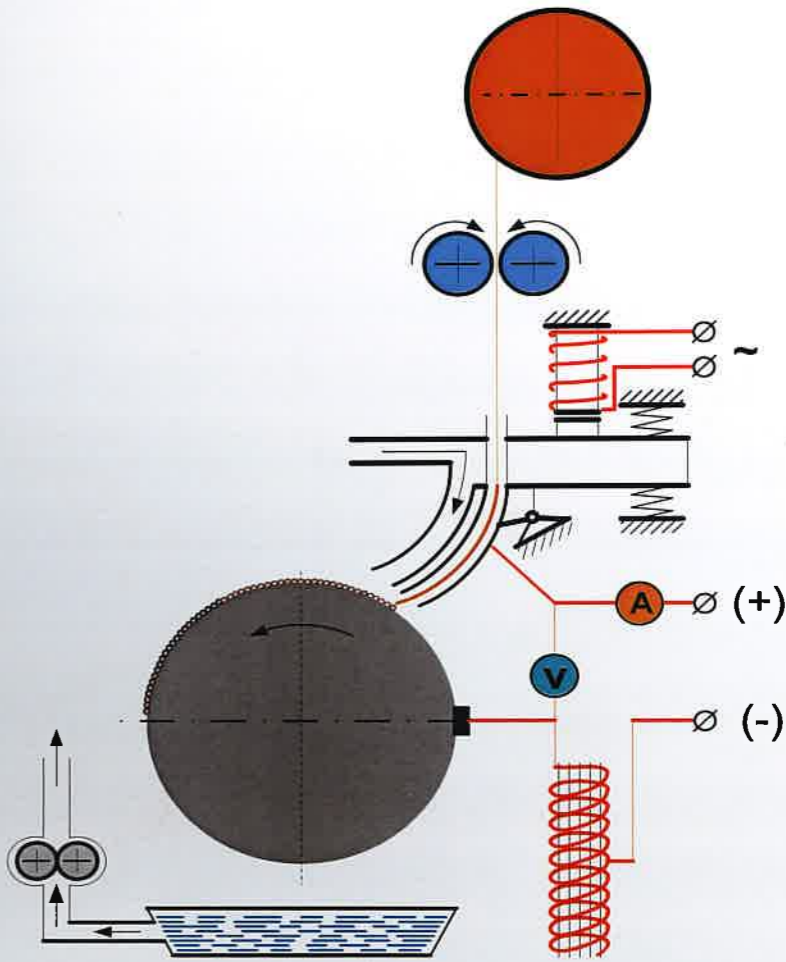




ნაპოლეონ ქარქაშაძე, ჯემალ კაციტაძე, გიორგი ქუთელია



ტექნიკური პროგრესი, ეკონომიკური კვლევების  
ეფექტურობა და მანქანების დეფიციტური დეტალების  
აღდგენის ალტერნატიული რესურსდამზოგი  
ტექნოლოგიები

თბილისი, 2017

მონოგრაფია ქვეყნდება შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით ფუნდამენტური საგრანტო პროექტის №FRFF/60/10-140/14 „თანამედროვე სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის ექსპლუატაციო საიმედოობის გაზრდის რესურს დამზოგი ინოვაციური ტექნოლოგიების თეორიულ-ექსპერიმენტული გამოკვლევა და ოპტიმიზაცია“ და დოქტორანტურის საგანმანათლებლო პროგრამის PhDF2016\_26 “სასოფლო-სამეურნეო გუთნების საიმედოობის გაზრდა მათი გაცვეთილი დეტალების რესურსდამზოგი ინოვაციური ტექნოლოგიისგამოყენებით” ფარგლებში.

ნაშრომი განხილული, რეცენზირებული და მოწონებულია საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აგროსაინჟინრო სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე, ოქმი № 6, 2017 წლის 19 ივლისი.

რეცენზენტი-საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ელგუჯა შაფაქიძე

რედაქტორი- საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის სრული პროფესორი რევაზ მახარობლიძე

## სარჩევი

შესავალი.....	3
<b>თავი პირველი</b>	
სამეცნიერო – ტექნიკური პროგრესი სოფლის მეურნეობაში	
1.1 თანამედროვე მდგომარეობა და პერსპექტივები.....	4
1.2 სამეცნიერო ტექნიკური სისტემები.....	8
1.3 სამეცნიერო კვლევის მეთოდის საფუძვლები.....	10
1.4 სამეცნიერო კვლევების ინფორმაციული უზრუნველყოფა.....	12
1.5 ინფორმაციის შეგროვება, მათი სისტემატიზაცია და ანალიზი.....	13
1.6 სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ექსპლუატაციის შედეგად წარმოქმნილი პრობლემები .....	15
1.7 მსგავსების კრიტერიუმები.....	20
<b>თავი მეორე</b>	
შესრულებული სამეცნიერო სამუშაოების ეფექტურობის შეფასება	
2.1 წინასწარი ეკონომიკური დახასიათება.....	23
2.2 სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების მეცნიერული ღირებულება.....	25
2.3 მეცნიერების მნიშვნელობა.....	27
2.4 სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების სიახლე, პერსპექტივა და აქტუალობა....	28
2.5 შესრულებული სამუშაოების შეფასების სისტემა.....	29
2.6 შესასრულებელი სამუშაოს შეფასება ეკონომიკური ეფექტურობის მაჩვენებლის მიხედვით.....	30
2.7 გამოყენებითი მეცნიერული კვლევების ეკონომიკური დახასიათება .....	31
2.8 კვლევის შედეგების დანერგვის ეკონომიკური ეფექტურობა ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრის ძირითადი ნორმატივები.....	33
2.9 კვლევის შედეგების წარმოებაში დანერგვა.....	34
<b>თავი მესამე</b>	
მანქანების დეფიციტური დეტალების აღდგენის ალტერნატიული რესურსდამზოგი ტექნოლოგიები	
3.1 მანქანების დეფიციტური დეტალების აღდგენის ალტერნატიული რესურსდამზოგი ტექნოლოგიების დამუშავების მნიშვნელობა.....	37
3.2 სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის მუშაობის თავისებურებანი.....	38
3.3 სასოფლო სამეურნეო გუთნების სახნისების ცვეთის ალბათურ-სტატისტიკური მოდელირება.....	39
3.4. სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების აღდგენის თანამედროვე ხერხების მოკლე მიმოხილვა.....	48
3.5.სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის დეტალების ელექტრონაპერწკლური ლევირებით აღდგენის პროცესის გამოკვლევა და რესურსდამზოგი ინოვაციური ტექნოლოგიის დამუშავება.....	56
3.6. მოწყობილობა სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ელექტრონაპერწკლური ლევირებით აღდგენისათვის.....	57
3.7. ელექტრონაპერწკლური ლევირებით მიღებული ლითონური საფარის სტრუქტურის გამოკვლევა.....	59
3.8. ელექტრონაპერწკლური ლევირებით აღდგენილი ლითონური საფარის სისალის გამოკვლევა მსგავსობითობისა და განზომილებათა თეორიის გამოყენებით.....	62

3.9. ელექტრო-ნაპერწკლური ლეგირებით მიღებული ლითონური საფარის ჩაჭიდების სიმტკიცის ოპტიმიზაცია ექსტრემალური ექსპერიმენტების დაგეგმვის თეორიის გამოყენებით.....68

3.10. სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის დეტალების ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენის რესურსდამზოგი ტექნოლოგია

3.10.1. მოსამზადებელი სამუშაოები .....72

3.10.2 ელექტრონაპერწკლური ლეგირების რეჟიმების შერჩევა.....73

3.10.3 გამოსაყენებელი ელექტროდების მასალისა და ფორმის შერჩევა.....74

3.10.4 ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით დეტალების აღდგენის ტექნოლოგიის თავისებურებანი.....75

3.10.5 მანქანების გაცვეთილი დეტალების დაქრომვით აღდგენის რაციონალური ტექნოლოგია.....76

3.10.6 დაქრომვის შედეგად მიღებული საფარის სისალისა და ჩაჭიდების სიმტკიცის გამოკვლევა.....78

3.10.7 პრეციზიული დეტალების აღდგენის ტექნოლოგია დაქრომვით ახალი ელექტროლიტის გამოყენებით....79

3.10.8 რესურსდამზოგი ტექნოლოგია და ავტომატური მოწყობილობა სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების მდნობის ქვეშ ავტომატური დადუღებით აღდგენისათვის.....80

3.10.9 მდნობის ქვეშ ავტომატური დადუღებით სახნისების აღდგენის პროცესის ტექნიკურ-ეკონომიკური შეფასება.....87

დასკვნები.....90

ლიტერატურა.....91

## შესავალი

თანამედროვე მსოფლიოში ახალი ტექნოლოგიების შექმნა და დანერგვა დინამიკური პროცესია. იგი ადამიანის ყოველდღიური საქმიანობის შემადგენელი ნაწილია და ინტელექტუალური ცოდნის აუცილებლობას მოითხოვს.

მსოფლიოს ეკონომიკა, რომლის მნიშვნელოვანი ნაწილი სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაცაა, თითოეული ქვეყნისათვის განსაზღვრავს, როგორც ეკონომიკურ, ისე სოციალურ-პოლიტიკურ მდგომარეობას. საქართველოს ეკონომიკაც მსოფლიოს ეკონომიკის ნაწილია და ქვეყნის განვითარებისათვის გადადგმული ყოველი ნაბიჯი ამ მოთხოვნილებებიდან უნდა გამომდინარეობდეს.

ახალი ტექნოლოგიების დანერგვა, მათი მუშა მდგომარეობაში შენარჩუნება დღეს მეტად აქტუალურია და მოითხოვს მეცნიერების მუდმივ ყურადღებას.

საყოველთაო კომპიუტერიზაციამ დააჩქარა ახალი ტექნოლოგიების შექმნის პროცესი და მათი დანერგვა მსოფლიოს თითქმის ყველა რეგიონში. გამონაკლისი არც საქართველოა, სადაც დაჩქარებული ტემპით მიმდინარეობს ახალი საინფორმაციო ტექნოლოგიების დანერგვა, რაც მისასაღმებელია.

კაცობრიობამ გააცნობიერა, რომ ტექნიკურმა პროგრესმა მიიღო საერთაშორისო ხასიათი და მსოფლიო მოსახლეობა ცდილობს მომზადებული შეხვდეს ამ პროცესს, ამ ფერხულში ჩაბმულია ჩვენი ქვეყნის მოსახლეობაც.

წინამდებარე ნაშრომი ეხება აგრარულ სექტორში ტექნიკურ პროგრესს, მათი ექსპლუატაციის შედეგად მიღებული ეკონომიკური ეფექტურობის გაანგარიშების მეთოდოლოგიას, აგრეთვე სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის დეფიციტური გაცვეთილი დეტალების აღდგენის თანამედროვე არატრადიციული ალტერნატიული ტექნოლოგიების დამუშავებასა და კვლევას მანქანების საიმედოობის გაზრდის მიზნით.

ნაშრომის პირველი და მეორე თავი დაწერილია აკადემიკოს ნაპოლეონ ქარქაშაძის, ხოლო მესამე თავი აკადემიკოს ჯემალ კაციტაძისა და დოქტორანტ გიორგი ქუთელიას მიერ

წიგნი განკუთვნილია აგროსექტორში დასაქმებული საინჟინრო-ტექნიკური პერსონალისათვის, მეცნიერებისათვის, ბაკალავრების, მაგისტრანტების, დოქტორანტებისა და შპს „მექანიზატორის“ სპეციალისტებისათვის.

## თავი პირველი

სამეცნიერო – ტექნიკური პროგრესი სოფლის მეურნეობაში

### 1.1 თანამედროვე მდგომარეობა და პერსპექტივები

თანამედროვე სახელმწიფოს მშენებლობა შეუძლებელია ახალი ტექნოლოგიების დანერგვის გარეშე, ხოლო ამ პროცესის მუშა მდგომარეობაში შენარჩუნება, თანამედროვე მეცნიერების მნიშვნელოვანი საზრუნავია. დღევანდელ პირობებში, არსებულ ტექნიკურ საშუალებებს შეუძლიათ ადამიანების აზროვნების ოპტიმიზაცია. მკვლევარს საშუალება ეძლევა უმოკლეს ვადაში დასვას ტექნიკური დიაგნოზი, რაც აუცილებელია ურთულესი თანამედროვე საწარმოო მოწყობილობების სამუშაო რეჟიმში ყოფნისათვის.

