ}} = \frac{6-2}{2} = +2;$$

$$x_2^{\text{ზ}} = \frac{90-70}{70} = +0,25;$$

ქვედა ზღვრები:

$$\tilde{x}_1^{\text{ქ}} = \frac{2-6}{6} = -0,6;$$

$$x_2 = \frac{70-90}{90} = -0,2;$$

ამ მონაცემების საფუძველზე ცხრ.4.2.1. შეიძლება გადაიწეროს დაგეგმვის მატრიცის სახით (იხ. ცხრილი 4.8.1)

1. ექსპრიმენტის შედეგების მიხედვით შეიძლება ვიანგარიშოთ რეგრესიული განტოლების კოეფიციენტები:

$$B_0 = \frac{1}{4}(\bar{y}_1 + \bar{y}_2 + \bar{y}_3 + \bar{y}_4) = \frac{1}{4}(20,3 + 36 + 21,3 + 34) / 4 = +28,5$$

$$B_1 = \frac{1}{4}(-\bar{y}_1 + \bar{y}_2 - \bar{y}_3 + \bar{y}_4) = \frac{1}{4}(-20,3 + 36 - 21,3 + 34) / 4 = 4,3$$

$$B_2 = \frac{1}{4}(-\bar{y}_1 - \bar{y}_2 + \bar{y}_3 + \bar{y}_4) = \frac{1}{4}(-20,3 - 36 + 21,3 + 34) / 4 = 4,4$$

$$B_{1,2} = \frac{1}{4}(\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \bar{y}_3 + \bar{y}_4) = \frac{1}{4}(20,3 - 36 - 21,3 + 34) / 4 = -2,7$$

ცხრილი 4.8.1.

დაგეგმვის მატრიცა

№	კოდირებული სიდიდეები					ექსპერიმენტების შედეგები გაზომვები მმ-ში				
	\tilde{x}_0	\tilde{x}_1	\tilde{x}_2	$\tilde{x}_1\tilde{x}_2$	\tilde{y}	y_1	y_2	y_3	\tilde{y}	
1	+	-	-	+	y_1	23	25	33	20,3	
2	+	+	-	-	y_2	38	40	30	36	
3	+	-	+	-	y_3	14	15	35	21,3	
4	+	+	+	+	y_4	22	25	55	34	

ამრიგად რეგრესიულ განტოლებას ექნება კონკრეტული სახე:

$$\tilde{y} = 28,5 + 7,25\tilde{x}_1 - \tilde{x}_2 - 3\tilde{x}_1\tilde{x}_2, \quad (4.8.2)$$

2.

ჩავატარ

ოთ მიღებული რეგრესიული განტოლების დისპერსიების ანალიზი ფორმულით:

$$S_x^2 = \frac{1}{m-1} \sum (y - \bar{y})^2$$

$$S_0^2 = \frac{1}{2} [(23 - 20,3)^2 + (25 - 20,3)^2 + (35 - 20,3)^2] = 122,7$$

$$S_1^2 = \frac{1}{2} [(38 - 36)^2 + (40 - 36)^2 + (30 - 36)^2] = 18$$

$$S_2^2 = \frac{1}{2} [(14 - 21,3)^2 + (15 - 21,3)^2 + (35 - 21,3)^2] = 54,49$$

$$S_{1,2}^2 = \frac{1}{2} [(22 - 34)^2 + (25 - 34)^2 + (55 - 34)^2] = 166,5$$

3.

ოპტიმიზ

აციის პარამეტრების დისპერსია იქნება

$$S^2 \int y \int = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \quad S_y^2 = \frac{1}{4} (64,7 - 48 - 51 + 110) = 18,9$$

დისპერსიების ერთგვაროვნების შემოწმება ვაწარმოთ კობრენის კრიტერიუმით, რადგან პარალელური ექსპერიმენტების რაოდენობა ოთხივე ვარიანტში მუდმივია $m=3$; ვისარგებლოთ ფორმულით:

$$G_{\text{ეფს}} = \frac{S^2 y^{\min}}{\sum_{4-1}^n S_4^2} = \frac{48}{(64,7 - 48 - 51 + 110)} = \frac{48}{75,7} = 0,64$$

კობრენის კრიტერიუმის ცხრილური სიდიდე $a=0,05$ და თავისუფლების $m=3$ ხარისხისთვის $P=n-1=3$; $G_{\text{ექს}}=0,8709$ [92] ვინაიდან ცხრილში ნაპოვნი $0,8709 > 0,64$ დისპერსიებში შეიძლება ჩაითვალოს ერთგვაროვნად.

4.

შევამოწმ

ოთ მათემატიკური მოდელი ადეკვატურობაზე, რომელიც მოწმდება ფორმულით:

$$S_{\text{აღ}}^2 = \frac{m}{p} \sum_i^n \bar{y}_4 - \hat{y}_4, \quad (4.8.3)$$

ჯერჯერობით ვიანგარიშოთ

$$\hat{y}_1 = 28,5 + 7,25(-1) - 1(-1) - 3(+1) = 28,5 - 7,25 + 1 - 3 = 17,25,$$

$$\hat{y}_2 = 28,5 + 7,25(+1) - 1(-1) - 3(-1) = 28,5 + 7,25 + 1 + 3 = 39,75,$$

$$\hat{y}_3 = 28,5 + 7,25(-1) - 1(+1) - 3(-1) = 28,5 - 7,25 - 1 + 3 = 25,25,$$

$$\hat{y}_{1,2} = 28,5 - 7,25(-1) - 1(+1) - 3(+1) = 28,5 + 7,25 - 1 - 3 = 31,75.$$

თავისუფლების ხარისხი P იანგარიშება

$$P = n - (k + 1)$$

სადაც

n – ექსპერიმენტის რაოდენობაა $n = 4$

k – ფაქტორების რისკია $k = 7$

ანუ $P = 0$

საბოლოოდ ადეკვატურობის დისპერსია (1) დან იქნება

$$S_{\text{აღ}}^2 = \frac{3}{1} [(20,3 - 64,7)^2 + (36 - (-48))^2 + (21,3 - (-51))^2 + (34 - 110)^2] = 1936 + 144 + 900 + 5700 = 8680$$

რეგრესის განტოლების (მათემატიკური მოდელის) ადეკვატურობის დასადგენად ვიყენებთ ფიშერის კრიტერიუმს.

$$F_{\text{ექს}} = \frac{S_{\text{ad}}^2}{S^2 [y]} = \frac{8680}{18,75} = 462,9,$$

ვინაიდან ფიშერის კრიტერიუმის ცხრილური სიდიდეები ყველა ერთზე მეტია (ანუ 1ზე ნაკლებია არაა) $S_{\text{ad}}^2 > S^2 [y]$ ამიტომ, ყოველთვის ძალაში იქნება პირობა $F > F_{\text{ექს}}$.

5. რეგრესი
ს განტოლების კოეფიციენტების არსებობის შემოწმებისათვის ვიყენებთ უტოლობას

$$|b_i| > t \sqrt{S^2 [b_i]}$$

აქ t – არის სტიუდენტის კრიტერიუმები.

$S^2 [b_i]$ გამოითვლება ფორმულით

$$S^2 [b_i] = \frac{1}{n} S^2 [y] = \frac{1}{4} \cdot 19,75 = 4,93$$

ამ კოეფიციენტის საშუალო გადახრა იქნება

$$S [b_i] = \sqrt{S^2 [b_i]} = \sqrt{4,93} = 2,22$$

სტიუდენტის კრიტერიუმის ექსტრემალური სიდიდეები იანგარიშებიან

$$t_{\text{ექს}} = \frac{b_i}{S [b_i]} \text{ ანუ}$$

$$t_0 = \frac{28,5}{2,22} = 12,8; \quad t_1 = \frac{7,25}{2,22} = 3,26; \quad t_2 = \frac{1}{2,22} = 0,45; \quad t_3 = \frac{3}{2,22} = 1,35;$$

წინა კრიტერიუმებისაგან განსხვავებით სტიუდენტის კრიტერიუმის ცხრილური მნიშვნელობა ნაკლები (<) უნდა იყოს ექსპერიმენტით მიღებულზე .თუ ვისარგებლებთ ამ ცხრილებით ვნახავთ, რომ [92] $\alpha=0,05$; $P=n-1=3$; $t_{\text{ცხ}}=3,18$.

ამრიგად, მიღებული კოეფიციენტიდან არსებითი აღმოჩნდა b_0 და b კოეფიციენტები, მაშინ რეგრესის განტოლების საბოლოო სახე იქნება

$$y = 28,5 + 7,25x_1, \quad (4.8.4)$$

ხოლო თუ კოდურიდან გადავალთ ნატურალურ ცვლილებებზე

$$y = 28,5 + 7,25\lambda, \quad (4.8.5)$$

როგორც მიღებული მათემატიკური მოდელიდან ჩანს ნიადაგის ზედაპირული დაქუცმაცების ხარისხი მთლიანად დამოკიდებულია ფრეზის ე. წ. მიწოდებაზე λ

$\left(\lambda = \frac{u}{v}\right)$ – „კინემატიკურ კოეფიციენტზე“

მაგალითად : ვთქვათ $\lambda_{\text{მაქ}}=6$, მაშინ ბელტის მაქსიმალური ზომა იქნება

$$y=28,5+7,25 \cdot 6 = 72\text{მმ}$$

თავი 5. ხიდური აგრეგატის ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშება

5.1. ზოგადი მიმოხილვა

ჩვენი კვლევის ობიექტი არის არასტანდარტული მოძრავი საშუალება და იგი უნდა გაუტოლდეს ახალი მანქანის შექმნის პროცედურებს, რისთვისაც საჭიროა დავაზუსტოდ მისი ფაქტიური ღირებულება, ხოლო შემდეგ საექსპლოატაციო დანახარჯები. ტექნიკის გამოყენების შემთხვევაში ისმება ორი სხვადასხვა მიმართულების ამოცანა: პირველი ამოცანა მდგომარეობს ფერმერის მიერ გათვლილ სტრატეგიაში-იყიდოს ტრაქტორი, რომელიც საკმაოდ ძვირი ღირს, ან შეიძლება დაიქირაოს და ამ გზით მიაღწიოს მოგებას. ჩვენი შემთხვევისათვის ადგილი აქვს სრულიად ახალ მიმართულებას, თვითონ შექმნას ენერგეტიკული მოძრავი დანადგარი, რომელიც მოემსახურება გარკვეულ ფართს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, რომელიც ფერმერს შეძენილი ან აღებული აქვს არენდით. ანუ ფერმერს შეიძლება ქონდეს სამომხმარებლო ფართი (სათბური) ღია გრუნტის სახით, რომელზეც იგი აპირებს სასოფლო სამეურნეო სამუშაოების ჩატარებას, რომელიმე სტრატეგიული კულტურის მოვლა-მოყვანას, მანქანური ტექნოლოგიის გამოყენებით.