კომპიუტერიზაციამ საშუალება მოგვცა შეგვექმნა საწარმოო ხასიათის პროგრამები და მათ შორის შეგვეჩინა საუკეთესო. ერთი სიტყვით მატერიალური წარმოება ყოველთვის აყენებდა მეცნიერების წინაშე კონკრეტულ ამოცანებს, რომელთა გადაწყვეტაც თანამედროვე მეცნიერული ტექნოლოგიებით უსწრაფესად არის შესაძლებელი.

დღეს, მეცნიერები ვასრულებთ ინტელექტუალურ სამუშაოს და საშუალება გვაქვს უშეცდომოდ, ოპტიმალურ ვადებში და მინიმალური დანახარჯებით შევასრულოთ იგი, თანამედროვე მეცნიერული ტექნოლოგიები საშუალებას გვამძლევს, წარმატებით გადავწყვიტოთ არა მარტო ურთულესი სამეცნიერო, არამედ ადამიანების სოციალური პრობლემებიც.

საბაზრო ეკონომიკის პირობებში მეცნიერება განსაზღვრავს და უზრუნველყოფს კონკრეტულ გარემოს, რაც აუცილებელი პირობაა არა მარტო მეცნიერების განვითარებისათვის, არამედ საზოგადოების განვითარების ვექტორის სწორად შერჩევისათვისაც.

უმნიშვნელოვანესი მიღწევებია მოპოვებული ატომბირთვული და თერმობირთვული ენერჯის, კოსმოსის შეცნობასა და მისი პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით. დღეს უკვე რეალურია უახლოეს მომავალში ადამიანების მუდმივად მზარდი ენერგეტიკული მოთხოვნილებების დაკმაყოფილება, მატერიალური სიკეთეების ზრდა და საზოგადოების მოთხოვნილების დაკმაყოფილება, როგორც კვების და საყოფაცხოვრებო საგნებზე, ისე სულიერ და ინტელექტუალურ მოთხოვნილებებზეც.

საბაზრო ეკონომიკის განვითარების ძირითადი მოთხოვნებია ეკონომიკური მეტოქეობის განვითარება, რომლის საფუძველიც უნდა იყოს ჯანსაღი კონკურენტუნარიანი პროდუქციის წარმოება, ეს კი შესაძლებელია მხოლოდ მაღალი ტექნოლოგიების პირობებში.

თანამედროვე ეპოქაში პრიორიტეტულია ადამიანებისა და საზოგადოების ინტერესების თანხვედრა, რომელიც იძლევა საზოგადოებაში შესაბამისი იდეოლოგიისა და ადამიანების სოციალიზაციის საშუალებას.

თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესი საშუალებას გვამძლევს შევქმნათ ადამიანების მოთხოვნილების შესაბამისი და ადეკვატური საწარმოო საშუალებები, რომლებიც ინტელექტუალური ტევადობისა და იძლევა უზარმაზარი შრომითი რესურსების გამონთავისუფლების საშუალებას, რომელთა რაციონალური გამოყენება ისევ მაღალმა საზოგადოებრივმა ინტელექტმა უნდა უზრუნველყოს.

სამეცნიერო-ტექნიკური მიღწევების, ანუ ახალი ტექნოლოგიების დანერგვის ეფექტურობა, უპ. ყოვლისა წარმოებული პროდუქციის მაღალ ხარისხსა და დაბალ თვითღირებულებაში მუდგანდება, რომელსაც საბოლოო ანგარიშით ხალხის ცხოვრების დონის გაუმჯობესება და ადამიანების ცხოვრების დონის ამაღლება უნდა მოჰყვეს.

წარმოებული პროდუქციის გაიაფების ერთ-ერთი უმთავრესი პირობაა ენერგოდამზოგი ტექნიკური საშუალებების, ხოლო სასოფლო-სამეურნეო საწარმოებში მცირეგაბარტიანი, რამდენიმე პროფილიანი მობილური ტექნიკის შექმნა.

კოლმეურნეობებისა და მსხვილი საბჭოთა მეურნეობებიდან საქართველოს სოფლის მეურნეობა გადავიდა განვითარების ახალ ფორმებზე, ესენია: ა. წვრილგლეხური მეურნეობები, ბ. საშუალო ფერმერული მეურნეობები, გ. მსხვილი სპეციალიზებული მეურნეობები და დ. სააქციო საზოგადოებები, რომლის დროსაც, ცხადია ფართოდ უნდა იქნას გამოყენებული კოოპერირების პრინციპები.

წვრილ-გლეხურ და საშუალო ფერმერული მეურნეობების მომსახურებისათვის ტექნიკური საშუალებების შერჩევა და გამოყენება უნდა მოხდეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანისათვის საჭირო მანქანების ნომენკლატურიდან და დასამუშავებელი ფართობების კონიუქტურიდან (სიდიდე, დაქანების კუთხე, ნიადაგის მდგრადობის კოეფიციენტი და ა.შ.) გამომდინარე.

ცხადია, რომ წვრილგლეხურ და ინდივიდუალურ ფერმერულ მეურნეობებს გაუმწიფდებდათ ძვირადღირებული ტექნიკის არა მარტო შეძენა, არამედ მისი ექსპლუატაციაც. მდგომარეობიდან გამოსვლის ერთ-ერთ საშუალებად მიგვაჩნია სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის სერვისული ცენტრების ჩამოყალიბება, მათი თანამედროვე ტექნიკით აღჭურვა და ხელშეკრულების საფუძველზე, შესაბამისი სამუშაოების შესრულება. ასეთ ცენტრებს უნდა ჰქონდეთ საკუთარი სარემონტო ბაზებიც, რომლებიც შეასრულებენ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის არა მარტო სარემონტო სამუშაოებს, არამედ ცალკეული ძვირადღირებული დეტალების აღდგენასაც.

სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული ტექნიკა უნდა იყოს არა მარტო ენერგო დამზოვი, არამედ ეკოლოგიურადაც უსაფრთხო და, რაც მთავარია, ეკონომიკური თვალსაზრისით მისაღები.

დღეს, მსოფლიო გადავიდა ზუსტი მიწათმოქმედებისა და მაღალი ტექნოლოგიების შემსრულებელი მანქანების გამოყენებაზე, რომელიც უკ. ყოვლისა გულისხმობს ერთი გავლით 5-6 ტექნოლოგიური ოპერაციის შესრულებას, ზუსტი მიწათმოქმედება კი გულისხმობს, მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის ოპტიმალური პირობების შექმნას. საქართველო, სამწუხაროდ. ამ პროგრესიდან დღეისათვის ამოვარდნილი ქვეყანაა, რაც გამოწვეულია თანამედროვე ტექნიკური საშუალებების კატასტროფული დეფიციტით. ჯერ კიდევ საბჭოთა კავშირის დროს საქართველოს სოფლის მეურნეობის ენერგოშეიარაღება, მისი მთიანი რელიეფიდან გამომდინარე, არ აღემატებოდა 12 კილოვატს, მაშინ როდესაც საბჭოთა კავშირის მასშტაბით იგი 18,0 – 20,0 კილოვატს შეადგენდა, ხოლო მსოფლიოში 40,0 კვტ-ს. მიუხედავად იმისა, რომ ამ მაჩვენებლით საქართველო ერთ-ერთ ბოლო ადგილზეა, ჩვენ ვერ შევინარჩუნეთ საბჭოთა დროინდელი მაჩვენებელიც კი. 2010 წლის მონაცემებით, ქვეყნის სოფლის მეურნეობის ენერგოშეიარაღება 7,0 კვტს არ აღემატებოდა.

მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოში, საბჭოთა კავშირის დროსაც, მექანიზაციის დონე ყველა მოკავშირე რესპუბლიკაზე დაბალი იყო. ერთ სულ მოსახლეზე, სოფლის პროდუქტების წარმოების ღირებულებითი მაჩვენებლით, იგი მნიშვნელოვნად აღემატებოდა მათ. (ბალტიისპირეთის რესპუბლიკების გარდა). ისეთ რთულ დარგებში, როგორცაა მეჩაიეობა და მევენახეობა, მექანიზაციის კოეფიციენტი მაღალი იყო და ეს იმ საკონსტრუქტორო ბიუროებისა და ექსპერიმენტალური ქარხნების დამსახურებაა,

რომლებიც ფუნქციონირებდნენ საქართველოში. გარდა ამისა, საკავშირო მნიშვნელობის სამთო მიწათმოქმედების მექანიზაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტიც, საქართველოში მდებარეობდა. ყოველივე ეს იმაზე მეტყველებს, რომ მექანიზაციის პროფილის სამეცნიერო-კვლევითი კადრები მაღალ დონეზე იყო, რომელთა მომზადებას ემსახურებოდა აგრარული უნივერსიტეტი და სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტში არსებული მექანიზაციის ფაკულტეტები.

ჩაის კულტურა, სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა შორის, ერთ-ერთი ყველაზე შრომატევადია. ქართველმა კონსტრუქტორებმა შექმნეს მისი მოვლა-მოყვანის და ხარისხოვანი ფოთლის კრეფისათვის მანქანათა ურთულესი კომპლექსი, რომელთა დამზადებას ემსახურებოდა საკმაოდ ძლიერი საკონსტრუქტორო ბიუროები და ექსპერიმენტული ქარხნები, რომლებიც დღეს უმოქმედოთ არიან, ვინაიდან უყურადღებობით ჩაის კულტურა საქართველოში გაქრობის პირასაა. ინდუსტრიულ საფუძველზე წარმოებდა მარცვლეულის, საკვები კულტურების მოვლა-მოყვანა და მეცხოველეობის მექანიზაცია.

საქართველოში, 1990 წლამდე არსებობდა სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მძლავრი საწარმოო ბაზა, მიუხედავად იმისა, რომ ქვეყნის რელიეფი და სასოფლო-სამეურნეო მიწების მრავალნაკვეთიანობა, მექანიზაციის გამოყენებას მნიშვნელოვნად აფერხებდა. მაგალითად, აგრარული მეცნიერ-ტექნიკოსების დიდი გამარჯვება იყო, ჩაის საკრეფი მანქანების შემქმნელების 1964 წელს ლენინური (ყველაზე დიდი ჯილდო სსრ კავშირში) პრემიით დაჯილდოება. სხვათა შორის, ამ მანქანების ეკონომიკური ეფექტურობის საკითხებს მიეძღვნა ჩემი (ნ. ქარქაშაძე) საკანდიდატო დისერტაციაც.

სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესი ქმნის უახლეს ტექნოლოგიებს. სამყაროს შეცნობა, არსებული კანონზომიერების დადგენა, დღევანდელ პირობებშიც ქართველი მეცნიერების მნიშვნელოვანი და პრიორიტეტული საქმიანობაა.

მსოფლიოში, სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუცია არა მარტო გრძელდება, არამედ ადის უფრო მაღალ საფეხურებზე. წარმოებაში ინერგება ავტომატიზებული სისტემები, მეცნიერება იძენს საყოველთაო ხასიათს და ყოველივე ეს კომპიუტერული და ინფორმაციული უზრუნველყოფის შედეგია.

## 1.2 სამეცნიერო ტექნიკური სისტემები

ტერმინი “სისტემა” გულისხმობს ურთიერთკავშირში მყოფი, ურთიერთდამოკიდებული და ურთიერთმომქმედი პროცესებისა და ელემენტების ერთობას. მეცნიერება, ტექნიკა და ადამიანები, წარმოადგენენ ერთიანი სამეცნიერო-საწარმოო სისტემის უმნიშვნელოვანეს შემადგენელ ნაწილებს, ეს პროცესი პროგრესირებადია, რომლის დროსაც იბადება ახალი ტერმინოლოგიები, რაც საერთო ჯამში სისტემას უფრო დინამიკურსა და ორგანიზებულს ხდის.

საწარმოო სამეცნიერო სისტემის ეფექტურ მუშაობას უზრუნველყოფს მისი შინაგანი “აღნაგობა” ანუ ანატომია, იგი წარმოადგენს შესაბამისი ქვესისტემების ერთობლიობას, რომელიც უზრუნველყოფილია მათ შორის ფუნქციური კავშირებით. დღეისათვის გართულებულია საწარმოო სისტემების ორგანიზაციაც, რომელიც უზრუნველყოფს შესაბამისი სტრუქტურებისათვის დამახასიათებელი საქმიანობის წარმატებულ ფუნქციონირებას.

დღევანდელი სამეცნიერო ტექნიკური სისტემა რთული მექანიზმია, მაგალითად, მეცნიერება თავისი შინაარსით, სამეცნიერო აღმოჩენათა ერთობლიობაა, რომელიც მიიღება სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის პროცესის შედეგად. იგი განსაზღვრავს საკვლევო ობიექტების თვისებებს, სწავლობს. მოვლენათა არსს და განვითარების კანონზომიერებებს, ხოლო ტექნიკა საინჟინრო-საკონსტრუქტორო გადაწყვეტილებების ერთობლიობაა, რომელიც უზრუნველყოფს საწარმოო პროცესების სრულყოფას ანუ ახალი ტექნოლოგიების შექმნას, დანერგვას და მათ ნორმალურ მუშაობას.

სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის ძირითადი შემადგენელი ელემენტებია: 1. ფუნდამენტური გამოკვლევები, რომლებიც ეფუძნებიან თანამედროვე მეცნიერების (მათემატიკა, ფიზიკა, მექანიკა, ქიმია, მართვის სისტემები, კიბერნეტიკა, ბიოლოგია და ა.შ.) მიღწევებს. 2. ტექნიკური და გამოყენებითი კვლევები, რომლებიც უზრუნველყოფენ საწარმოო ქვესისტემების (ანუ მეცნიერული მიღწევების) წარმოებაში დანერგვას, ანუ ქმნიან შესაბამისად ახალ საწარმოო ტექნოლოგიებს, აწარმოებენ მათ გამოცდას და წარმოებაში დანერგვას. ტექნიკური და გამოყენებითი დარგების შემადგენელი სისტემებია: შრომისა და წარმოების ორგანიზაცია, პროცესების მეცნიერული და ახალი ტექნოლოგიების წარმოებაში

დანერგვა. ისინი წარმოადგენენ წარმოების ნივთიერ ელემენტებს და თამაშობენ მეტად მნიშვნელოვან როლს წარმოების პროცესში.

მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი, კარგა ხანია გახდა საწარმოო ძალა, იგი აქტიურად მონაწილეობს წარმოების ძირითადი ელემენტების რევოლუციურ გარდაქმნებში და ამავე დროს ადამიანის შრომის ინტელექტუალური კვალიფიკაციის ზრდის მნიშვნელოვანი ფაქტორია. მეცნიერების ჩართვა უშუალოდ საწარმოო პროცესებში, ისტორიულად საკმაოდ დიდ პერიოდს მოიცავს და იგი ძირითადად ორთქლის მანქანების გამოყენების პერიოდიდან იწყება. მე-20 საუკუნის მეორე ნახევრიდან წარმოების მყარი საფუძველი მეცნიერებაა, რომელიც სულ უფრო სრულყოფილი ხდება, რაც ახალი ტექნოლოგიური პროცესების წარმოებაში დანერგვაში გამოიხატება.

დღეისათვის მეცნიერება სწრაფად და ფართო ფრონტით იჭრება თანამედროვე წარმოების ყველა სფეროში, ამ მხრივ არც სოფლის მეურნეობაა გამონაკლისი, თუმცა ამ შემთხვევაში მეცნიერული სიახლეების დანერგვის ტემპი, ცოცხალი ორგანიზმების (მცენარეები, ცხოველები) ბიოლოგიური შესაძლებლობების გაზრდის ხარჯზე” ხორციელდება და ამიტომ ხანგრძლივია. რაც შეეხება ტექნიკური ხასიათის ტექნოლოგიების დანერგვას სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში, ეს პროცესიც სხვა დარგებთან შედარებით, ხანგრძლივად მიმდინარეობს. მიზეზი-სასოფლო-სამეურნეო წარმოების უზომოდ დიდი სივრცობრივი ფაქტორის გარდა, ბუნებრივ-კლიმატური პირობებიცაა.

თუ წარმოების სხვა დარგების დამოკიდებულების კოეფიციენტი, ბუნებრივ ფაქტორებზე 2-4%-ია, სოფლის მეურნეობაში ამ ფაქტორის გავლენა 45-55%-ზე მეტია, ხოლო ზოგ რეგიონში კი 70%-მდეა.

მიუხედავად ამისა, სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისა და შრომის ავტომატიზაციის პროცესი, წარმატებით მიმდინარეობს, თუმცა ეს საკმაოდ დიდ დანახარჯებთან არის დაკავშირებული.

თანამედროვე მეცნიერული ტექნოლოგიები, იძლევიან იმის საშუალებას, რომ ფიზიოლოგები, გენეტიკოსები, აგრონომები და საერთოდ ბიოლოგიური მეცნიერების წარმომადგენლები, უფრო ღრმად ჩაწვდნენ ცხოველებსა და მცენარეებში მიმდინარე პროცესებს. განსაკუთრებით წინ წასწია სასოფლო-სამეურნეო მეცნიერება, უკანასკნელ

წლებში გენეტიკაში მიღებულმა სერიოზულმა შედეგებმა, თუმცა ადამიანის როლი, განსაკუთრებით სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში, ჯერ ისევ გადამწყვეტია.

### 1.3 სამეცნიერო კვლევის მეთოდის საფუძვლები

სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობა მოითხოვს მუშაობის მეთოდის, რომელიც დინამიკური პროცესია და ახალ მეცნიერულ მიღწევებთან ერთად იცვლება. კვლევის მეთოდის შედგენას პირამიდის სახე აქვს და მისი საფუძველთა-საფუძველია ჰიპოთეზები, პროგნოზები, ალბათობები, რომლებიც მეცნიერული ანალიზის (ცხურის) გავლის შემდეგ, იღებს ჩამოყალიბებულ სახეს და, საბოლოო ანგარიშით, ინერგება პრაქტიკაში. ეს პროცესები ხანგრძლივია, პრობლემის გადაწყვეტას ემსახურება თანამედროვე კვლევითი დაწესებულებები, პრობლემური ლაბორატორიები, სამეცნიერო გაერთიანებები და ა.შ. ამრიგად მიღებულ მეცნიერულ შედეგებში ბევრი ადამიანის შრომაა განივთებული. თანამედროვე პირობებში მეცნიერული კვლევებისადმი კომპლექსური მიდგომა რეალური შედეგების მიღების მნიშვნელოვანი ფაქტორია.

თუმცა მეცნიერება, რომელიც დროთა განმავლობაში იცვლის სოციალურ ფუნქციასაც, მაინც რჩება საზოგადოებრივი შეგნების ფორმად და ეკონომიკური პოლიტიკის საფუძვლად, რომელშიც მონაწილეობენ ქვეყნების უდიდესი მატერიალური, ფინანსური და შრომითი რესურსები. ამრიგად, დიდი მეცნიერება წარმოადგენს ქვეყნის მატერიალური, ფინანსური და შრომითი რესურსების ურთიერთობის პროდუქტს.

საჭიროა იმის აღნიშვნაც, რომ “ცოდნის წარმოება” და “ნივთიერების წარმოება”, ორი სხვადასხვა პროცესია. მაგალითად, მეცნიერებაში ზოგჯერ კვლევის საბოლოო მიზანი ალბათური ხასიათისაა, ანუ საბოლოო მიზნის გაანგარიშება მხოლოდ მიახლოებით დონეზე ხდება, თუმცა, კომპიუტერიზაციამ, ეს პროცესი თითქმის მინიმუმამდე დაიყვანა. რაც შეეხება “განივთებას”, იგი მეცნიერული დასკვნების წარმოებაში დანერგვის შედეგია, რომელსაც შეიძლება შევხვით, დავინახოთ, დავაგემოვნოთ და ა.შ. ამრიგად, “ცოდნის წარმოება” და “ნივთიერების წარმოება”, ერთიანი ტექნიკური პროგრამის შემადგენელი (აუცილებელი) ნაწილებია.

მეცნიერების ძირითადი მიზანი ახალი უნიკალური შედეგების მიღებაა. ამიტომ, რომ მეცნიერება საჭიროებს განუსაზღვრელი ნების თავისუფლებას, რაც უპირველეს ყოვლისა სამეცნიერო აზროვნების თავისუფლებას გულისხმობს.

მეცნიერებაში მნიშვნელოვანია საკვლევი თემის სწორად შერჩევა, როგორც ცნობილია, არსებობს ფუნდამენტური და გამოყენებითი კვლევები, აქედან გამომდინარე მეცნიერება დიფერენცირებულია მიმართულებების მიხედვით, ანუ ჩამოყალიბებულია დისციპლინებებად, მაგალითად ფიზიკა, ქიმია, ბიოლოგია და ა.შ. დღეისათვის არსებობს ათეულობით ე.წ. “ვიწრო” სპეციალობები, რომელთა რაოდენობებიც მზარდია. ამავე დროს ინტენსიურად მიმდინარეობს მათი შერწყმის პროცესიც, მაგალითად “მათემატიკური აგროქიმია”, “აგრობიოლოგია”, “მოლეკულური ბიოლოგია” “ფიზიკოლოიდური ქიმია” და ა.შ. ასეთი კვლევების ძირითადი საფუძველი იყო, არის და მომავალშიც იქნება მათემატიკა. ამრიგად, სხვადასხვა მეცნიერებების მიჯნაზე, მათი ურთიერთობების შედეგად იქმნება თანამედროვე დიდი მეცნიერება. გამონაკლისი, ცხადია არც სოფლის მეურნეობაა, რომელშიც განივთებულია, როგორც ბიოლოგიური, ისე ტექნიკური და სხვა სამეცნიერო მიმართულებები. სხვადასხვა მეცნიერებების ოპტიმალური ურთიერთობების შედეგად იქმნება ის სამეცნიერო პროდუქცია, რომელმაც კაცობრიობას საშუალება მისცა “გასულიყო” კოსმოსში, ამოეცნო გენეტიკური კოდი და ა.შ.

1990 წლამდე საქართველოს სამეცნიერო-კვლევითი სისტემა წარმოადგენდა უზარმაზარი ქვეყნის – სსრ კავშირის ერთიანი სამეცნიერო სისტემის მნიშვნელოვან ნაწილს, ამაზე მიაწინებებს იმ პერიოდის კვლევები, რომელთა გარკვეული ნაწილის სათავე მიმართულებებიც განთავსებული იყო საქართველოში. ასეთები სოფლის მეურნეობაში იყო „ანასეულის ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების“, „სამთო მიწათმოქმედების მექანიზაციის“, „მცენარეთა დაცვის“, „მევენახეობა-მელვინეობის“ სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტები და მათი შესაბამისი საკონსტრუქტორო ქვედანაყოფები, საცდელი, საწარმოო პოლიგონები და სხვა.

საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ, არა მარტო ზემოთხსენებული ინსტიტუტები, არამედ საქართველოში განთავსებული სხვა ფუნდამენტური კვლევის ტრადიციული ინსტიტუტებიც “თამაშგარე” მდგომარეობაში აღმოჩნდა. ჩამოიშალა საკოორდინაციო, სახელშეკრულებო ურთიერთობები, რომლებშიც დეტალურად იყო გაწერილი შესასრულებელი სამუშაოების მოცულობა, შესრულების ვადები, დაფინანსება და სხვა. ქვეყნის სამეცნიერო პოტენციალი დარჩა დაფინანსებისა და შეკვეთების გარეშე, შეიქმნა ქაოტური სიტუაცია, რომელიც სამწუხაროდ დღემდე გრძელდება. ჩამოიშალა მეცნიერების ორგანიზაციული დაქვემდებარების სისტემებიც, მაგალითად, ქვეყანაში არსებული ორი

სახელმწიფო სამეცნიერო აკადემიები დარჩნენ, საკვლევო ინსტიტუტებისა და სამეცნიერო ცენტრების გარეშე, შეიცვალა სამეცნიერო კადრების მომზადების სისტემა, სადისერტაციო შრომების თემატიკა კი პრიმიტიულამდე გამარტივდა, იგი გახდა ერთფეროვანი, რამაც მოშალა დიდი მეცნიერების განვითარების საფუძველი. მეცნიერთა შრომის ანაზღაურება, თავისი მინიმალურობით, თითქმის ნულოვან ზღვარს მიუახლოვდა, რამაც კვალიფიციური სამეცნიერო კადრების ცვლის შეუქცევადი პროცესიც ფაქტიურად მოშალა. ქვეყნის ახალგაზრდა ინტელექტუალური ნაწილის სხვა ქვეყნებში გადინებამ, კატასტროფული სახე მიიღო. ქართული მეცნიერების დაფინანსებამ გრანტული ხასიათი მიიღო და იგი “რუსთაველის ფონდში” გადავიდა, რომელიც მიუხედავად დიდი მონდომებისა, დაფინანსებას სიმცირის გამო, ჯერ-ჯერობით ვერ გახდა დიდი მეცნიერების დამფინანსებელი ორგანიზაცია. სამწუხაროა ისიც, რომ ქართული მეცნიერების განვითარების პრობლემებზე, თითქმის “ყველა მუშაობს”, მათ შორის საზღვარგარეთაც, გარდა სახელმწიფო მეცნიერებათა აკადემიებისა, თუმცა ისინი განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრისთან ერთად, იღვწიან პრობლემის გადასაჭრელად. ბოლო პერიოდში შეიმჩნევა გარკვეული პოზიტიური ძვრები, რომლებმაც ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების შესაბამისად დროთა განმავლობაში, იმედია სასურველ შედეგამდე მიგვიყვანს.