ნაშრომის პირველ და მეორე თავში საკმარისი მოცულობით ჩვენ წარმოვადგინეთ ხიდური აგრეგატი (იხ.ფოტო-1.4.1) და მისი აქსესუარები, რომელიც ელექტროინჟინერ გ.ხელაძეს დაუჯდა გარკვეული თანხა, მაგრამ როგორც ნაშრომის შესავალში აღვნიშნეთ ეს აგრეგატი ხსენებულ პიროვნებას გაკეთებული აქვს პირადი დაინტერესებიდან გამომდინარე და იგი შორსაა კონსტრუქციული განგარიშებით მიღებული ღირებულებისაგან. ამრიგად ნაშრომის ეკონომიკური ეფექტიანობის ანგარიში ჩატარდება ორ ეტაპად: პირველი- დღევანდელი პირობებიდან გამომდინარე სამშენებლო მასალების, ლითონკონსტრუქციების, სახარატო, შედუღებითი და სხვა სამუშაოზე არსებული ტარიფების და ბოლოს ამწყობ-სამონტაჟო სამუშაოების შესრულების ტარიფების გათვალისწინებით, ხოლო მეორე ეტაპი ბოსტნეული კულტურების ან მათი ჩითილების წარმოება, ან რომელიმე

კულტურის მოვლა მოყვანაზე ხელითა და ხა-ის გამოყენებით მიღებული ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშება. საბოლოოდ მოხდება ხა-ზე დახარჯული კაპიტალდაბანდების გამოსყიდვის ვადის განსაზღვრა [101;102].

5.2. საქართველოს სოფლის მეურნეობის განვითარების ზოგადი მახასიათებლები და ბოსტნეული კულტურების წილი ქვეყნის ეკონომიკის საქმეში

საქართველოს სოფლის მეურნეობის განვითარების 2018-2020 წლების სტრატეგიული ხედვაა გარემოს შექმნა, რომელიც გაზრდის კონკურენციას აგროსექტორში, ხელს შეუწყობს მაღალი ხარისხის სოფლის მეურნეობის პროდუქციის სტაბილურ ზრდას, უზრუნველყოფს საკვების უსაფრთხოებას და აღმოფხვრის სოფლის სიღარიბეს.

2019 წლის მონაცემებით, საქართველოდან ექსპორტირებულია 777.0 მლნ. აშშ დოლარის ღირებულების აგროსასურსათო პროდუქცია, რაც 12.0 %-ით აღემატება 2018 წლის და 52.2 %-ით აღემატება 2012 წლის ანალოგიურ მაჩვენებელს. აღნიშნულ პერიოდში, ქვეყნის მთლიან ექსპორტში აგროსასურსათო პროდუქციის ხვედრითი წილი 28 %-ს შეადგენს. ძირითადად ექსპორტირებულია: ღვინო, სპირტიანი სასმელები, მინერალური და მტკნარი წყლები, თხილი, მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი, ცხვრის ხორცი, უალკოჰოლო გაზიანი სასმელები, ბოსტნეული და სხვა.

2019 წელს, საქართველოდან აგროსასურსათო პროდუქტების ექსპორტი 93 ქვეყანაში განხორციელდა. ღრმა და ყოვლისმომცველი თავისუფალი სავაჭრო სივრცის შესახებ შეთანხმება ხელს უწყობს ვაჭრობის განვითარებას ევროკავშირის ქვეყნებთან და საექსპორტო ბაზრების დივერსიფიცირებას [101;102].

რაც შეეხება იმპორტს 2019 წლის მონაცემებით, საქართველოში იმპორტირებულია 1.2 მლრდ. აშშ დოლარის ღირებულების აგროსასურსათო პროდუქცია, რაც 10 %-ით აღემატება წინა წლის მაჩვენებელს. 2019 წელს, საქართველოში აგროსასურსათო პროდუქციის იმპორტი განხორციელდა 102 ქვეყნიდან.

საქართველოს საგარეო სავაჭრო ბრუნვა 2019 წლის იანვარ-აგვისტოში გასული წლის იმავე პერიოდთან შედარებით 22,6%-ით გაიზარდა და 8,1 მილიარდ დოლარს გადააჭარბა (არაორგანიზებული ვაჭრობის ჩათვლის გარეშე). ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროში აღნიშნეს, რომ საქართველოს ექსპორტის ზრდის დინამიკა 2016 წლიდან ახასიათებს. რეკორდული ზრდა მიმდინარე წლის მაისში დაფიქსირდა გასული წლის იმავე პერიოდთან შედარებით ექსპორტი ერთნახევარჯერ გაიზარდა. საქართველოს ეკონომიკის სამინისტრომ ეს ახსნა რამდენიმე ფაქტორით, მათ შორის გასაღების ბაზრების გეოგრაფიის გაფართოებით.

ამ მხრივ „საქართველოს მთავრობა აქტიურად მუშაობს ექსპორტის შემდგომი ზრდის და დივერსიფიკაციის მიმართულებით. თავისუფალი ვაჭრობის სფეროში გაფორმებული ახალი ხელშეკრულებები ხელს უწყობს ქართული პროდუქციის გასაღების ბაზრების გაფართოებას.

საქართველოსა და ევროკავშირის 28 ქვეყნასთან გაფორმებული ასოცირების შეთანხმება რატიფიცირებულია როგორც ერთ ისე მეორე მხარის მიერ. 2014 წ.პირველი სექტემბრიდან ევროკავშირმა პრაქტიკულად სრულად გახსნა თავისი ბაზარი საქართველოდან იმპორტისათვის და გააუქმა საიმპორტო ტარიფები, ხოლო საქართველომ 2006 წლიდან ცალმხრივად გახსნა ჩვენი ბაზარი მთელი მსოფლიოსათვის. ეს ნიშნავს, რომ ევროკავშირის ბაზრის გახსნა ახალ შესაძლებლობებს სთავაზობს საქართველოს და ამასთანავე არ არის დაკავშირებული რისკებთან, რადგან ქვეყნის ეკონომიკა ისედაც მორგებულია საერთაშორისო კონკურენციას [101].

DCFTA-ას ხელმოწერის შემდეგ საქართველომ შეიმუშავა სტრატეგია, რომელიც ევროკავშირის SPS (სახელმწიფო შესყიდვების სააგენტო) სფეროში, რომელიც ითვალისწინებს ყველა რეგულაციების ურთიერთდაახლოებას [105].

ბოსტნეული კულტურების პროდუქციის წვლილი სოფლის მეურნეობის ეკონომიკაში მნიშვნელოვანია. ეკონომიკის სამინისტროს მიერ გავრცელებული ინფორმაციის თანახმად 2015-2019 წლების მონაცემებით ექსპორტის დინამიკა ასეთია:

ქვეყნები სადაც ხორციელდება პროდუქციის ექსპორტი.

მცენარეული ცხიმები და ზეთები

- ძირითადი საექსპორტო ბაზრები: საფრანგეთი (91%), ნიდერლანდი (9%);
- ექსპორტი გაიზარდა შემდეგ ქვეყნებში: საფრანგეთი (141%);
- ექსპორტი შემცირდა: ნიდერლანდში (11%).

ახალი ან შეყინული ბოსტნეული (მწვანილი)

- ძირითადი საექსპორტო ბაზრები: რუმინეთი (56%), ლატვია (26%), საბერძნეთი (11%), ბულგარეთი (11%);
- ექსპორტი გაიზარდა შემდეგ ქვეყნებში: რუმინეთი (42%), ლატვია (120%), საბერძნეთი (72%);
- ექსპორტი შემცირდა: პოლონეთში (86%).

გამხმარი ბოსტნეულის ფქვილი

- ძირითადი საექსპორტო ბაზრები: გერმანია (75%), ჩეხეთი (10%), საფრანგეთი (6%);
- ექსპორტი გაიზარდა ქვეყნებში: გერმანია (31%), საფრანგეთი (7-ჯერ).
- ექსპორტი შემცირდა: საფრანგეთი (58%).

სანელებლები

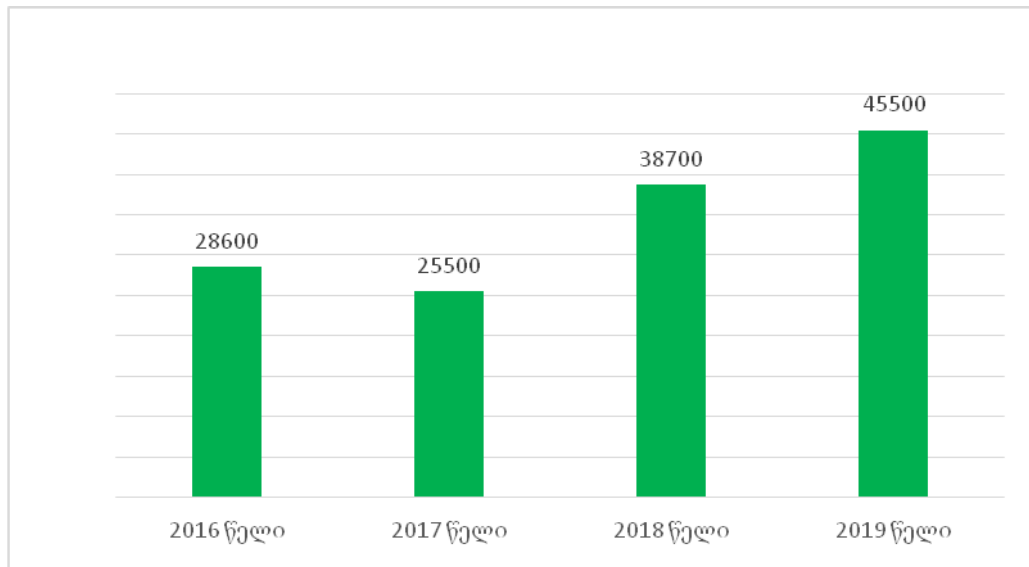
- ძირითადი ექსპორტი განხორციელდა ქვეყნებში: რუსეთი (69%), უკრაინა (22%)
- ექსპორტი გაიზარდა რუსეთში (38%);
- ექსპორტი შემცირდა უკრაინაში (18%).