#### 1.4 სამეცნიერო კვლევების ინფორმაციული უზრუნველყოფა

ყველა დროში სამეცნიერო სამუშაოების ინფორმაციული უზრუნველყოფას გადაწყვეტი მნიშვნელობა აქვს. სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის დაგეგმვის დროს დაცული უნდა იქნას მეცნიერული დაგეგმვისა და დაფინანსებისათვის არსებული კანონმდებლობა და ყველა სხვა საჭირო სახელმწიფოებრივი პარამეტრები. შესრულებული (დაგეგმილი) სამეცნიერო-კვლევითი გეგმების შესრულებას სჭირდება საინფორმაციო უზრუნველყოფა, რომელიც ხელს უწყობს მეცნიერების გადაქცევას მწარმოებელ ძალად, რაც თავის მხრივ აჩქარებს საზოგადოების ეკონომიკურ და სოციალურ პროგრესს.

მეცნიერული მიღწევები, როგორც წესი, გამოყენებას ჰპოულობს პრაქტიკულ საქმიანობაში, რაც საზოგადოებისა და უშუალოდ შემსრულებლის სრულყოფილ ინფორმირებას და შესაბამის ცოდნას მოითხოვს. ამ პროცესში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება დასანერგავ ობიექტში მართვისა და ორგანიზაციის სრულყოფას,

გამოყოფილი კაპდაბანდების ეფექტურ და მიზნობრივ გამოყენებას, სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის დაჩქარებას და სამუშაოთა შესრულების ოპტიმალური ვადების დადგენას, ვინაიდან საქმე ეხება, წარმოებაში მეცნიერულშემცველი სამუშაოების დანერგვას, რომელსაც ყოველთვის ახლავს გარკვეული სირთულეები. ასეთი ხასიათის სამუშაოების შესრულებისას, მხედველობაში უნდა იყოს მიღებული ისიც, რომ მეცნიერული ინფორმაციის სწორი და სწრაფი მიწოდება წარმატების აუცილებელი პირობაა.

მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის განვითარების შესაბამისად, კაცობრიობის ინფორმირებულობა, ყოველ ეპოქაში და განსაკუთრებით დღეს, თავისი აუცილებლობით, იძენს გადამწყვეტ მნიშვნელობას, ამიტომ საჭიროა, რომ ეს პროცესი უზრუნველყოფილი იყოს შესაბამისი საკანონმდებლო ბაზითაც.

ინფორმაციის სწრაფი და სწორი მიწოდების აუცილებლობაზე ისიც მეტყველებს, რომ მეცნიერული შედეგების წარმოებაში და შემდეგ საზოგადოებაში უსწრაფესად დანერგვის მიზნით, შეიქმნა სწრაფმზარდი მომსახურე დარგები, ინფორმაციული თეორიის, ინფორმატიკისა და სხვათა სახით, რაც გულისხმობს აგრეთვე მეცნიერების მიერ ახალი მიმართულებების სრულყოფილად ცოდნას.

#### 1.5 ინფორმაციის შეგროვება, მათი სისტემატიზაცია და ანალიზი

საჭირო ინფორმაციის შეგროვება, საწყის ეტაპზე მათი სისტემატიზაცია და ანალიზი, უმნიშვნელოვანესი სამეცნიერო პროცედურაა, რომლის სწორ შერჩევაზე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მთელი სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის საბოლოო შედეგები. აქვე საჭიროდ მიგვაჩნია აღინიშნოს, რომ მეცნიერებაზე გაწეული დანახარჯების ეფექტურობის (ანუ უკუდაბრუნების) კოეფიციენტი ბევრად უფრო მაღალია, ვიდრე სხვა სახის საწარმოო დანახარჯებისა.

ზემოთნათქვამიდან გამომდინარეობს, თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს საბოლოო შედეგებისათვის, საკვლევო თემატიკის ირგვლივ საჭირო ინფორმაციის დროულ შეგროვებას და მის ღრმა ანალიზს. საილუსტრაციოდ მოვიყვანთ მაგალითებს: ა) იმ შემთხვევაში, თუ ხელმძღვანელობა დაბალეფექტურია და არ ძალუძს გადაწყვეტილებების ოპერატიულად მიღება, სუსტია ექსპერიმენტალური ბაზა და ა.შ. სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობა ფერხდება 10-12%-ით. ბ) თუ სამეცნიერო-კვლევითი თემატიკის ირგვლივ, ტექნიკურ-ინფორმაციული სამსახურის საქმიანობა არაა სრულყოფილი, სამეცნიერო საქმიანობის



ეფექტურობა მცირდება 8%-ით და ა.შ. იმ შემთხვევაში, როდესაც სამეცნიერო თემატიკის დუბლირება, გამოწვეულია არასრულყოფილი ინფორმაციით, საქმიანობის ეფექტურობა მცირდება თითქმის 50%-მდე. ასეთ შემთხვევაში, დიდი დრო მიაქვს სამეცნიერო პოლემიკასა და დისკუსიებს, რაც, საბოლოო ანგარიშით, მნიშვნელოვნად ვნებს საბოლოო შედეგს.

დღევანდელ საქართველოში არსებული მდგომარეობა სამწუხაროდ მეცნიერებს გვაიძულებს, ვაწარმოთ ინდივიდუალური სამეცნიერო საქმიანობა. უმაღლესი კვალიფიკაციის მეცნიერებებიც კი უძლურნი არიან შეცვალონ, გადავიდნენ “რალაცის” მოძიების პროცესში, რაც მათი მარგი ქმედების კოეფიციენტს ძალიან აზარალებს. სამწუხაროდ, მეცნიერის კვალიფიციური შრომის უდიდესი ნაწილი იხარჯება შედარებით დაბალკვალიფიციური შრომის შესრულებაზე (ინფორმაციის მოპოვება, მათი ტექნიკური დამუშავება, ცდების პრაქტიკული განხორციელება და ა.შ.), რაც ცხადია კვალიფიციური შრომის დევალვაციას იწვევს და შედეგად შესაბამისია. თუ არ მოხდა კვალიფიციური სამეცნიერო შრომის უზრუნველყოფა სათანადო ტექნიკური და მომსახურე პერსონალით, რომლითაც უნდა დაიზოგოს უმაღლესი კატეგორიის მეცნიერული შრომა, სიტუაცია ვერ გამოსწორდება.

მხედველობაშია მისაღები ისიც, რომ დასალაგებელია სამეცნიერო საქმიანობის დიფერენციაციაც, რომელიც გულისხმობს საქმიანობის პირველ, მეორე და ა.შ. ეტაპებს, კვალიფიციური ანუ მეცნიერული შრომის ძირითადი ასპარეზი მხოლოდ პირველი და მეორე ეტაპებია.

ეფექტური სამეცნიერო საქმიანობა, საჭიროებს შესაბამის ტექნიკურ უზრუნველყოფას, რომელიც საშუალებას მოგვცემს სრულყოფილად და სწრაფად დავამუშაოთ მოზღვავებული ინფორმაციული ნაკადი. თანამედროვე საზოგადოების განვითარების არსებული დონე ამის საშუალებას იძლევა, თუმცა შესაბამისი ტექნიკური საშუალებების დანერგვა ჩვენთვის ჯერჯერობით ძვირადღირებული პროცესია.

თანამედროვე კვლევა, მოითხოვს მსგავსებისა და მოდელირების თეორიის ღრმა ცოდნას, რაც ექსპერიმენტების სწორად დაგეგმვის საშუალებას იძლევა. ამ პროცესის დროს, შესაძლებელია კვლევისათვის საჭირო მასალების დროულად მიღება და კვლევისათვის საჭირო მასალების გამოყოფა, რათა მათზე დროულად ჩატარდეს საჭირო ექსპერიმენტები.

## 1.6 სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ექსპლუატაციის შედეგად წარმოქმნილი პრობლემები

აღნიშნული მონაკვეთი Eმდღვნება ტექნიკური საშუალებების ექსპლუატაციის შედეგად, სხვადასხვა დეტალების ცვთის არათანაბარი პროცესების მეცნიერულ შესწავლას და მათ შეცვლას ან აღდგენის პროცესების სრულყოფილად განსაზღვრას. როგორც აღინიშნა, ტექნიკური საშუალებების დეტალების ცვთის არათანაბრობა, დღის წესრიგში აყენებს მათ დროულ შესწავლას და, საჭიროების შემთხვევაში, მთლიანად შეცვლას ან მის დროულ და პირველად მდგომარეობამდე აღდგენას. აქედან გამომდინარე, აუცილებელია ჩატარდეს შესაბამისი გაანგარიშებები, რომლებიც დაადგენს ამა თუ იმ დეტალის მთლიანად შეცვლისა, ან აღდგენითი პროცესების ღირებულებას, რაც მწარმოებელს, საჭირო გადაწყვეტილებების მიღების საშუალებას მიცემს.

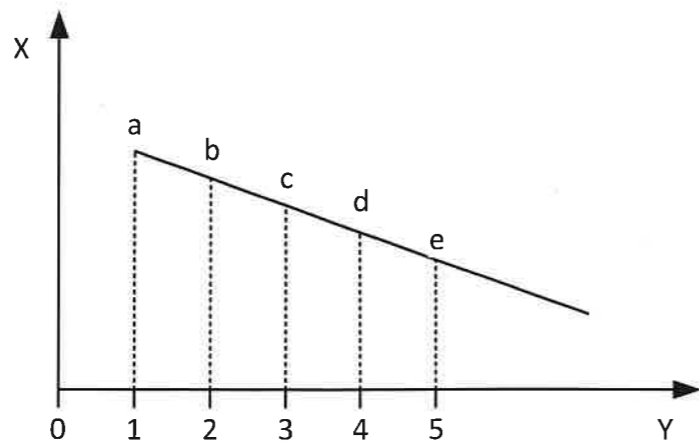
მეცნიერულ კვლევებში, ადრეც და დღესაც, დომინირებს ე.წ. პირდაპირი ანუ ეფექტიანი ექსპერიმენტების ჩატარების მეთოდი, რომლის დროსაც, გამოსაკვლევ მოვლენაზე (ობიექტზე) განიხილება კონკრეტულად ერთი რომელიმე პროცესი და მასზე მომქმედი ფაქტორები, როგორც ცალ-ცალკე, ისე ერთობლიობაში. მაგალითად, ლითონის სიმტკიცის დამოკიდებულება სხვა მალეგირებელი ელემენტისაგან და ა.შ. ასეთი ელემენტი შეიძლება იყოს: დასამუშავებელი ნიადაგის მდგრადობა, მისი კოეფიციენტი. შესასრულებელი სამუშაოების სირთულეებიდან, გამომდინარე აგრეთვე სამუშაო პროცესებში გამოყენებული მასალების (სასუქები, თესლი, სარგავი მასალა და ა.შ.). მხედველობაში მიღებით შეიძლება ჩავატაროთ ერთფაქტორიანი ექსპერიმენტი, რომლის დროსაც ვადგენთ ობიექტის, ჩვენთვის შესასწავლი თვისების დამოკიდებულებას კონკრეტულად ერთ ფაქტორზე, ამ დროს პროცესზე მომქმედი სხვა ფაქტორები უნდა გავამუდმივოთ (ანუ მათი შესწავლა დროებით გამოვრიცხოთ), ასეთი მეთოდი საშუალებას გვამლევს, მაღალი სიზუსტით გამოვავლინოთ კანონზომიერი კავშირები ობიექტის სამუშაო მდგრადობასა და სამუშაო პროცესებზე მიმდინარე ცვლად ფაქტორებს შორის.