%).[101]

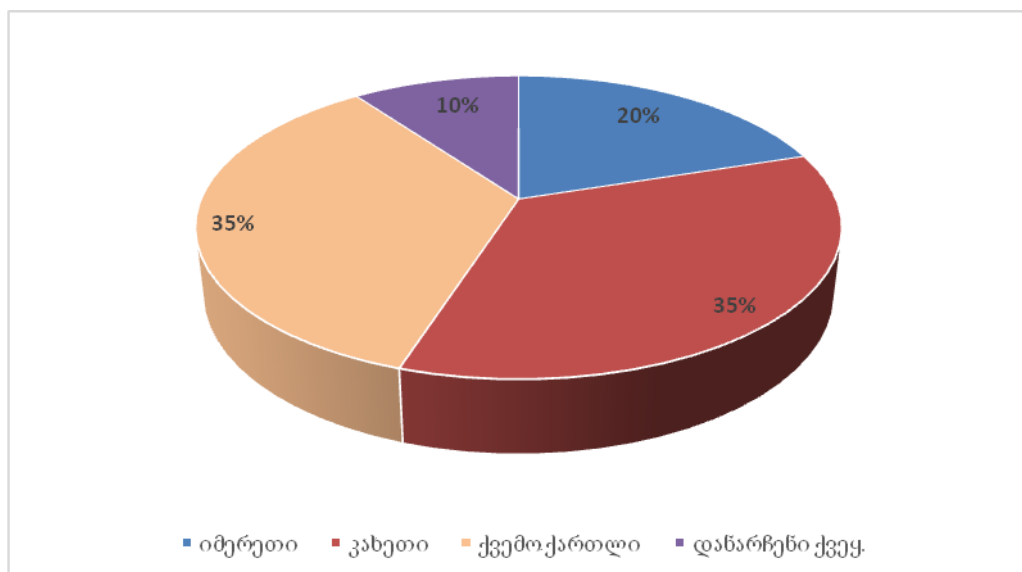
საქართველოში წარმოებული ბოსტნეული კულტურები კერძოდ, კიტრი და პომიდორი რაოდენობის მიხედვით მეორე ადგილზეა. ქვეყანაში არსებული ხელსაყრელი ნიადაგურ-კლიმატური პირობები და კიტრისა და პომიდვრის კვებითი მახასიათებლები წარმოების განვითარების კონკრეტულ უპირატესობას წარმოადგენს. კიტრისა და პომიდვრის ძირითადი მწარმოებელი რეგიონებია: კახეთი, ქვემო ქართლი და იმერეთი. ადგილობრივი კიტრი და პომიდორი ბაზარს აგვისტოს ბოლომდე მიეწოდება. ასევე მცირე რაოდენობით, აპრილსა და სექტემბერშიც არის ხელმისაწვდომი. არასეზონურ პერიოდში, იანვრიდან მაისის

ჩათვლით, ამ კულტურების ფასი საკმაოდ მაღალია, რადგან დახურულ გრუნტში წარმოებული ადგილობრივი პროდუქცია არასაკმარისი რაოდენობით მოეწოდება ბაზარს [103].

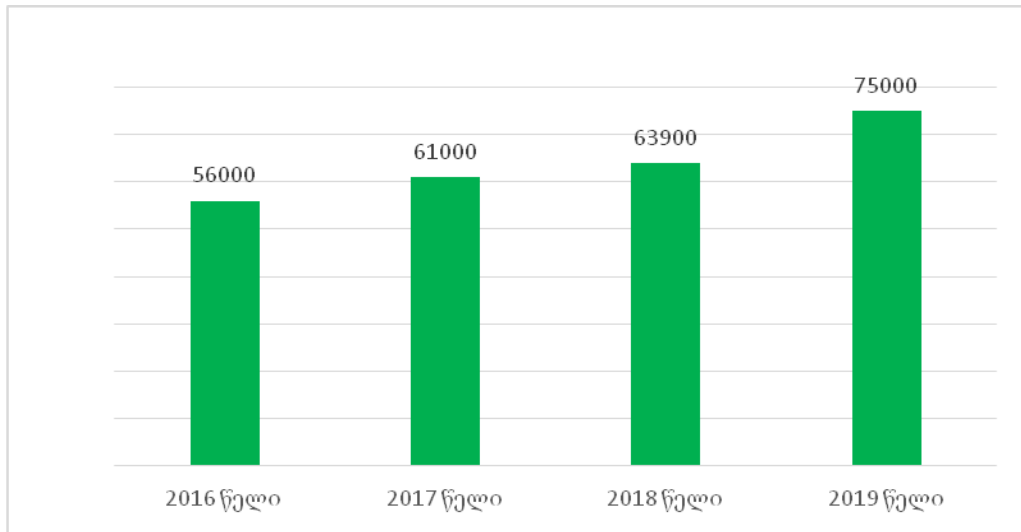
კიტრის წარმოება წლების მიხედვით (ტონა)



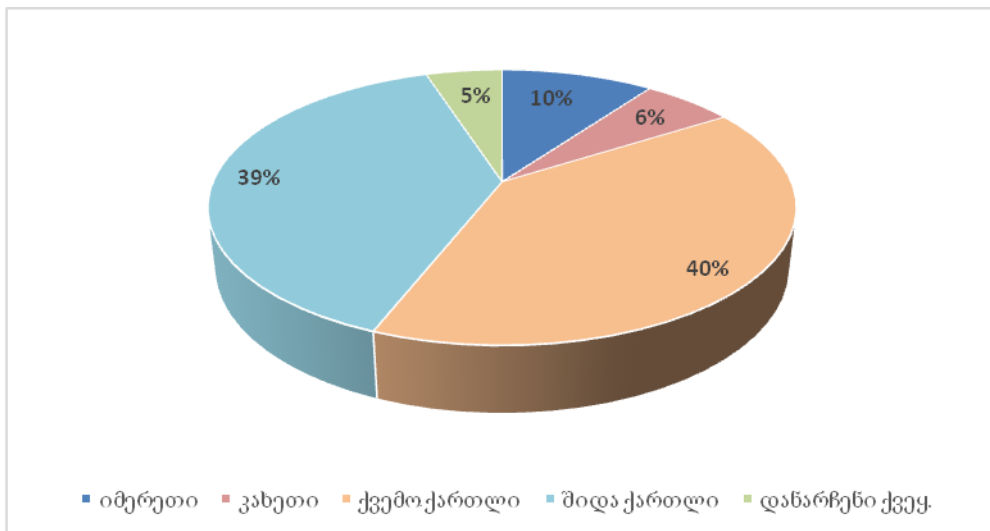
კიტრის წარმოება რეგიონების მიხედვით



პომიდვრის წარმოება წლების მიხედვით (ტონა)



პომიდვრის წარმოება რეგიონების მიხედვით



5.3. ბოსტნეული კულტურების წარმოების თავისებურებები დასავლეთ საქართველოში

დიდად სამწუხაროა რომ მოტანილ მასალებში არ ფიგურირებს ისეთი სტრატეგიული კულტურები, როგორც იყო ჩაი და ციტრუსოვნები არა და ამ კულტურების წარმოების შენარჩუნებით გეოგრაფიულად ვრჩებოდით მომგებიან პოზიციაზე სუპტროპიკული კულტურების არამწარმოებელ საკმაოდ ვრცელ რეგიონში, როგორცაა მეზობელი რუსეთი და ევროკავშირის ქვეყნები.

რაც შეეხება ხილს, ბოსტნეული და სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების რეალიზაციას იგი უმეტესად ჯერ ადგილობრივი ბაზრის პროდუქციად რჩება, თუმცა აქაც მაღალია კონკურენცია თურქეთსა და ირანის მხრიდან. ერთ-ერთი მთავარი არგუმენტი, რომლის მიხედვით ჩვენი ხილი და ბოსტნეული გამოირჩევა, არის მისი მაღალი სამომხმარებლო თვისებები [102], რომლითაც ეს კულტურები მსოფლიო ბაზარზე შეუდარებელია (ბუნების ნაჩუქარია). ჩვენებური ბოსტნეულის განსაკუთრებული საგემოვნო თვისებებისა და სამომხმარებლო სამედიცინო თვისებებში „დამნაშავეა“ ნიადაგი. ცნობილია, რომ საქართველოს ნიადაგები, ხასიათდება რთული და მრავალფეროვანი საფარით. გენეტიკური ნიადაგმცოდნეობის ფუძემდებლის პროფ. ვ. დოკუჩაევის აზრით კავკასია მთლიანდ და კერძოდ საქართველო ნიადაგების მსოფლიო ბუნებრივ მუზეუმს წარმოადგენს. აქ ძალიან მცირე ნაკვეთებზე შეხვდებით ნიადაგების სხვადასხვა ტიპებს, ჩვენი აზრით სწორედ სხვადასხვა ნიადაგიდან კვება ამდიდრებს ბოსტნეული კულტურების ქიმიურ შემადგენლობას და ხდის მას მაღალი სამომხმარებლო თვისებების მქონეს. უკანასკნელ პერიოდში ეს თვისებები იკარგება ნიადაგების მოუვლელობის გამო, ჩვენივე უნიათობითა და უცოდინარობით და მეზობელი ქვეყნების კონკურენციის პირობებში.

ცნობილია რომ თვითნებაზე მიშვებული საკარმიდამო ნაკვეთი ყოველ წელს რეგულარულად ამდიდრებს ნიადაგს ორგანული სასუქებით, რაც დაკავშირებულია ფოთლების ჩამოცვენასთან და ზამთარში ნიადაგში ჩალპობასთან. ეს ქმნის ნეომომპალას, რომელიც აჯანსაღებს ნიადაგს ჰუმუსის ფენით. სხვადასხვა მიზეზების

გამო ჩვენ დიდი ხანია არაფერს ვაძლევთ ნიადაგს. შედეგად მივიღეთ ნიადაგების გამოფიტვა, დასუსტება, რომელსაც ადვილად ერევა სხვადასხვა სოკოვანი დაავადებები. ჭკუის სასწავლებელი მაგალითია თხილის კულტურის ბედი, რომლის ნიადაგებში არაფერი შეგვიტანია მისი დარგვიდან დღემდე და შედეგიც სახეზეა. მან არსებობის მე-15 -20 წელს განიცადა სრული ბიოლოგიური კოლაფსი, თუმცა ამას ხელი შეუწყო მასიურმა მავნებლებმა ამერიკულმა თეთრმა პეპელამ, აზიურმა ფაროსანამ (კუზიანი ბაღლინჯო) და ნიადაგის სოკოვანმა დაავადებებმა. სწორედ ესაა ჩვენში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მიზეზური მოსავლიანობის მიზეზი [27;104].

არ შეიძლება არ აღინიშნოს ის რომ გლობალური დათბობა ხელს უწყობს ნებისმიერი კულტურის ადრე გაღვიძებას, რაც წლის დროიდან გაზაფხულის ამოვარდნითაა განპირობებული. მოგეხსენებად ადრე დაბერილი კვირტები საუკეთესო საკვებია გამოზამთრებული დამშეული მავნებლისათვის.

ცალკე აღნიშვნის ღირსია საქართველოში ბიოლოგიური პრეპარატებისა და სასუქების წარმოების დიდი წარმატება მსოფლიო ბაზარზე; საკმარისია აღინიშნოს შ.პ.ს „ბიოაგრო“ პროდუქცია რომელზეც დიდი მოთხოვნილებაა ხეხილისა და ბოსტნეული კულტურების წარმოებაში მავნებლებთან წინააღმდეგ ბრძოლაში და ა.შ [106].

5.4. შერჩეული ბოსტნეული კულტურების მოვლა-მოყვანის თანამედროვე

მდგომარეობა

ბოსტნეული კულტურების ბაზარზე დომინირებენ ისრაელი, თურქეთი, საქართველო, ირანი და ზოგიერთი სხვა ქვეყანა. ქართული ბოსტნეული, როგორც ზემოდ აღინიშნა, არის საუკეთესო საგემოვნო თვისებების მქონე. იგი ფართოდაა გავრცელებული საოჯახო, ფერმერულ და სხვა მეურნეობრიობის პირობებში. აქ გამოყენებულია ღია და დახურული გრუნტები. განსაკუთრებით მოხერხებულია ისინი დასავლეთ საქართველოს რეგიონში, სადაც ამ კულტურებს სოლიდური ფართი უკავია და რაც მთავარია მთელი რიგი გაერთიანებებისა (მაგალითად სენაკის

რაიონში) რომელიც უზრუნველყოფილია გეიზერებით (ბუნებრივი ცხელი წყლებით) რომლის $t=100^{\circ}$ -ზე მეტიცაა [102].

თურქეთში ოფიციალურად 9 მილიონი ფერმერია, ამ კულტურების მწარმოებელ სოფლებსა თუ რაიონებში ფუნქციონირებს 12000- მდე ოფისი. ამ სამსახურებს ჰყავს უფროსი აგრონომები. ოფისებს გააჩნიათ საჩითილე, რომლებსაც ყიდიან როგორც შიგა ასევე გარე ბაზრებზე. მაღალ დონეზეა შრომის მაღალი მეცნიერული ორგანიზაცია. მათ გააჩნიათ მაცივრები მალფუჭებადი ბოსტნეულისთვის და ა.შ.

საკმაოდ წარმატებულად მიმდინარეობს ბოსტნეულის წარმოება აგრეთვე მარნეულში, სადაც თითოეულ ძირზე იღებენ 15-25 კგ კიტრს. ძალიან მაღალ ფასებში იყიდება იმერეთის რეგიონში მოყვანილი მწვანელი. განსაკუთრებით სალათის მასალა, რომლის წარმოება თითქმის 12 თვე მიმდინარეობს, რადგან მათ ყინვისა და სიცივის არ ეშინიათ.

ნიშანდობრივია, რომ თურქეთში მთელ რიგ რაიონებში აჭრეს თხილი და გააშენეს ბოსტნეული. მათ ძალიან მაღალ დონეზე აქვთ ორგანიზებული მენეჯმენტი, რომლებიც აწვდიან მათ მთავარ სამმართველოს ინფორმაციას საქართველოში ბოსტნეულის წარმოების ბაზრების შესახებ.

ბოსტნეულის თესლი შემოდის სხვადასხვა კომპანიებიდან. მაგალითად ევროპაში გავრცელებულია ახალი ტექნოლოგიები ხელის შრომის გარეშე. საქართველოში ჩითილები მაღალი ხარისხის გვაქვს, მაგრამ ნიადაგების ნაყოფიერებას სათანადო ყურადღება ვერ ექცევა, რომელიც უარყოფითად აისახება ბიზნესის განვითარებაზე. საქართველოში კიტრის ფასი 1-1,5 ლარი/კგ. გარეთ კი 3-4 \$ აშშ.; სათბურებში გათბობის მხრივ კარგი მდგომარეობაა, მსხვილ ცენტრებში გათბობის წყარო გეიზერებია. წელიწადში საქართველოში სწარმოებს დაახლოებით 16 ათასი ტონა სალათის ფოთლის რეალიზაცია, რომელზეც შეკვეთები არის ქვეყნის ფარგლებს გარედანაც და 1 კგ-ის ფასი 6-7 ჯერ მეტია, ვიდრე ადგილობრივ ბაზარზე, [103], მაგალითად გუდვილში წითელი პომიდორი ღირს 4 ლარი/კგ. ევროკავშირის ქვეყნებში კი ფასები მერყეობს 6-8 დოლარამდე . ბაზარი ჩვენთან არასტაბილურია. ვარდისფერი პომიდორი შიდა ბაზარზე დაახლოებით 2-2,5 ლარის ფარგლებში მერყეობს, ხოლო ზოგიერთ ევროკავშირის ქვეყნებსი 5-7 აშშ დოლარის ფარგლებში

ღირს . დღევანდელ პირობებში კონკურენციის გამო ქართველი ფერმერი (შრომის დაბალი ორგანიზაციის გამო), ისეა გაწვილებული, რომ მას არაფერი აინტერესებს გარდა ფასისა. ძვირია ბოსტნეული კულტურების მომსახურეობა: მაგალითად ალბის სამუშაოებზე მუშის ხელფასი (1 კგ-ზე) იცვლება 5-20 თეთრამდე. ბოსტნეული კულტურების ქვეშ ნიადაგის ზედაპირულ დამუშავებაზე გათოხვნის ღირებულება 40 ლარი/1 ჰა და ა.შ.

2018 წელს ევროკავშირის ეგიდით ჩატარდა საერთაშორისო კონფერენცია „ ქართულ მწვანილზე (ბესტვესტერნქუთაისი), რომელზეც განხილული იქნა მთელი რიგი საკითხები. ამ დარგის განვითარებისათვის, რადგან ადგილობრივი პირობები ძირითადად განაპირობებენ ქართული მწვანილის განსაკუთრებულ სასარგებლო თვისებებს. საუბარი იყო ახალ ბაზრებზე მწვანილის ექსპორტის დივერსიფიკაციაზე, მარკეტინგულ ეკონომიკაზე. მომგებიანი კულტურების შერჩევისა და ბიზნეს მოდელებზე. სერთიფიკაციაზე (GLOBALGAP)-წარმოების ეფექტიანობის გაზრდის შესახებ და ა.შ. აღინიშნა, რომ საჭიროა ხელისუფლების მეტი ყურადღება დარგისადმი, რადგან უკეთესი პირობები ბოსტნეული კულტურების წარმოებაში სხვა ქვეყნებს არ გააჩნიათ და საჭიროა ამ ბიზნესის განვითარება ქვეყანაში.

თუ ხა-ი გამოყენებული იქნება ჩითილების საწარმოებლად მაშინ აუცილებელია ხა-ზე გათვალისწინებული (თავი-1) სათესი აპარატით თესლის ჩათესვა, იქვე მიეცემა მას ბიოორგანული სასუქი (პრეპარატი). მას შემდეგ, რაც იგი აღმოცენდება 50 სმ-ის სიმაღლეზე მას უკეთდება წამალი ფესვების ზრდის შესაჩერებლად, ხოლო 2 კვირის შემდეგ უკეთდება ქილა და მზადაა რეალიზაციისათვის.

თუ ხა-ი გამოყენებული იქნება პომიდორის ან კიტრის მოსაყვანად საჭიროა დავიცვათ ტექნოლოგია. ნიადაგის დამუშავება, ჩითილების დარგვა, ჩითილების გამრავლება და სარეველების მოცილება, ბიოსასუქის შეტანა, ბიოპრეპარატის შესხურება, ნიადაგის ბიოსასუქით დამუშავება, მრავალჯერადი მორწყვა (სხვადასხვა დროს) მოსავლის აღება, პროდუქტის გაშრობა და შეფუთვა, პროდუქტის ტრანსპორტირება.