ასეთ პირობებში ექსპერიმენტის სიზუსტის კოეფიციენტი უფრო მაღალია და უახლოვდება სასურველს. იგი ანალიზურად გამოისახება ერთუცნობიანი ფუნქციის (განტოლების) სახით. კერძოდ:  $Y = f(X)$ , სადაც Y – ობიექტის გამოსაკვლევ თვისებაა (ოპტიმიზაციის პარამეტრი), X – კი ექსპლუატაციის პროცესში წარმოშობილი ის ფაქტორია,

რომლის მიმართაც უნდა დავადგინოთ  $Y$  - ის დამოკიდებულება, ანუ საქმე გვაქვს ერთფაქტორიან ექსპერიმენტთან.

სანამ დასამუშავებელი პრობლემის დამუშავებას დავიწყებდეთ, საჭიროა განისაზღვროს კვლევის მიზანი და ისიც, თუ რა შედეგია მოსალოდნელი. ამისათვის ძირითადი სამუშაოების დაწყებამდე უნდა ჩავატაროთ მეცნიერული ექსპერიმენტები, რომელიც შეიძლება იყოს ერთფაქტორიანი და მრავალფაქტორიანი, რომლებიც მოქმედებენ სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისათვის საჭირო მანქანა-დანადგარების ექსპლუატაციის შედეგად მიღებულ დაზიანებებზე. კერძოდ: რელიეფი, ნიადაგები და მათი შემადგენლობა ტექნიკური საშუალების შეხების ინტენსივობა და ა.შ. თუ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა ემსახურება ნიადაგის ზევით მიმდინარე სამუშაოებს, (მცენარეების გასხვლა, შეწამვლა, სხვა სახის მექანიზებული აგრო-ტექნიკური სამუშაოები), მაშინ ცხადია, მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული ის ფაქტორები, რომლებიც ახასიათებთ ერთის მხრივ ერთწლიან კულტურებს ან მრავალწლიან მცენარეებს, ხოლო თუ საკითხი ეხება მეცხოველეობას, მაშინ ცხადია, გათვალისწინებული უნდა იქნას დარგის სპეციფიკა; კერძოდ მსხვილფეხა საქონელი, მელორეობა, მეცხვარეობა, მეფრინველეობა და სხვა.

ექსპერიმენტის ჩატარებისათვის უნდა ჩატარდეს წინასწარი გათვლები, მათ გასაანგარიშებლად უნდა გამოვიყენოთ შესაბამისი ფორმულები, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან. სასურველია აგრეთვე გრაფიკის შედგენაც, რომელშიც განისაზღვრება თვითეული ფაქტორის მოქმედების შესაძლო გავლენა, მაგალითად:



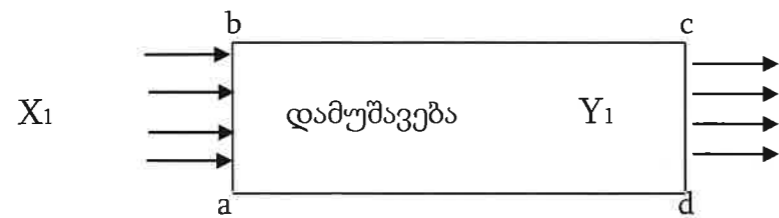
სადაც  $X$  არის გამოსაკვლევ ობიექტზე მოქმედი ფაქტორები,  $Y$  - გამოსაკვლევი პარამეტრი, ხოლო  $a_1, b_2, c_3, d_4, e_5$  და ა.შ. იმ ფაქტორების გავლენის სიდიდე (ზომა), რომელიც შეიძლება შეგვხვდეს მუშაობის პირობებში.

მოცემული სქემა და აღნიშნული მაჩვენებლები პირობითია, მას შეიძლება ქონდეს როგორც ღირებულებითი მნიშვნელობა, ისე შესრულების სირთულის კოეფიციენტიც. თვითეული მათგანის ფუნქცია, როგორც ვხედავთ დიფერენცირებულია.

ერთფაქტორიანი ექსპერიმენტით მიღებული შედეგების დამუშავება წარმოებს სხვადასხვა მეთოდებით, როგორცაა საშუალების მეთოდი, უმცირეს კვადრატთა მეთოდი და ა.შ. ამ მეთოდების გამოყენებით, ჩვენ მივიღებთ პროცესების ამსახველ ანალიზურ გამოსახულებათა კოეფიციენტების ალბათურ სიდიდეებს.

როგორც წესი, ერთფაქტორიანი ექსპერიმენტები, სულ უფრო ნაკლებად გამოიყენება, ვინაიდან ამ შემთხვევაში ვერ ვიღებთ პროცესების ოპტიმიზაციის სრულყოფილ სურათს. ფიზიკური ან საწარმოო პროცესები, როგორც წესი, მრავალფაქტორიანია და აქვთ ინდივიდუალური ხასიათი, ამიტომ მათი ერთ ფოკუსში მოქცევა თითქმის შეუძლებელია და ვერც მოგვეცემს კვლევისათვის საჭირო სრულყოფილ სურათს. რაც შეეხება, დღემდე არსებულ ემპირიკას, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს მხოლოდ ორ-სამ ფაქტორს, გამოიყენება შედარებით მარტივი (პრიმიტიული) სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მუშა მდგომარეობის დასადგენად (გუთანა, სახნისი და სხვა). ეს მეთოდი პრობლემის შესწავლის გამარტივებულ საშუალებას იძლევა. რაც შეეხება რთულ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკას, როგორც ძალოვანს (ტრაქტორები) ისე მუშა მანქანებს (მისაბმელები), ამ შემთხვევაში საქმე გვექნება მრავალფაქტორიანი პრობლემის გადაწყვეტასთან, რომლის დამუშავების პროცესიც მოითხოვს მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტების დაგეგმვის თეორიის გამოყენებას, რაც ზოგ შემთხვევაში საკმაოდ შრომატევადია.

ექსპერიმენტის ჩატარება შეიძლება წარმოვიდგინოთე.წ „შავი“ ყუთის სახით, რომელშიც ერთი მხრიდან შედის განსაზღვრული სიდიდეების ფაქტორები, ხოლო მეორე მხრიდან კი გამოდის განსაზღვრული სიდიდეების პარამეტრები ცხადია, მკვლევარებისათვის უცნობია ის პროცესები, რომელიც მიმდინარეობს ყუთში. მარტივად სქემა შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:



ამ შემთხვევაში ჩვენ შეიძლება დავადგინოთ მხოლოდ  $X$  ფაქტორების რაოდენობა და აქედან მიღებული  $Y$  – ფაქტორების პარამეტრების ცვლილებების კანონზომიერებები.

დღევანდელ პირობებში, ექსპერიმენტის ეფექტური დაგეგმარების სტრატეგია მდგომარეობს იმაში, რომ სხვადასხვა ექსპერიმენტულ სიტუაციაში მივიღოთ სწრაფი და ეფექტური შედეგი.

ექსპერიმენტის დაგეგმვის მათემატიკური მეთოდები მუდმივად იხვეწება, ეს პერმანენტული პროცესია. ამჟამად, ექსპერიმენტების დაგეგმვის თეორიაში, ორი ძირითადი მიმართულებაა.

- a. მსგავსებისა და მოდელირების თეორია,
- b. მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტის დაგეგმვის სტატისტიკური თეორია.

ამ თეორიებიდან გამომდინარე, შესაძლებელია ანალიზურად დავუკავშიროთ ერთმანეთს ფაქტორების დიდი რაოდენობა, ეს კი შესაძლებლობას გვაძლევს, განვსაზღვროთ შესასწავლი მოვლენის დამოკიდებულება, კერძოდ ალბულოდ ამა თუ იმ ფაქტორზე და განვსაზღვროთ მოვლენის გამვითარების ოპტიმიზაციის გზებიც.

როგორც ავლნიშნავდით, საქართველოს სოფლის მეურნეობის ენერგოშეიარაღება, ჯერ კიდევ დიდხანს დარჩება პრობლემურ საკითხად. აქედან გამომდინარე, არსებული ძალოვანი და მუშა მანქანების მიმდინარე და კაპიტალური რემონტის ჩატარება დიდხანს მოგვიწევს. (ცხადია, ეს იმას არ ნიშნავს, რომ ქვეყანამ არ იფიქროს უახლესი ტექნიკის შეძენაზე, თუმცა დროთა განმავლობაში სარემონტო პრობლემები მათაც შეექმნებათ.)

ყველა სახის რემონტი და მათ შორის უმეტესად კაპიტალური, მოითხოვს არა მარტო სარემონტო ობიექტის შესწავლას, არამედ შესაკეთებელი დეტალების გამოვლინებას და მათი აღდგენის კოეფიციენტის დადგენას. ტექნიკურ მეცნიერებაში, სარემონტო სამუშაოების ჩატარებას, წინ უსწრებს მოსამზადებელი სამუშაოები, რომლებიც უნდა შესრულდეს გარკვეული თანმიმდევრობით, ანუ იმ თეორიების შესაბამისად, რომლებიც უკვე არსებობს და ტექნიკური პროგრესიდან გამომდინარე განახლებადიცაა.

როდესაც საბოლოოდ დავადგენთ ცვეთისათვის დამახასიათებელ ყველა ფაქტორსა და პარამეტრს, ამ განზომილებებიდან უნდა შეიქმნას შესასრულებელი სამუშაოების ჩამონათვალი, მოხდეს მათი კლასიფიკაცია, დადგინდეს ცვეთის პარამეტრები და აქედან გამომდინარე შესაძლო სამუშაოების თვითღირებულება. საჭიროების შემთხვევაში შესაძლებელია აღდგენითი სამუშაოები ჩატარდეს კომპლექსურად, ამისათვის ისინი ერთიანდებიან სხვადასხვა ბლოკებად. ამორტიზირებული ნაწილების აღდგენის ხარისხის შესამოწმებლად დგება გარკვეული რიგითობა, ანუ ჯერადობა, რომელსაც საფუძვლად, აღდგენილი დეტალების კონდიციებამდე მიყვანის ხარისხის დადგენა ევალება. გრადაცია, (ანუ რიგითობა) საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ შესასრულებელი სამუშაოების სირთულე, მოცულობა და განვსაზღვროთ სამუშაოთა ჩატარების მონაცვლეობის გრაფიკი (ანუ როგორი რიგითობით მოხდება საჭირო დეტალების აღდგენა).

ნებისმიერი ფიზიკური სიდიდე რაოდენობრივად ფასდება შესაბამისი ერთეულებით, რომელთა სიმრავლეც ართულებს შესასრულებელი სამუშაოების პროცესს, ამიტომ დიდი მნიშვნელობა აქვს, თვითთული ერთეულის მნიშვნელობის სწორად განსაზღვრას, ვინაიდან ყველა სახის შესასრულებელი სამუშაო (მ.შ. ცვეთის შედეგად მწყობრიდან გამოსული ნაწილების) მოითხოვს ფინანსურ რესურსს, ამიტომ სიდიდეების სწორად გაანგარიშებას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება, სამუშაოთა დაფინანსების სიდიდეებისა და ეტაპების განსაზღვრისათვის.

ის, რაც, ამ წიგნში არის მოცემული, თეორიული კვლევების შედეგია. ცხადია ავტორებს კარგად გვესმის, რომ პრაქტიკაში მისი განხორციელება ძნელია, მითუმეტეს ისეთ ქვეყანაში, რომელიც ჯერ კიდევ განვითარების სტადიაშია და ბევრი გადასაწყვეტი პრობლემა აქვს. გარდა ამისა ტექნიკური პრობლემების თეორიაში გარკვევაც ძნელი პროცესია, რომელიც შესაბამის ცოდნას მოითხოვს. წინამდებარე წიგნის შრომის ძირითადი მიზანი, პროცესების გამარტივებულად გადმოცემაა, ის რაც ადამიანებს პრაქტიკული პრობლემების გადაწყვეტაში გამოადგებათ, ამიტომ შევეცადეთ შინაარსის იმ დონემდე გამარტივებას, რომელიც არსებული თეორიების ძირითად მომენტებზეა დამყარებული, მაგრამ ისეთნაირად, რომ უშუალოდ პრაქტიკული საქმიანობისათვის გამარტივებული და გასაგები იყოს. უნდა გვახსოვდეს, რომ ფიზიკური სიდიდის განზომილებები გამოისახება ერთეულების სხვადასხვა კომბინაციით, რომელიც შემსრულებელმა საქმიდან გამომდინარე თვითონ უნდა მოიძიოს.

მექანიკური სიდიდეების გამოსახვისათვის, როგორც წესი გამოიყენება სამი ძირითადი ერთეული: მეტრი, კილოგრამი და დროის საზომი – წამი, წუთი და ა.შ. გარდა ამისა, სპეციფიკური სამუშაოების შესრულებისას გამოიყენება მეოთხე ერთეულიც – კერძოდ ტემპერატურის მაჩვენებელი – გრადუსი. თვითოეულ ერთეულს აქვს თავისი აღნიშვნის სიმბოლო, მაგალითად სიგრძე აღინიშნება L-ით, მასა - M-ით, დრო - T-ით და ა.შ. თუ ადამიანი ფლობს რემონტის ჩატარების თეორიის ელემენტებს, მას შეუძლია სწრაფად დაადგინოს შესასრულებელი სამუშაოების სირთულის კოეფიციენტები და სხვა მისთვის საინტერესო პარამეტრები. სხვადასხვა სიდიდეების ურთიერთ შეჯერების შემდეგ (შეჯამება, გამოკლება, გამრავლება, გაყოფა და ა.შ.), ადამიანს, რომელიც მეტნაკლებად იცნობს ტექნიკურ ტრმინოლოგიას, შეუძლია დაადგინოს მისთვის სასურველი პარამეტრების მათემატიკური სიდიდეები. ცხადია მუდმივად უნდა გვახსოვდეს, რომ ყველა სიდიდე, თავის მნიშვნელობას იძენს, მხოლოდ ურთიერთდამოკიდებულების შესაბამისად.

### 1.7 მსგავსების კრიტერიუმები

არის შემთხვევები, როდესაც ობიექტის შესასწავლად, ან შესაძლო პრობლემების გასარკვევად, რომელიც შეიძლება შეექმნას ტექნიკურ საშუალებებს, ვიყენებთ მსგავსების კრიტერიუმების მეთოდს, რომელიც შესაძლოა სხვა დროსაც შეგვხვედრია, ან ტექნიკურ პასპორტში, ან სახელმძღვანელო-რეკომენდაციებში და ა.შ.

ტექნიკური საშუალებები მ.შ. ისეთებიც, რომლებიც გამოიყენებიან სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში, პერიოდულად განიცდიან ტექნიკური ხასიათის სრულყოფას, ეს მუდმივი პროცესია, რომლის დროსაც შეიძლება შეიცვალოს მუშა დეტალების ფორმა, პარამეტრები, და ა.შ. გვხვდება შემთხვევები, როდესაც ტექნიკური საშუალების პარამეტრები მთლიანად იცვლება, ან დეტალებია განსხვავებული წინამორბედისაგან. როდესაც ტექნიკური საშუალებები პრაქტიკული მდგრადობა მაღალია! ამ შემთხვევაში ცვლილებებიც უმნიშვნელოა. მსგავსების კრიტერიუმებზე წარმოდგენა რომ ვიქონიოთ, მოვიყვანოთ ბანალურ მაგალითს: ავტომანქანისა და ტრაქტორის ძრავა იდენტურია, შეიძლება განსხვავება იყოს სიმძლავრეებში, ამიტომ ვინც კარგად ფლობს წვის ძრავის მექანიზმს, მას ცხადია შეუძლია ქონდეს სხვა ანალოგიური მექანიზმების მუშაობის ცოდნაც, ვინაიდან ორივე შემთხვევაში საქმე გვაქვს მსგავს კრიტერიუმებთან. მაგალითად:  $Vt^h, Vt^{h2}$  და ა.შ., რაც L1 L2

ნიშნავს: შიდაწვის ძრავების სიმძლავრეებს (რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან სიმძლავრის შეფარდებით, ყველა მანქანისათვის დამახასიათებელი სიდიდესთან, რომლებიც ასევე შეიძლება იყოს ცვალებადი.

კრიტერიუმებს განეკუთვნება აგრეთვე ისეთი სიდიდეები, როგორებიცაა, სრიალის ანუ ხახუნის კოეფიციენტი, კუთხე ანუ რკალისა და რადიუსის ფარდობა, პროპორციულობის სხვადასხვა კოეფიციენტი და ა.შ.

უნდა გვახსოვდეს, რომ კრიტერიუმებს დიდი მნიშვნელობა აქვს ორი მოვლენის მსგავსების დადგენისათვის, რაც აუცილებელია მიმდინარე მოვლენების სწორი მოდელირებისათვის.

მსგავსების კრიტერიუმები დგინდება, განზომილებათა თეორიის დებულებების გამოყენებით და დიფერენციალური განტოლების ანალიზის საშუალებით.

სამუშაოთა შესრულების პირველი საფეხურია, მოვლენისათვის დამახასიათებელი ყველა სიდიდის წინასწარი დადგენა. ამის შესაძლებლობას იძლევა აპრიორული ძიება (ანუ ლიტერატურული წყაროები), სპეციალისტების გამოკითხვა, რიგ შემთხვევაში წინასწარი ექსპერიმენტები და ა.შ. თუ ყველა დამახასიათებელი სიდიდე არ იქნება გამოვლენილი, სამუშაოების ჩატარებამ შეიძლება სასურველი შედეგი ვერ მოგვცეს.

განზომილებების საშუალებით, ერთი მექანიკური სიდიდე, სხვა მექანიკური სიდიდეებიდან შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგნაირად:

$$G=U_1^a \times U_2^b \times U_3^c \text{ და ა.შ.}$$

სადაც G – განსასაზღვრი მექანიკური პარამეტრია, ხოლო  $U_1, U_2, U_3$  – განმსაზღვრელი მექანიკური სიდიდეებია (ანუ ფაქტორები), რომლებსაც ურთიერთდამოუკიდებელი განზომილებები გააჩნიათ ანუ a,b,c - მუდმივი სიდიდეებია.

თუ გვჭირდება უგანზომილებო კრიტერიუმების დადგენა, მაშინ ვიყენებთ შემდეგ გამოსახულებას:

$$\frac{G}{U_1^a, U_2^b, U_3^c}$$

თუმცა გაანგარიშება შეიძლება სხვა სქემითაც, მაგ.

$$U_1^x \times U_2^y \times U_3^z \times G$$

ამის შემდეგ მექანიკურ სიდიდეში უნდა ჩაისვას შესაბამისი სიმბოლური განზომილებები (M,L,T), სისტემებიდან, რომლის შემდეგ თითოეული განზომილების ხარისხს გავუტოლებთ ნულს. ამით მივიღებთ განტოლებათა სისტემას, მისი ამოხსნით დადგინდება კრიტერიუმების კონკრეტული მაჩვენებელი, რომლის მიხედვითაც უნდა იქნას მიღებული გადაწყვეტილება.

დადგენილ კრიტერიუმს ექნება გარკვეული ფიზიკური შინაარსი (მექანიკური, თბური, გეომეტრიული, ელექტრონული და ა.შ.)

მწყობრიდან გამოსული დეტალების ცვეთის ხარისხის დადგენისას, გამოიყენება მსგავსების თეორია, რომლის ძირითადი არსი ისაა, რომ გეომეტრიული სხეულების ან დეტალების) შესაბამისი წრფივი ზომები არის ურთიერთპროპორციული ანუ  $L_m = n$ , სადაც  $n$  - მსგავსების კოეფიციენტი.  $L_m$  ზემოთ ნათქვამი, გულისხმობს შემდეგს: თუ ორი ერთნაირი მოვლენა ხასიათდება ერთიდაიგივე სიდიდეებით (ანუ მაჩვენებლებით) მაშინ მათ შორის შეიძლება დადგინდეს მსგავსების ზუსტი ან მიახლოებითი კოეფიციენტი, რაც თავიდან აგვაცილებს უშუალოდ შესაკეთებელ ობიექტზე (დეტალზე) პარამეტრების დადგენის პროცესს. ჩხადია, არსებობს შემთხვევები, როდესაც გამოსაცვლელ დეტალს, სიდიდის მასშტაბებიდან გამომდინარე, შეიძლება ჰქონდეს ცვეთის სხვსდასხვა ხარისხი, განსხვავდებოდნენ ცვეთის სიჩქარით, სიმკვრივით და ა.შ. ასეთ შემთხვევაში მათი ფიზიკური სიდიდეები განსხვავებული იქნება და საჭიროებს ინდივიდუალურ მიდგომას.

ამრიგად, ერთმანეთის მსგავს მოვლენებს საერთო მსგავსების კრიტერიუმები გააჩნიათ და თუ მათი პარამეტრები რიცხობრივადაც ტოლია, მაშინ ეს მოვლენები მსგავსია.

## თავი მეორე

შესრულებული სამეცნიერო სამუშაოების ეფექტურობის შეფასება

### 2.1 წინასწარი ეკონომიკური დახასიათება

ჯერ კიდევ მე-19 საუკუნეში იცოდნენ, რომ მეცნიერება უახლოეს მომავალში გახდება მთავარი საწარმოო ძალა, რომელიც ახალი პროდუქციის შექმნაში თანდათანობით შეავიწროებს ცოცხალი შრომის ხვედრით წილს და ამ პროცესს საწარმოო საქმიანობაში მუდმივი ხასიათი ექნება. ახალი ტექნოლოგიების შექმნამ და წარმოებაში დანერგვამ, თვალნათლივ დაგვანახა მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის უდიდესი როლი, რომელიც ფაქტიურად უკვე გახდა ყველაზე მნიშვნელოვანი საწარმოო ძალა.

სწორი ეკონომიკური გაანგარიშებისათვის, აუცილებელია სამეცნიერო პრობლემის დამუშავებისათვის საჭირო ყველა პარამეტრების დეტალური ცოდნა, კვლევისათვის საჭირო ელემენტების სწორად შერჩევა და ჩასატარებელი სამუშაოების შესრულებაზე სრულყოფილი კონტროლი. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე პარტნიორი სამეცნიერო დაწესებულებებისა და საწარმოო ორგანიზაციების სწორად შერჩევას, მოსალოდნელი დანახარჯების ზუსტ გაანგარიშებას და დაფინანსების წყაროების საიმედოობის შესწავლას.

სამეცნიერო საქმიანობაც, სხვა დარგების მსგავსად გარდა შრომითი და სხვა სახის რესურსებისა, მოითხოვს შესაბამის დაფინანსებას. საფინანსო გეგმის შედგენისას, სამუშაოთა მოცულობიდან გამომდინარე, გათვალისწინებული უნდა იყოს ყველა სახის დანახარჯი. დაფინანსება შეიძლება დაყოფილი იქნას ეტაპებად. ფინანსური დანახარჯების გაანგარიშებისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება საწყის ეტაპს, საჭირო ელემენტების სწორად შერჩევას, სამუშაოების მაღალხარისხოვნად შესრულებისათვის მნიშვნელოვანია აგრეთვე დაფინანსების უწყვეტობა.

სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაო მაშინ ხდება პრაქტიკის საკუთრება, როდესაც მისგან მიღებული შედეგები წარმატებით განხორციელდება წარმოებაში. ამისათვის კი საჭიროა რეკლამა, რაც გულისხმობს შესაბამისი ლიტერატურის გამოცემას, ბროშურების, რეკომენდაციების და სხვათა სახით. მეცნიერული სიახლის წარმოებაში დანერგვა მოითხოვს წინასწარი სამუშაოების ჩატარებას, კერძოდ: სასტენდო, საწარმოო, შემაჯამებელ და ა.შ. გამოცდას.

დანახარჯების სწორად გამოთვლას დიდი მნიშვნელობა აქვს არა მარტო ახალი ტექნოლოგიების დანერგვაში და მისი შედეგების გაანგარიშებაში, არამედ წარმოებაში გამოყენებული ტექნიკური საშუალებების მიმდინარე და კაპიტალური რემონტისათვისაც.