5.5. პომიდვრისა და კიტრის წარმოების ეკონომიკური ეფექტიანობის ანგარიში

[52;91]

1. მოცემული გვაქვს ფართობი ხა-ის ქვეშ, $F=30 \cdot 50=1500\text{მ}^2$, რომელიც დაყოფილია 3 ნაკვეთად. ლიანდაგებს შორის 500 მ² და ლიანდაგის მარჯვენა და მარცხენა მხარეს 500-500მ².(იხ.ფოტო 1.4.1)
2. 1 ძირი პომიდორისა და კიტრის ჩითილების ჩარგვას და მის მოვლა მოყვანას სჭირდება შესაბამისად 0,4 და 0,3მ² ფართი. (F)
3. მორიგეობით დარგული პომიდვრისა და კიტრის ჩითილების საერთო რაოდენობა $n_{\text{ჩითი}}$ ფართობზე შეადგენს

$$n_{\text{ჩითი}}^{\text{პ}} = \frac{F}{F_{\text{ჩითი}}^{\text{პ}}} = 1500 / 0,4 = 3750 \text{ ც პომიდვრის ჩითილი.}$$

$$n_{\text{ჩითი}}^{\text{კ}} = \frac{F}{F_{\text{ჩითი}}^{\text{კ}}} = 1500 / 0,3 = 5000 \text{ ც კიტრის ჩითილი.}$$

ანუ $\Sigma = n_{\text{ჩითი}} = 3750 + 5000 = 8750$ პომიდვრის და კიტრის ჩითილი

4. ფულადი დანახარჯები ჩითილების შესაძენად 1 ძირი პომიდორისა და კიტრის ღირებულებებიდან გამომდინარე შეადგენს

$$u_{\text{ჩითი}}^{\text{პ}} = 0,26 \text{ ლარი, } u_{\text{ჩითი}}^{\text{კ}} = 0,18 \text{ ლარი,}$$

$$\Sigma u_{\text{ჩითი}}^{\text{პ}} = u_{\text{ჩითი}}^{\text{პ}} \times n_{\text{ჩითი}}^{\text{პ}} = 3750 \cdot 0,26 = 975 \text{ ლარი,}$$

$$\Sigma u_{\text{ჩითი}}^{\text{კ}} = u_{\text{ჩითი}}^{\text{კ}} \times n_{\text{ჩითი}}^{\text{კ}} = 5000 \cdot 0,18 = 900 \text{ ლარი,}$$

ანუ შესაძენია მიახლოებით 1875 ლარის ღირებულების ჩითილი.

5. ცნობილია რომ წარმოებული პომიდვრისა და კიტრის მოსავალი u თითო ძირზე შეადგენს შესაბამისად $u_{\text{პ}} = 7 \frac{\text{კგ}}{\text{ძირ}}$; $u_{\text{კ}} = 8 \frac{\text{კგ}}{\text{ძირ}}$.

6. 1 კგ პომიდვრისა და კიტრის საზაზრო ღირებულება იცვლება ზღვრებში საკმაოდ სხვადასხვა ფაქტორებიდან გამომდინარე. ავიღოთ 1 კგ საშუალო ღირებულებები შიგა ბაზარზე შესაბამისად

$$C_{\text{პ}} = 1,45 \text{ ლარი/კგ, } C_{\text{კ}} = 1 \text{ ლარი/კგ.}$$

7. ვიანგარიშით წარმოებული პროდუქციის საერთო რაოდენობები (მოსავლიანობა) შესაბამისად

$$Q_3 = \sum u_3^3 \times u_3 = 3750 \cdot 7 = 26250 \text{ კგ/1500 მ}^2,$$

$$Q_3 = \sum u_3^4 \times u_3 = 5000 \cdot 8 = 40000 \text{ კგ/1500 მ}^2,$$

8. პროდუქციის რეალიზაციის შედეგად მიღებული ფულადი შემოსავლები 1 კგ პროდუქციის ღირებულების გათვალისწინებით შესაბამისად მოგვცემს

$$C_3 = C_3 \cdot Q_3 = 26250 \cdot 1,45 = 38062,5 \text{ ლარი/სეზ.}$$

$$C_3 = C_3 \cdot Q_3 = 40000 \cdot 1 = 40000 \text{ ლარი/სეზ.}$$

9. 1 კგ პროდუქციის თვითღირებულება, ითვალისწინებს დანახარჯებს ნიადაგის ზედაპირულ დამუშავებაზე რიგთაშორისებში და სარეველების წინააღმდეგ ბრძოლაში, ხა-ის ექსპლოატაციისათვის ელექტროენერჯის დანახარჯის ღირებულებას, სხვადასხვა სახის დაავადებების წინააღმდეგ ბრძოლის დანახარჯების ღირებულებას, სარწყავი სისტემისათვის წყლის მარაგის ღირებულებას, და დაქირავებული ხალხის (მუშის) ანაზღაურებას. შეფუთვის და ტრანსპორტირებას ბაზრამდე. ხარჯი შესაბამისად შეადგენს:

$$C_{\text{მ}}^3 = 1,29 \text{ ლარი/კგ. ; } C_{\text{მ}}^4 = 0,88 \text{ ლარი/კგ.}$$

(ეს დანახარჯები მარნეულისა და სენაკის ფერმერულ მეურნეობების მონაცემების მიხედვითაა აღებული)

10. ამ უკანასკნელის მოსავლიანობაზე გადაანგარიშებით შესაბამისად მივიღებთ

$$u_3 = Q_3 \cdot C_{\text{მ}}^3 = 26250 \cdot 1,29 = 33862,5 \text{ ლარი/სეზ.}$$

$$u_3 = Q_3 \cdot C_{\text{მ}}^4 = 40000 \cdot 0,88 = 35200 \text{ ლარი/სეზ.}$$

აღნიშნულ თანხებს უნდა დაემატოს ჩითილების შემენისათვის განკუთვნილი თანხა, შესაბამისად $C_3 = 33862,5 + 975 = 34837,5$ და $C_3 = 35200 + 900 = 36100$

11. ვიანგარიშით 1 კგ პროდუქციის რეალიზაციის შედეგად მიღებული წმინდა მოგება თითოეულ კულტურაზე შესაბამისად

$$\mathcal{Q}_3 = C_3 - u_3 = 38062,5 - 34837,5 = 3225 \text{ ლარი/სეზ.}$$

$$\mathcal{Q}_3 = C_3 - u_3 = 40000 - 36100 = 3900 \text{ ლარი/სეზ.}$$

12. ხოლო სეზონზე წმინდა მოგება შესაბამისად იქნება

$$\Sigma \mathcal{Q}_{3კ} = \mathcal{Q}_3 + \mathcal{Q}_3 = 3225 + 3900 = 7125 \text{ ლარი/სეზ.}$$

შენიშვნა:

- წინამდებარე ანგარიში ჩატარებულია ისეთ შემთხვევაში, როცა ხა-ის ქვეშ არსებულ ფართზე (1500მ²) მოსავალი მოვიყვანთ ორჯერ მორიგეობით ჯერ პომიდორი და შემდეგ კიტრი.
- ცნობილია რომ 1500მ²=0,15 ჰა, რის გამოც წარმოებული პროდუქცია 1ჰა-დან ჩვენი გაანგარიშების გათვალისწინებით ორივე კულტურის შემთხვევაში, შესაბამისად იქნება $u_3 = 170,6$ ტ/ჰა; $u_3 = 264$ ტ/ჰა
- იმისა და მიხედვით, თუ როგორი იქნება ამ ბიზნესის მენეჯმენტი, ეს ფართობი შეიძლება გამოყენებული იქნას ჩითილების წარმოებისათვის, რომელიც როგორც აღინიშნა შეიძლება მივიღოთ 35 დღეღამეში, (მოკლე ტექნოლოგიით).

5.6. ხიდური აგრეგატის თვითღირებულების გაანგარიშების ცხრილი

ცხრილი 5.7.1

№	სორტამენტების დასახელება	რაოდენობა/ გრძივი მ.	ერთეულის ფასები ლარში	შენიშვნა
	ხიდური აგრეგატის ლიანდაგის აღწერილობა			
1	ორტესებრი კოჭების ბეტონის საყრდენი ფილები.	30 ც.	30x15=450ლ.	
2	ორტესებრი (რესლი) კოჭი.(ГОСТ8239-89) ზომით 100X55X7,2X7X2,5	60 მ.	60x30=1800 ლ.	
3	სამაგრი ომბოხო საჭრებით.	30ც+30ც	60x5=300 ლ.	

	ხიდური აგრეგატის ლითონკონსტრუქცია			
4	შველერი პარალელური წიბოიანი თაროებით (ГОСТ8278- 83) პროფილის ზომა 120მმ.	60მ	60x20=1200 ლ.	
5	თანაბართაროიანი კუთხოვანა 10X10X5 მმ	80მ	80x10=800ლ.	
6	ჭიახრახნული რედუქტორი ჯაჭვური გადაცემით (ყ-63)	2ც	2x200=400 ლ.	
7	ჭიარედუქტორი ამძრავები (ელექტროძრავები) სიმძლავრით 1კვტ.	2ც	2x80=160 ლ.	
8	ფურცლოვანი ნაგლინის (თუნუქის) ფოლადები-0,5 მმ სისქით.	60მ ²	60x14=840ლ.	
	ხიდური აგრეგატის სავალი ნაწილი			
9	თვლები	4ც	4x130=520ლ	
10	კონსულური ძელი	4ც	4x55=220ლ	
11	გორგოლაჭიანი საკისურები(ГОСТ8338-75-226)	8ც.	8x35=280ლ	
	ტექნოლოგიური მოდული			
12	ელექტროძრავა 3 კვტ-იანი	1ც	1x240=240ლ	
13	ელექტროძრავა 0,8 კვტ-იანი	1ც	1x75=75ლ	
14	ჯალამბრის ამძრავი რევერსიული ელექტროძრავა 0,8 კვტ-იანი	1ც	1x75=75ლ	
15	ჯალამბრის ტროსი	60 მ	60x1=60ლ	
16	ურიკის თვლები დიამეტრით - 100მმ	4ც	4x17=68ლ	
17	ტექნოლოგიური მოდულის ელექტროძრავებისათვის სპეც. ელექტროსადენი კვეთით- 2X5	15მ	15x7=105ლ	
18	ტექნოლოგიური მოდულის გამშვები მოწყობილობა	1ც	1x75=75ლ.	
	ტექნოლოგიური მოდულისთვის საჭირო ს/ს მანქანა იარაღები			
19	როტაციული ფრეზი მარკით (ფ-	1ც	1x140=140ლ	