ეფექტურობის მაჩვენებლების სისტემების სწორად დადგენას, საერთო ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშებისათვის, ძალიან დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. თუმცა ისიც უნდა ითქვას, რომ ამ მიმართულებით ჯერჯერობით თეორიული გამოკვლევები სამწუხაროდ ცოტაა. საქმეს ისიც ართულებს, რომ კვლევების მრავალფეროვნება მოითხოვს ინდივიდუალურ მიდგომას. ინფორმატიკის თანამედროვე ტექნიკური საშუალებები (კომპიუტერი და ა.შ.) გვაძლევს იმის საშუალებას, რომ მეცნიერებისათვის საჭირო მონაცემები მივიღოთ უსწრაფესად. კვლევების შედეგების შეფასების დროს, გამოიყენება სხვადასხვა კრიტერიუმი. სამწუხაროდ დღეისათვის არ არსებობს სრულყოფილი შეფასების, მექანიზმი, რომელიც ამომწურავი შეფასების საშუალებას მოგვცემს. თუმცა კომპიუტერიზაციამ სასურველი კრიტერიუმების მოძიება მნიშვნელოვნად გაამარტივა.

სამეცნიერო კვლევების ეფექტურობის შესწავლის დროს, აუცილებელია შესასრულებელი სამუშაოების ხარისხიანად და სრულყოფილად ჩატარებისათვის სწორი კრიტერიუმების დადგენა. ეს პროცესიც ინდივიდუალურია, იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც ერთი და იგივე ხასიათის სამუშაოებია ჩატარებული. ცხადია ინდივიდუალურობას განაპირობებს ის გარემო პირობები, რომელშიც სასოფლო-სამეურნეო აგრეგატს (საერთოდ ტექნიკას) უხდება მუშაობა და როდესაც ეს პირობები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან.

საერთოდ, სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის ეფექტურობა შეისწავლება ორი მიმართულებით: 1) უშუალოდ მეცნიერული კვლევის დროს ჩატარებული სამუშაოს ეფექტურობა და 2) მეცნიერული კვლევების წარმოებაში დანერგვის ეკონომიკური ეფექტურობის შეფასება.

მეცნიერული კვლევის ეფექტურობაში იგულისხმება შესრულებული სამეცნიერო მუშაობის ხარისხი, რომლის დროსაც სწავლობენ ცალკეული ფაქტორების შესრულების ხარისხსაც, ანუ დასმული ამოცანისა და მიღებული შედეგების შესაბამისობას, დასაქმებული მეცნიერული ძალების შემადგენლობას, მათი მუშაობის სწორ ორგანიზაციას, სამუშაოთა შესრულების ვადებს და ა.შ.

საბოლოო ჯამში, მეცნიერული კვლევების ეფექტურობა განისაზღვრება მისი შედეგების წარმოებაში დანერგვის ხარისხით.

ჩატარებული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების დანახარჯების მოცულობა განისაზღვრება იმ საშუალებებისა და დანახარჯების ჯამით, რომელიც საჭიროა ცალკეული სამუშაოების შესასრულებლად. იგი ზოგადად შეიძლება გაანგარიშებული იქნას ფორმულით:

$$S=NCT,$$

სადაც - N - მეცნიერ-მუშაკთა რაოდენობაა, C - დანახარჯების ის საშუალო რაოდენობა, რომელიც მოდის ამ პრობლემაზე დასაქმებულ ერთ მეცნიერ-მუშაკზე, T - ვადაა (კვირები, თვეები და ა.შ.), რომელიც საჭიროა აღნიშნული სამუშაოს შესასრულებლად.

## 2.2 სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების მეცნიერული ღირებულება

ნებისმიერ კვლევით სამუშაოს აქვს გარკვეული ღირებულება, რომელიც შედგება მასზე დახარჯული ფულად-მატერიალური და შრომითი დანახარჯების ჯამისაგან. სამუშაოთა სტრუქტურაში ეს მაჩვენებელი ყველაზე მნიშვნელოვანი და მთავარია. იგი ვლინდება სხვადასხვა ფორმით და მას ძირითადად, ინდივიდუალური ხასიათი აქვს.

მეცნიერული ღირებულების თვალსაზრისით ყველაზე მაღალი ფორმაა, მეცნიერული აღმოჩენა, რომელიც ძირუღად ცვლის ადრე არსებულ შეხედულებებს, ადამიანების საქმიანობის ყველა მიმართულებით. მეცნიერულ აღმოჩენას, განსაკუთრებით კი ფუნდამენტურს, შეუძლია შეცვალოს მეცნიერული შემეცნების არსებული დონე.

დღეისათვის, მეცნიერული აღმოჩენა წარმოადგენს, სამეცნიერო - ტექნიკური პროგრესის საფუძველს, რომელიც რევოლუციურ გარდაქმნას ახდენს წარმოებაზე, იცვლება არა მარტო წარმოების საშუალებები, რომლებიც ახალი ტექნოლოგიების დამკვიდრების აუცილებელი ელემენტია, არამედ მდიდრდება იმ ადამიანების ცოდნაც, რომლებიც მუშაობენ ახალი ტექნოლოგიის პირობებში.

მეცნიერული ღირებულების გამოვლენის ფორმა - გამოგონებაა, რომლის საფუძველიც ახალი მეცნიერული აღმოჩენაა და თავის მხრივ გულისხმობს ახალი კონსტრუქციული ელემენტების შექმნას.

მაგალითად, სოფლის მეურნეობაში, ერთ-ერთი შრომატევადი პროცესი, ჩაის მწვანე ფოთლის კრეფაა, იგი არ ითმენს მოცდას და გადადებს. ჩაის ფოთლის კრეფა უნდა განხორციელდეს ყოველგვარ ამინდში, წინააღმდეგ შემთხვევაში ყლორტი გაუხეშდება და შემდგომი ტექნოლოგიური გადამუშავებისათვის უვარგისი გახდება. გარდა ამისა ფერხდება (ან შეწყდება) მომდევნო ვეგეტაციის პროცესი და ა.შ.

ჩაის ფოთლის კრეფის პერიოდში, რომელიც საქართველოში თითქმის 6 თვეს გრძელდებოდა, დამატებითი მუშახელი (მკრეფავები) შემოჰყავდათ არა მარტო მეზობელი რაიონებიდან, არამედ სხვა რესპუბლიკებიდანაც (ძირითადად კრასნოდარის მხრიდან). დღეისათვის, იმის გამო, რომ დღევანდელ საქართველოში ჩაის წარმოება თითქმის მინიმუმამდეა შემცირებული, მეჩაიეობის რაიონებიდან ჩაის ფოთლის მკრეფავები (და არა მარტო ისინი) გადიან თურქეთში?!.. და იქ იხარჯება ქართული შრომითი რესურსის საკმაოდ დიდი ნაწილი.

თავის დროზე, ქართველმა კონსტრუქტორებმა შექმნეს ჩაის საკრეფი მანქანების ერთმანეთისაგან განსხვავებული, რამდენიმე კონსტრუქციული ნიმუში, რომელთა წარმოებაში დანერგვამ, მნიშვნელოვნად განტვირთა ჩაის გავრცელების რაიონებში, შრომითი რესურსების ბალანსი, ერთი ჩაის საკრეფი მანქანა ცვლის 25-30 ჩაის ფოთლის მკრეფავს. ცხადია გამონთავისუფლებული მუშახელი, გამოყენებული იყო წარმოების სხვა დარგებში.

მეცნიერული ღირებულების გამოვლენის ფორმას განეკუთვნება აგრეთვე, მეცნიერების სხვადასხვა დარგში ადამიანების ცოდნის გაღრმავება, რომელსაც იწვევს ახალი კონსტრუქციის შრომის მანქანების წარმოებაში დანერგვა.

სამწუხაროდ, სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების მეცნიერული ღირებულების ზუსტი მაჩვენებლის დადგენა, ყოველთვის არ ხერხდება, ზოგ შემთხვევაში სწორად არაა დადგენილი ნორმატიული ბაზაც, ამის მიზეზი შეიძლება ისიც იყოს, ის, რომ ეს მაჩვენებელი ხასიათდებიან გადახრის დიდი ამპლიტუდით. ამიტომ, ზოგჯერ (და არც თუ ისე იშვიათად), სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების მეცნიერული ღირებულების შეფასებას დღესაც ახდენენ კოლექტიური ე.წ. კომპეტენტური აზრის მიხედვით, თუმცა კომპიუტერული ტექნიკის საყოველთაო გამოყენება, ამ პრობლემასაც მალე მოხსნის.

### 2.3 მეცნიერების მნიშვნელობა

მეცნიერული კვლევების შედეგად მიღებული პროდუქციის მნიშვნელობა წარმოებისათვის გამოიხატება იმ ეკონომიკური შედეგებით, რომელსაც იღებს ესა თუ ის საწარმო, მეცნიერული მიღწევების წარმოებაში დანერგვით. ეს წესი ზოგადად ვრცელდება ქვეყნის ეკონომიკაზეც, რომელიც ფაქტიურად დამოკიდებულია მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის შედეგად შექმნილ ახალი ტექნოლოგიების წარმოებაში დანერგვაზე.

მეცნიერული შრომის შედეგებს განსაზღვრავს მისი მასშტაბურობა და მოცულობა. დღევანდელი ტექნოლოგიური რევოლუციის პროცესების პირობებში მეცნიერული პროდუქციის წარმოებაში დანერგვა დიდ გავლენას ახდენს ქვეყნის მთლიან შიდა პროდუქციის მოცულობაზე. აქედან გამომდინარე მოსახლეობის ცხოვრების დონეზე, თავდაცვისუნარიანობაზე, ეფექტურ ბუნებათსარგებლობაზე და ა.შ.

ბუნებრივია, ახალ ტექნოლოგიებზე გადასვლა მოითხოვს შრომისა და წარმოების მეცნიერულ ორგანიზაციას, საფინანსო ურთიერთობების ახლებურად გადაწყობას, მაღალი დონის კვალიფიციური კადრების მომზადებას და ა.შ. წინააღმდეგ შემთხვევაში, მეცნიერული პროდუქციის წარმოებაში დანერგვის მარგი ქმედების კოეფიციენტი შეიძლება დაბალი გახდეს.

აქედან გამომდინარე, ახალი ტექნოლოგიების დანერგვას წინ უნდა უსწრებდეს მძლავრი მატერიალურ-ტექნიკური ბაზისა და შესაბამისი პირობების შექმნა. თუ საკითხს ასეთნაირად მივუდგებით, ცხადია, შედეგიც შესაბამისი (პროპორციული) იქნება.

სამეცნიერო პროდუქცია უფრო სრულყოფილია, როდესაც ერთადაა წარმოდგენილი კვლევითი ინსტიტუტები, მასთან არსებული ექსპერიმენტული საწარმოები, საჭიროების შემთხვევაში საკონსტრუქტორო ბიუროები და სხვა დამხმარე საწარმოები. ასეთი საწარმო-სამეცნიერო გაერთიანებები მრავლად იყო წარმოდგენილი საქართველოში 1990 წლამდე. ყველა სამეცნიერო დაწესებულებას ჰქონდა თავისი საკონსტრუქტორო ბიურო, ექსპერიმენტული საწარმოები და სხვ. გამონაკლისი არც სასოფლო-სამეურნეო კვლევა იყო, მას ემსახურებოდა სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია თავისი სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტებით და სხვა დამხმარე საწარმოებით. დღეისათვის კვლევების ასეთი ორგანიზაცია და თანმიმდევრობა აღარ არსებობს, იმიტომ რომ მძლავრი სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტები და მასთან გაერთიანებული დამხმარე ორგანიზაციები გაუქმდა,

მოიშალა, გაიფანტა. დღეისათვის მათი აღდგენა მოითხოვს უზარმაზარ ფინანსურ, ტექნიკურ ბაზას და რაც მთავარია (შესაბამისი მეცნიერული, ტექნიკური) კადრების თანამედროვე მოთხოვნათა დონემდე სრულყოფას და აღზრდას!...

#### 2.4 სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების სიახლე, პერსპექტივა და აქტუალურობა

შესასრულებელი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოს შერჩევა უნდა მოხდეს იმ საკითხების გამოვლინებით, რომელიც ჯერ არ არის შესწავლილი და გადაწყვეტილი. ამ შემთხვევაში გააზრებული (გაანგარიშებული!) უნდა იქნას, ის მოსალოდნელი ეკონომიკური შედეგით, რომელიც მანამდე არ ყოფილა. სიახლედ ჩაითვლება აგრეთვე, კვლევების ორიგინალურობაც, რომელიც მისი გადაწყვეტის ხერხებში მდგომარეობს. საჭიროა აღინიშნოს, რომ მეცნიერული კვლევა მარადიულია, იგი არ მთავრდება, ვინაიდან მისი სრულყოფის პროცესი ყოველთვის მიმდინარეობს.