	0,7)			
20	გუთანნი	1ც	1x60=60ლ	
21	კვალგამხსნელი	1ც	1x55=55ლ	
22	ერთრიგიანი სათესელა	1ც	1x35=35ლ.	
	ელექტრომოწყობილობა			
23	ელექტროსადენი კვეთით-2X10	50მ	50x2,5=125ლ	
24	ვოლტმეტრი, ამპერმეტრი, ავტომატური ამომრთველები		160ლ	
25	რესტატები,კომბინირებული მზომი ხელსაწყო(ტესტერი)		220ლ	
26	მართვის პულტები		110ლ	
27	ელექტრონული მოწყობილობები		100ლ	
28	ელექტროსადენები 0,5-1,0-1,5 კვეთით.	40 მ	40x1,5=60ლ	
	სხვადასხვა სახისა და დანიშნულების მასალები და ხელსაწყოები			
29	ქანჩები		40ლ	
30	ქანჭიკები		20ლ	
31	საიზოლაციო მასალები		25ლ	
32	საზეინკლო ხელსაწყო- იარაღების ნაკრები		150ლ	
33	ელექტრომზომი ხელსაწყოები		70ლ	
34	საზეთი მასალა		50ლ	
	სახარატო სამუშაოები			
35	შედულებები		500ლ	
36	საზეინკლო სამუშაოები		400ლ	
37	ელექტრომოწყობილობების მონტაჟი		360ლ	
	სახარატო სამუშაოებისათვის მუშა ხელის შრომითი ანაზღაურება		500ლ	
	დამატებითი ხარჯები		300ლ	
	სულ საბაზრო ფასი		11448 ლ	

ცნობილია, რომ ნებისმიერ ფერმერს გააჩნია როგორც შემოსავლები ისე გასავლები, რომელთა ფარდობა განსაზღვრავს ბიზნესის წამოწყებას, შესაბამისად ნებისმიერი ბიზნესის წამოწყებისათვის საჭიროა ფინანსური რესურსი.

ჩვენს მიერ ნაანგარიშები წმინდა მოგება (კიტრისა და პომინდვრის წარმოებით შეადგენს წელიწადში 7125 ლარს. იმ შემთხვევაში თუ ბანკიდან ავიღებთ 3 წლიან აგროსესხს 14000 ლარის ფარგლებში მაქსიმუმ 0,15% -ის ფარგლებში, მაშინ საპროცენტო განაკვეთის დამატებით $14000+(2100*3=6300)=20300$ ლარი. $20300:7125=2,8$.

თუ გავითვალისწინებთ რომ ფერმერს ყოველწლიური სუფთა მოგება ექნება დაახლოებით 7125 ლარი მაშინ ხა-ის გამოსყიდვის (კაპიტალდაბანდების) ვადა განისაზღვრება მაქსიმუმ 3 წელიწადზე.

ძირითადი დასკვნები.

1. დასაბუთებულია მდგრადი ეკონომიკური შემოსავლების მქონე ფერმერებისათვის ხა-ის, როგორც მობილურ-სტაციონალური დანადგარის გამოყენების უპირატესობანი დაბალფეროიანი და ბოსტნეული კულტურების მოვლა-მოყვანის სამუშაოების ჩასატარებლად წლის ნებისმიერ დროს.
2. ნიადაგის დამუშავების, მორწყვის, ბიოსასუქის და ბიოპრეპარატების შეტანის, თესვისა და რგვის ტექნოლოგიურ ოპერაციაზე ორგანული მიწათმოქმედების მოთხოვნების შესაბამისად შერჩეული იქნა ხა-ზე ძირითადი სამუშაოების შესასრულებლად საჭირო მანქანები, უპირატესად მცირე მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებებიდან.
3. ჩატარებულია საინჟინრო გაანგარიშებები ხა-ის საერთო წონისა და მისთვის სორტამენტული მასალის რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის; ხა-ის ცალკეული კვანძების, ამძრავების დასაკომლექტებლად, ელძრავის, რედუქტორის, ჯალამბრისა და მათი აქსესუარების შერჩევა დასაკომპლექტებლად. დამუშვდა ხა-ის ავტომატიზირებული მართვის ელექტრული სქემები.
4. დამუშავებულია ხა-ის გაუმჯობესებული ვარიანტი, რომლის საშუალებითაც შეიძლება ნიადაგის ძირითადი და თესვისწინა ოპერაციების წარმოება; ამასთან თეორიულად დასაბუთებულია აგრეთვე ტმ-ის საშუალებით ხა-ის გადადგილების პროცესში ჩატარდეს ბიოპრეპარატებისა და ბიოსასუქების შეტანა, თესვა და რგვა, სტაციონალური მდგომარეობიდან მრავალჯერადი დაწვიმება.
5. ჩატარებულია ანალიზური კვლევა ხა-ს დინამიკური წონასწორობის შესახებ. შედგენილ იქნა მისი მოძრაობის დიფერენციალური განტოლება, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს მის კინემატიკურ პარამეტრებს, დაყვანილ მასებს, ინერციის მომენტებს, მოძრაობის სიჩქარეებსა და სხვა.
6. თეორიულად განისაზღვრა ხა-ის მასათა ცენტრის კოორდინატები და საყრდენ თვლებზე მოსული დატვირთვების, ხა-ის სახელოსნოს (კაბინის) საერთო წონის,

ინერციისა და ქარის ძალები, რაც უკავშირდება ტმ-ის გადაადგილებით დამატებითი ძალების წარმოშობას, აგრეთვე ფრეზის ხვედრით ენერგოტევადობას (წევით წინააღმდეგობას).

7. საყრდენ-საგორავებში წარმოშობილი დატვირთვების მოსალოდნელი დისბალანსური ზრდის გათვალისწინებით ჩატარდა ტმ-ის დინამიკური წონასწორობის ანალიზური შემოწმება, საგორავი თვლების მიმდართველებში (სალასკებში) შემობრუნებით გამოწვეული დამატებითი დატვირთვების გათვალისწინებით, რაც ზრდის დატვირთვებს ჯალამბრულ ამძრავში.
8. ჩატარდა დაკიდებული ფრეზის დინამიკური გამოკვლევა, რისთვისაც გამოყენებული იქნა ფრეზის ფუნქციონირების დიფერენციალური განტოლება. ფუნქციის გაწრფივება მოხდა ტეილორის მეთოდით. მიღებული „, გადამცემი ოპერატორი“ დაყვანილ იქნა კვადრატულ განტოლებამდე, რაც განაპირობებს ფრეზის თამასის გალოპირებულ (დახრილ) რხევას.
9. განხორციელდა ხა-ის სამუშაო რეჟიმების ოპტიმიზაცია.(გაშვება, დამუხრუჭება, რევერსი და სხვა), ანუ ტრანსმისიაში გარდამავალი პროცესების დროს წარმოქმნილი დატვირთვები გათვალისწინებული იქნა ასინქრონული ელექტროძრავების შერჩევისას.
10. ხა-ზე ჩატარებული დაკიდებული ფრეზირების პროცესის ექსპერიმენტალური გამოკვლევის შედეგად მიღებულ იქნა, რომ ტექნოლოგიური ოპერაციის ხარისხობრივი მაჩვენებელი დაემორჩილა ნორმალური განაწილების კანონს, კერძოდ ვეიბულის განაწილებას, ხოლო ფრეზის ე.წ. „კინემატიკური პარამეტრის“ დამოკიდებულება ფრეზის დანების რიცხვთან დადგინდა უმცირეს კვადრატთა ჯამის მეთოდით $y=28,5+7,25x$
11. ხა-ის ტმ-სა და ფრეზს შორის ჩასმულმა ზამბარულმა სისტემამ, მხოლოდ ნაწილობრივ შეამცირა რხევები. ამ სისტემის მუშაობაში ე.წ. გალოპირებული რხევების არსებობა განპირობებულია ფრეზის თავისუფალი დაკიდებით, რაც იშვიათია საბურავებიანი სატრაქტორო აგრეგატების შემთხვევაში. ამასთან მიზანშეწონილად არ მიგვაჩნია ვიბრაციების მაქსიმალური შემცირება საავტომობილო ამორტიზაციების გამოყენებით, რამეთუ ზომიერი ვიბრაციები

პირიქით ეხმარება ფრეზირების პროცესს და განაპირობებს ნიადაგის დამუშავების მაღალ ხარისხს.

12. ხიდური აგრეგატის შექმნისა და ექსპლოატაციაში გაშვებისათვის საჭირო დანახარჯმა (ღირებულება) შეადგენა 11448 ლარი. წლიურმა სუფთა მოგებამ ბოსტნეული კულტურების წარმოებაზე შეადგინა 7125 ლარი/წელიწადში, ხოლო საბანკო სექტორიდან არსებული სესხის დაფარვა განხორციელდება დაახლოებით 3 წელიწადში.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ბეროძე ნ., დანელია რ., ნათენაძე თ., სიმონიშვილი თ. ელექტროძრავიანი სამთო მონორელსური ტრანსპორტირების წვევის პარამეტრების გაანგარიშების მეთოდოლოგია. საქართველო ს/ს უნივერსიტეტის სამედიცინო შრომათა კრებული; თბილისი ტ-2, 2008. 164 გვ.
2. ბეგიაშვილი ვ., დარჩია ბ., მახარაძე გ. ელექტროენერჯის გადაცემა და განაწილება. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2006. 450 გვ.
3. დიდებულიძე ა., წულაძე ი. ელექტრომოწყობილობის ექსპლუატაცია. თბილისი, საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი, 1991. 94 გვ.
4. კვაჭაძე გ. მებოსტნეობა „გამ-ბა“ „განათლება“ თბილისი 1991. 542 გვ.
5. კორახაშვილი ა. რისკები და გარანტიები საქართველოს სოფლის მეურნეობაში. გამომცემლობა „სამკალი“, თბილისი, 2005. 327 გვ.
6. მაცეპონი პ., ტანატირი ა., ფომენკო ნ. ავტომატური სისტემების დაპროექტება „გამ-ბა“ „განათლება“, თბილისი, 1989. 278 გვ.
7. მახარობლიძე რ.მ. ექსპერიმენტების დაგეგმვის თანამედროვე მეთოდები სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საკითხებზე. გამ-ა საქართველოს სსი. თბილისი 1974. 66 გვ.
8. მახარობლიძე რ., იაშვილი თ. სოფლის მეურნეობის წარმოების მექანიზაციის განვითარების თანამედროვე მსოფლიო ტენდენციები, თბილისი, 2000.
9. მერაბიშვილი პ. ელექტროტექნიკის საფუძვლები. თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2005. 317 გვ.
10. მეტრეველი ვ., ჭელიძე შ., დიდებულიძე ა. ავტომატიზებული ელექტროამძრავი სოფლის მეურნეობაში. თბილისი, „განათლება“, ნაწ. 2, 1982. 255 გვ.
11. მცენარეთა ბიოლოგიური დაცვის ცენტრი, „ორგანიკა“ (ბოსტნეული და ბაღჩეული კულტურები) თბილისი. www.organica.ge
12. ნაკაშიძე ნ., ჯაში დ. ორგანული სოფლის მეურნეობა. გამ-ბა „ალიონი“, ბათუმი, 2013. 258 გვ.

13. რაზმაძე შ. დენის გარდამქნელები. თბილისი, 1965
14. რობოტული ტექნიკის გამოყენებით ხიდური ტექნოლოგიის პირობებში ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტების წარმოების პროცესის კვლევა. გრანტი 31-84-ი. აკ. წერეთლის სახ. უნივერსიტეტი, ქუთაისი, 2015 წ.
15. სალუქვაძე რ., ქარქაშაძე ნ., კასრაძე დ. ექსპერიმენტალური კვლევის მეთოდები და საფუძვლები და ეკონომიკური ეფექტიანობა. საქართველოს სსი.თბილისი 1978. 150გვ.
16. ურუშაძე თ. აგროეკოლოგია. თბილისი, 2001. 312 გვ.
17. ურუშაძე თ., ბაჯელიძე ა., ლომინაძე შ. ნიადაგმცოდნეობა. ბათუმი, 2011. 554 გვ.
18. ფურცხვანიძე გ.ნ., ჭაბუკიანი რ.რ., ურიათმყოფელი თ.დ., ფურცელაძე ი.გ. ხიდური მექანიზმის ლითონკონსტრუქციების და ფუნდამენტების გაანგარიშება და კვლევა. პერიოდული სამეცნიერო ჟურნალი Georgian Engineerig News.GFN, №3, 2014. გვ.48-51
19. ფურცხვანიძე გ.ნ., ჭაბუკიანი რ.რ., ფურცელაძე ი.გ. ხიდურ მექანიზმებში ამძრავთა ენერჯის წყაროების დახასიათება და ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევა. პერიოდული სამეცნიერო ჟურნალი Georgian Engineerig News.GFN, №3, 2014. გვ.52-54
20. ფურცხვანიძე გ., ჭაბუკიანი რ., ხელაძე გ. ხიდურ მექანიზმებში გამოყენებული აქტიური ქმედების ნიადაგდამამუშავებელი როტაციული სამუშაო ორგანოები. პერიოდული სამეცნიერო ჟურნალი გონი, №3, 2015. გვ.99-102
21. ფურცხვანიძე გ., ჭაბუკიანი რ., ურიათმყოფელი თ. კავშირი ორგანულ სოფლის მეურნეობასა და ხიდურ მიწათმოქმედებას შორის. პერიოდული სამეცნიერო ჟურნალი გონი, №3, 2015. გვ.103–106.
22. ფურცხვანიძე გ.ნ., ჭაბუკიანი რ.რ., ურიათმყოფელი თ.დ., დანელია ი.ზ. კარტოფილის სარგავი მანქანა ხიდური მექანიზმის გამოყენებით. პერიოდული სამეცნიერო ჟურნალი გონი, № 4. “მერმისი”. ქუთაისი. 2016 წ. 82-85 გვ.

23. ფურცხვანიძე გ.ნ., ჭაბუკიანი რ.რ., ურიათყოფელი თ.დ. ხიდური სამანქანო აგრეგატის მქნევარა მექანიზმის ესკიზური ვარიანტის დამუშავება. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული ინტერნეტ-კონფერენცია, “ინოვაციები აგრარულ მეცნიერებებში”. შრომების კრებული. ქუთაისი.-2016 წ. გვ. 34-38.
24. შაფაქიძე ე., ნატროშვილი დ. სასოფლო-სამეურნეო მანქანები. თბილისი, საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტი, 2010. 236 გვ.
25. შხვაცაბაია გ.ი. სასოფლო-სამეურნეო მანქანა-იარაღები .II -ნაწილი: საქართველოს ს.ს.ი გამ-ა, თბილისი 1960. 618 გვ.
26. შხვაცაბაია გ.ი., ოშორიძე მ. სასოფლო სამეურნეო მანქანები. გამ-ა “ განათლება “, თბილისი . 1971. 370 გვ.
27. ჩაჩხიანი ნ. ბოსტნეული კულტურების მავნებელ-დაავადებები და მათ წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებები. აწსუ-ს გამომცემლობა. ქუთაისი, 2014. 144 გვ.
28. ცერცვაძე მ. მუდმივმაგნიტიანი ამძრავი მობილური სასოფლო-სამეურნეო მანქანებისათვის. დისერტაცია აგროინჟინერიაში.(სპეც.0415)წარმოების ელექტროფიკაცია. თბილისი. 2011.
29. ჭაბუკიანი რ.რ. ჩაის მანქანების საწარმოო ექსპლოატაციის საფუძვლები; საქართველოს ს/ს ინსტიტუტის გამომცემლობა; თბილისი 1977. 78 გვ.
30. ჭელიძე ლ. თბილის პლანტაციების მოსავლიანობის ამაღლება ბიომასალების შეტანის მანქანური ტექნოლოგიების დამუშავებით; აწსუ გამოც-ა, ქუთაისი, 2018. 136 გვ.
31. ჭიჭინაძე ვ.კ. სამთო მიწათმოქმედებაში გამოყენებული მონორელსური ტექნიკის მექანიკა-ტექნოლოგიური პარამეტრების გაუმჯობესება. სადოქტორო დისერტაციის ავტორეფერატი. თბილისი 1991წ. 45 გვ.
32. ჯაბუა გ. ა. მექანიზმებისა და მანქანების თეორია. თბილისი, “განათლება”, 1990. 427 გვ.
33. Bertsche B., Lechner G. Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau: Ermittlung von Bauteil- und System-Zuverlässigkeiten. 3. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2004. 188 S.

34. Coate J. EVs Can Bring RE to the Field. [The Natural Farmer, Northeast Organic Farming Association \(NOFA\)](#). September, 2005. 5 pages.
35. Christianson L., Alcock R., Froehlich D. Hellickson M. Electric tractor. US Patent # 4,662,472, May 5, 1987.
36. Furlani E.P. Permanent Magnet and Electromechanical Devices. San Diego, CA: Academic, 2001.
37. Gary Wesley. Improvement on Magneto Electric Machines. Canadian Patent # 10,239 March 13, 1979.
38. Hanselman D. Brushless Permanent Magnet Motor Design The Writer's Collective, 2003.
39. Huang H., Anderson W.M. Fuchs E.F. High-power density and high efficiency motors for electric vehicles applications. ICEM '90, Cambridge, MA, August 1990
40. Johnson Howard. Magnetic propulsion system. US Patent # [5,402,021](#). March 28, 1995.
41. Minato Kohei. Magnetic Rotation Apparatus. US Patent # 4,751,486. June 14, 1988.
42. Makharoblidze- Aktual issues of theozy of wheels zolling of tzactz. LOP LAMBERT academic publishing saezbzucken (Deutschaned) Germany, 2016. 144 pages.
43. Shkondin V. Independent-Drive Wheel for a wheel-mounted vehicle. US Patent # 5,164,623. Nov.17, 1992.
44. Shmitz N., Novotny D. Introductory Electromechanics. The Ronald Press Company, New York, 1965. 336 pages.
45. Schröder D. Elektrische Antriebe – Grundlagen. Springer Verlag, 4. erweiterte Auflage, 2009. 742 S.
46. Strnat K.J. Modern permanent magnets for application in electro-technology.
47. Proceedings of the IEEE, Vol. 78, No. 6, June 1990, pp. 923. 46 s.
48. Wang Shum Ho. An Energy Machine (5KW Electricity Generator). China Patent # 91205280.5, March 30, 1991.
49. Адамия Р. Ш. Динамика машин. – Тбилиси: «Мецниереба», 1999. 399 стр.
50. Амираджиби К.М., Дидебулидзе А.И. Электротрактор. «Электрификация сельского хозяйства», Москва, 1931, № 3
51. Батишев И. И. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ на транспорте М.: “Знание” 1967. 45с
52. Бобриков Ф. А. Курсовое и дипломное проектирование. М., Колос, 1975. 387 с.

53. Болотов А. В., Лопарев А. А., Судницын В. И. Конструкция Тракторов и автомобилей. М.: Колос, 2008.
54. Бут Д.А. Бесконтактные электрические машины. – Москва: Высшая школа, 1990. 226 стр.
55. Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины, М. : “Машиностроение”, 1974. 431 с, ил.
56. Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины, из-о машиностроение, М.: 1974. 81-147 с, ил.
57. Гольдберг О.Д., Гурий Н.С., Свириденко И.С. Проектирование электрических машин. – Москва: «Высшая школа», 1984. 481 стр.
58. Гоберман Л. А., Степаниан А. А., Яркий В. С. и др. Теория конструя и расче строителство дарожних машинии оборудивании М.: “Машиностраение”, 1979. 407с
59. Гольстрем В.А., Ивашенко А.С. Справочник энергетика промышленных предприятий. 1977, Киев.
60. Гус С. В. Беларусь МТЗ- 80/ 83; 100/102 Минск, УП „Гуси – лебеди“ 2015- 221 с., ил.
61. Гурин В.В, Замятин В.М., Попов А.М. Детали машин и основы конструирования. Томск. Издательство Томского политехнического университета, 2010. 427 с
62. Дмитриев И.И. Результаты сравнительных испытаний четырех советских электротракторов кабельного питания. «Электрификация сельского хозяйства», Москва, 1936. № 1.
63. Ермолин И., Жерихин И. Надежность электрических машин. – Ленинград: «Энергия», 1976. 248 стр.
64. Езовит Г.П. спарвочник электроэнергетика. Киев 1974. 225 с, ил.
65. Захаров О.Г. Испытания электрических изделий. – Москва: «Высшая школа», 1987. 247 стр.
66. Зангиев А. А., Лышко Г. П. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. М., Колос, 1996. 320 с.
67. Иванов А. М. Основы конструкции современного транспорт М.; зарулем 2012.
68. Иофинов С.А, Лышко Г.П. Эксплоатация машинно - тректорного парка. М.: „Колос”, 1984. 351с., ил.
69. Кереселидзе Ш. Я., Размадзе Г. Н. Механизация горного земледелия и субтропических культур. Тбилиси, Ганатлеба, 1988. 558 с.

70. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины, М.: Колос, 1980 . 671 с., ил.
71. Коплаков А.П., Карнаухов И.Е. Проектирование и расчет механических передач - М.: Колос, 2000. 240-243 с., ил.
72. Колчюч А. И., Демидов В. П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей М.: Высшая школа, 2003. 496 с.
73. Кутков Г.М. Теория трактора и автомобиля, М.: Колос, 1996 . 287 с., ил.
74. Лопухина Е.М., Семенчуков Г.А. Автоматизированное проектирование электрических машин малой мощности. – Москва. Высшая школа, 2002. 512 стр.
75. Листов П.Н. Экспериментальная работа электротракторов. «Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства», Москва, 1938. № 7.
76. Лурье А.В., Громбуевский А.А. Расчет и конструирование сельскохозяйственных машин. Ленинград, „Машиностроение” (ленингр. отдел-ие), 1997. 528с, ил
77. Мазмиашвили А. И. Теория ошибки методы наименьших квадратов, М.: Негра, 1978. 311 с.
78. Максимов И. И. Практикум по сельскохозяйственным машинам СПб.: Лань, 2013.
79. Махаровлидзе Р.М. Динамика и основы расчета оптимальных параметров чаесборных и подрезочных машин „сабчота сакартвело” Тбилиси, 1978, 292с. Ил
80. Митневич В. Ф. Электрическая энергия М.: Ленанг, 2015. 314 с.
81. Нерсесян В. И. назначения и общее устройство протекторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин и механизмов, М.; издательский центр „Академия“ 2018. 304 с., ил
82. Николаенко А. В. Энергетические машины и установки, СПб: издательство СПб ГАУ 2005.
83. Пурцхванидзе Г., Гветадзе В., втандил Гелашвили А., Гогисванидзе Л., Мостовое земледелие. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული ინტერნეტ-კონფერენცია, „ინოვაციები აგრარულ მეცნიერებებში“. შრომების კრებული. ქუთაისი.-2016 წ. გვ. 30-34.
84. Поливаев О. Н, Гребнев В. П. Тракторы и автомобили Воронеж ФГОУ ВПО ВГАУ, 2000.
85. Поливаев О. Н., Полухин Л. Н. Снижение динамических нагрузок в машино-тракторных прицепах -Воронеж ФГОУ ВПО ВГАУ, 2000.

86. Поливаев О. Н., Гребнев В. П., Ворохобин А. В. и др. Тракторы и автомобили (конструкция), М.: Кнорис, 2018. 252 с.
87. Провоторов М. А. патент рф №2255453 мостовой агрегат для с/х работ.
88. Родичев В.А., Пеисахович Б.И., Токорев В.А. справочник сельского механизатора, М.: „сельхозиздат”, 1981. 298с., ил.
89. Сазонов Н.А. Принцип канатной тяги и электропахота. «Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства», Москва, 1938. № 12.
90. Соболев М., М. Метод Монте -карло М.: изд -о “Наука” 1972. 46с.
91. Зангиев А. А. Методические указания к практическим занятиям по производственной эксплуатации МТА, М.: изд о МИСП им. В. П. Гариачкина 1999.
92. Зедгенидзе Н. Г. Введение в планирование эксперимента учебное пособие Тбилиси ГПИ 1975.
93. Зимин Е. Н, Преображенский В. И; Чувашев И. И. Электрооборудование промышленных предприятий и установок М.: энергоиздат, 1981. 552 с. ил.;
94. Улексин В.А. Мостовое земледелие. Монография. Днепропетровск: Пороги, 2008. 224 с.
95. Устинов А. Н. сельскохозяйственные машины М.: издательский центр „Академия“ 2017. 264 с. ил
96. Ушаков Н.С. Мостовые электрические краны. 1988г. 211 с, ил
97. Хивнер В. Л; Крамский З. И.б Погрузочные машинаторы М.: “Машиностроение” (ленингр. отделение), 1975. 155с,
98. Шуманов Б. Б. Насосные дождевальные установки и техника полива. М., Высшая школа, Москва 1967. 140 с.
99. Мостовой агротехнический комплекс (АМАК)
100. Струнный транспорт Юницкого (СТЮ)
101. www.economy.ge
102. www.moa.gov.ge
103. www.geostat.ge
104. www.nfa.gov.ge
105. www.procurement.gov.ge
106. www.bioagro.ge
107. www.autocentre.ua/news/Komavto/32209.html
108. <http://www.ki-gazeta.ru/rubrics/12/14234.html>

109. <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-articles/triz-prof2/012.pdf>

დოქტორანტ თემურ ლემკაშელის ავტორობით და თანაავტორობით გამოქვეყნებული შრომები (სულ 8 ნაშრომი)

110. Leshkasheli T., kilasonia E., chabukiani R. INTERNACIONAL SCIENTIFIC JURNAL-MECHANIZATION IN AGRICULTURE. **Production of environmentallu safe low-stalk agricultural raw materials using the bridge assembly.** BULGARINA ASSOTIOATION OF AGRICULTURAL MACHINERY YEARLXV ISSUE 1/2020. WWW.STUMEJOURNALS.COM
111. ლემკაშელი. თ., კილასონია ემზარი., ჭაბუკიანი რანი. **ხიდური აგრეგატის ნიადაგის ფრეზირების ხარისხის ექსპერიმენტალური კვლევის შედეგების ანალიზი.** აწსუ-ს გამომცემლობა. №2(14) ქუთაისი 2019- გვ 70-81.
112. ლემკაშელი თ. ნ., ჭაბუკიანი რ.რ. **ხიდური აგრეგატის საყრდენ თვლებზე მოსული დინამიკური დატვირთვების გაანგარიშების საკითხისათვის.** აწსუ-ს მოამბე №2 (12) ქუთაისი 2018-გვ174-181
113. ჭაბუკიანი რ.რ., ლემკაშელი თ.ნ. **ხიდური აგრეგატის ზოგიერთი ძალურ-ენერგეტიკული პარამეტრების გაანგარიშება.** საქ.სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე. №2(40) თბილისი 2018- გვ 74-79.
114. Чабукиани Р., Лешкашели Т., Пурцеладзе Н. **К вопросу эффективности использования мобильного мостового агрегата в возделывании низкостебельных культур.** პერიოდული სამეცნიერო ჟურნალი ნოვაცია № 2 ქ.ქუთაისი 2018 წ.გვ.-19-25
115. სამადალაშვილი ა., დადუნაშვილი გ., ლომიძე ა., ლემკაშელი თ. **სასოფლო სამეურნეო მანქანების უკეთესი კონსტრუქციების შერჩევა თვისობრივი (ხარისხობრივი) მახასიათებლების რაოდენობრივი შეფასების საფუძველზე.** აკაკი წერეთლის სახელწიფო უნივერსიტეტის „მოამბე“ №1(11) ქ.ქუთაისი 2018 წ
116. ლემკაშელი თ., კილასონია ე., **ხიდური აგრეგატების გამოყენება დაბალდეროიანი კულტურების წარმოების ინტენსიფიკაციისათვის.** საქართველოს მექანიკოსთა ყოველწლიური საერთაშორისო კონფერენცია. ქ.თელავი. მოხსენებათა კრებული 26.09.2019-28.09.2019წ. გვ.56-57

117. А. Г. Самадалашвили., А. Н. Ломидзе., Т. Н. Лешкашели. **Антиэрозионные комбинированные машины для полосовой обработки почвы и выкапывания корнеплодов.** Белорусский национальный технический университет. автотракторный факультет автомобиле- и тракторостроение. *Материалы Международной научно-практической конференции.* Минск. 2018. с 279-287
118. А. Г. Самадалашвили., А. Н. Ломидзе., Г. Г. Дадунашвили., Т. Н. Лешкашели. **Машины для внесения органических и минеральных удобрений на поверхности вспаханных полос.** Белорусский национальный технический университет. автотракторный факультет автомобиле- и тракторостроение. *Материалы Международной научно-практической конференции.* Минск. 2018. с 138-142

ရန်ကင်း

მოზილური ხიდური აგრეგატი (თავდაპირველი მდგომარეობა)



მოზილური ხიდური აგრეგატი ექსპერიმენტის დაწყების წინ



ხიდური აგრეგატის სავალი ნაწილი



ხიდური აგრეგატის ამბრავი



ხიდური აგრეგატის ტექნოლოგიური მოდული (წინხედი)



ხიდური აგრეგატის ტექნოლოგიური მოდული (ზედხედი)



ტექნოლოგიური მოდულის დაკიდების სისტემა



8 დანიანი ექსპერიმენტალური ფრეზი



ექსპერიმენტის სამუშაოს პირველი ეტაპი.



მონაკვეთებად ფრეზირების ჩატარებისათვის საჭირო კვალგამხსნელი



ხიდური აგრეგატის მართვის პუნქტი



ხიდური აგრეგატის სარემონტო-სამონტაჟო პროცესი



ფრეზირებული ნიადაგის გამზადება მონაცემების ასაღებად.