სამეცნიერო-კვლევითი მიმართულებით ჩატარებული მუშაობა, აუცილებლად უნდა იყოს პერსპექტიული. არის შემთხვევები, როდესაც კვლევის შედეგის ეფექტი გათვლილია შორეულ პერსპექტივაზე. ამ შემთხვევაში, მოსალოდნელი ეფექტი იქნება პირობითი (მიახლოებითი).

გამოყენებითი ხასიათის სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის დროს, მნიშვნელოვანია კვლევის შედეგების წარმოებაში დანერგვის პერსპექტივა. ამ დროს წინასწარ უნდა იყოს შესწავლილი მეცნიერული სიახლის წარმოებაში დანერგვის მიზანშეწონილობა და სისწრაფე. მაგალითად, სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული ტექნიკისათვის აქტუალური აგროტექნიკით გათვალისწინებული სამუშაოების ხარისხიანად და სწრაფად შესრულება. მიუხედავად იმისა, რომ შექმნილია დღეისათვის მისაღები სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა, ამ მიმართულებით მუშაობა მუდმივად მიმდინარეობს და შედეგებიც სწრაფად ინერგება წარმოებაში (ამ შემთხვევაში მარტო საქართველო არ იგულისხმება).

დღეისათვის შეიძლება თამამად ითქვას, რომ დღევანდელ მსოფლიოში სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ინდუსტრიალიზაცია წარმატებით მიმდინარეობს. ამისათვის იყენებენ ყველა ხასიათის მეცნიერულ სიახლესაც, რომლებითაც “მდიდარია” ოცდამეერთე საუკუნე, ამჯერად გეზი აღებულია შესასრულებელი სამუშაოების ავტომატიზაციაზე. სამწუხაროდ საქართველოში, როგორც ავღნიშნავდით, ეს პროცესები ჯერ-ჯერობით შეფერხებულია, შესაბამისი სამეცნიერო-კვლევითი ბაზის არარსებობის გამო.

#### 2.5 შესრულებული სამუშაოების შეფასების სისტემა

დღემდე, თეორიული ხასიათის სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების შეფასებისათვის არსებობდა ბალური სისტემა, რომლის საფუძველსაც წარმოადგენდა, როგორც შესრულებული სამუშაოს გავლენა მეცნიერების განვითარებაზე, ისე მისი წარმოებაში გამოყენების პერსპექტივა მატერიალური დოვლათის შექმნის სფეროში და აგრეთვე ის სოციალური ეფექტი, რომელიც ყოველთვის მოჰყვება (უნდა მოყვეს) ყველა ხასიათის კვლევებს.

კვლევების ხარისხობრივი შეფასება წარმოებს ექსპერტიზის მეთოდით, რომელშიც დღეისათვის ფართოდ იყენებენ კომპიუტერულ ტექნიკას, ბალების ჯამი კი საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ ეფექტურობის რაოდენობრივი შეფასება და გავარკვიოთ შესრულებული სამუშაოს ხარისხიც, რომელიც გამოისახება გრადაციებით ანუ ბალური სახით. მაგ. სამუშაო, რომელიც დგას მეცნიერული აღმოჩენის ან გამოგონების დონეზე, ფასდება 3,5 ბალით, კვლევა, რომელიც ხელს უწყობს მეცნიერების რამდენიმე დარგში ცოდნის გაღრმავებას- 2,5-3,0 ბალით, ხოლო თუ მხოლოდ ერთი დარგის განვითარებას უწყობს ხელს - 1,5 ბალით.

დამუშავებული თემის სიახლეს სამჯერადად ფასდება, მ.შ. თუ კვლევა მიმდინარეობს ჯერ კიდევ უცნობი საკითხების შესასწავლად, მაშინ იგი ფასდება 1,5 ბალით. თუ უფრო ნაკლები მნიშვნელობის საკითხები შეისწავლება ახლებურად 1,0 ხოლო თუ დამუშავებულ თემაში შეგვაქვს შესწორება, მაშინ შეფასება 0,5 ბალია, შეფასების ასეთივე კრიტერიუმი, აქვს მეთოდოლოგიური ხასიათის კვლევასაც.

სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების საბოლოო შეფასებისას, მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული მათი პატენტუნარიანობაც, რაც სხვა ქვეყანაში გაყიდვის პერსპექტივებიდან გამომდინარეობს.

ზემოთ ჩამოთვლილი კრიტერიუმების ერთობლიობა, დასამუშავებელ (ან დამუშავებულ) თემას ანიჭებს კონკურენტუნარიანობას, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს სხვა ქვეყნებთან ეკონომიკური და სავაჭრო ურთიერთობებისათვის. სსრკ-ს დროს, საქართველოში არსებული სამთო მიწათმოქმედების მექანიზაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი ითვლებოდა ამ მიმართულებით განსახორციელებელი კვლევების წამყვან დაწესებულებად. მიუხედავად იმისა, რომ რესპუბლიკაში არსებული სუსტი საწარმოო



ბაზები ვერ უზრუნველყოფდა სამეცნიერო ჩანაფიქრის სრულყოფილად განხორციელებას საქართველოში დამუშავებულმა და ლიცენზირებულმა პროექტებმა, რომლებიც გაიყიდა საზღვარგარეთ და მათ გაანგარიშებაზე დამუშავდა მუშა მანქანები, მსოფლიო აღიარება მოიპოვეს და შეფასებული იქნა 1,5 ბალით.

ზემოთ ნათქვამის შესაჯამებლად აღვნიშნავთ: სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები რომელთა შეფასების შეჯამებული ბალი 7,0-დან 10-მდეა, განეკუთვნება პირველი ხარისხის კვლევას, სამუშაოები რომელთა შეფასების ბალი 4,5-დან 7,0-მდეა, განეკუთვნება II ხარისხის კვლევას, ხოლო სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები, რომლებიც მიიღებენ 4,5 ბალზე ნაკლებს, განეკუთვნებიან III – ხარისხის კვლევებს.

გარდა ხარისხობრივი და რაოდენობრივი შეფასებისა, არსებობს მეცნიერულ-კვლევითი სამუშაოების ფინანსური შეფასება ანუ სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება, ამ შემთხვევაში მხედველობაშია მისაღები დროის ფაქტორიც ანუ პერიოდი, რომელიც საჭიროა კვლევის შესასრულებლად.

შესრულებული სამუშაოს შესაფასებლად აუცილებელია შემდეგი დოკუმენტაცია: 1. კვლევის სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება, 2. დრო, რომელიც საჭიროა კვლევის შესასრულებლად და 3. შტატების შესაბამისობა (რომელიც შეიძლება შეიცვალოს კვლევის სხვადასხვა პერიოდების შესაბამისად).

## 2.6 შესასრულებელი სამუშაოს შეფასება ეკონომიკური ეფექტურობის მაჩვენებლის მიხედვით

სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოს წინასწარ ეკონომიკურ შეფასებას დიდი მნიშვნელობა აქვს კვლევების თემატური გეგმის ოპტიმიზაციისათვის. სამუშაოები უნდა წარიმართოს შედგენილი სამუშაო გრაფიკის შესაბამისად, რომლის დროსაც მიიღება მმართველობითი და სხვა სახის სამეცნიერო გადაწყვეტილებები. სამუშაოთა ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრა სწარმოებს წინასწარ დადგენილი მაჩვენებლების სისტემების ანალიზის საფუძველზე, კერძოდ:

1. სავარაუდო ეკონომიკური ეფექტი: რომელიც იზომება იმ მაქსიმალური ეკონომიკური შედეგით, რაც მიღებული იქნება დროის გარკვეულ მონაკვეთში კვლევითი სამუშაოს შედეგების წარმოებაში დანერგვის შედეგად. სავარაუდო ეკონომიკური

ეფექტურობის განსაზღვრისათვის მოსალოდნელი ეფექტი უნდა შევადაროთ სარეკომენდაციო საბაზო მაჩვენებელს, ანუ ყველაზე საუკეთესოს ანალოგიური ნიმუშებიდან.

2. დადგენილი უნდა იქნას, სამეცნიერო შედეგების წარმოებაში დანერგვაზე სავარაუდო დანახარჯების ეკონომიკური ეფექტურობის კოეფიციენტი.

3. დასაგეგმარებელი კვლევითი სამუშაოების სავარაუდო დანერგვასთან დაკავშირებული დამატებითი კაპდაბანდების ამოგების (უკან დაბრუნების) უნარიანობა (ანუ ბრუნვადობის კოეფიციენტი.).

4. გაანგარიშებული უნდა იყოს დანერგვასთან დაკავშირებული პროდუქციის თვითღირებულების მოსალოდნელი შემცირება.

5. აუცილებელია შრომის ნაყოფიერების ზრდის განსაზღვრა.

6. დასადგენია დასაგეგმარებელი კვლევითი სამუშაოს ეკონომიკური ეფექტურობის კოეფიციენტიც.

ეკონომიკური ეფექტურობის ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების დადგენისათვის, საჭიროა წინასწარ ვიცოდეთ: ა) საკვლევი თემის ზუსტი სახელწოდება და მიზანი. ბ) ბალური სისტემის საფუძველზე თუ რომელ კატეგორიას მიეკუთვნება დასაგეგმარებელი კვლევითი სამუშაო (სახელმწიფოებრივს, დარგობრივს, რესპუბლიკურს თუ ადგილობრივს), გ) კვლევის ხანგრძლივობა საძიებო სამუშაოებიდან დაწყებული – წარმოებაში დანერგვის აპრობაციის დროის ჩათვლით), დ) წინასწარმოო ხარჯები (დანახარჯები კვლევაზე და წარმოებაში დანერგვის აპრობაციაზე), ე) სამუშაოების დასრულების შემდეგ, მიღებული შედეგების დანერგვის სავარაუდო მასშტაბები და მოცულობა, ვ) ანალოგიური კვლევითი სამუშაოს საბაზო ნიმუშის შერჩევა, მიღებულ შედეგებთან შედარებისათვის.

## 2.7 გამოყენებითი მეცნიერული კვლევების ეკონომიკური დახასიათება

გამოყენებითი ხასიათის მეცნიერული კვლევა წარმოადგენს მატერიალური წარმოების ორგანულ შემადგენელ ნაწილს და განსაზღვრავს მის შემდგომ განვითარებას. ასეთი ხასიათის კვლევების შედეგების რეალიზაცია ხდება უშუალოდ წარმოებაში. ამიტომ, წინასწარი ეკონომიკური შეფასებისას გათვალისწინებული უნდა იყოს, როგორც მოსალოდნელი შედეგების გავლენა მეცნიერების განვითარებაზე, ისე მისი მნიშვნელობა

უშუალოდ დარგისათვის (წარმოებისათვის). დადებითი შეფასების მთავარი კრიტერიუმია კვლევის შესაბამისობა წარმოებაში მისი დანერგვის შედეგად მიღებულ ეკონომიკურ ეფექტიანობასთან.

სავარაუდო ეკონომიკური ეფექტი, რომელიც უნდა მოჰყვეს გამოყენებითი მეცნიერულ-კვლევითი შედეგების წარმოებაში დანერგვას, გამოხატულებას პოულობს უპ. ყოვლისა შემდეგ ეკონომიკურ მაჩვენებლებში: 1) წარმოებული პროდუქციის თვითღირებულების შემცირება, დამატებითი კაპიტალური დაბანდების სწრაფი ამოგება და შრომის ნაყოფიერების განუზრელი ზრდა.

მეცნიერული სიახლის დანერგვის მასშტაბებს წინასწარ განსაზღვრავენ, საწარმოო ორგანიზაციები, უნივერსიტეტები, სამეცნიერო-კვლევითი და საკონსტრუქტორო ცენტრები და სხვა დაინტერესებული დაწესებულებები. მაგ. დარგობრივი ეკონომიკური ეფექტი განისაზღვრება, მოგების იმ მაქსიმალური სიდიდით, რომელიც უნდა მოგვცეს დამთავრებულმა სამეცნიერო-კვლევითმა

კვლევითი სამუშაოების ეკონომიკური დასაბუთება, აუცილებელია აგრეთვე კაპდაბანდების დინამიკის განსაზღვრისათვის. კერძოდ, იმისათვის, რომ დავადგინოთ გამონთავისუფლებული შრომითი რესურსები. საწარმოო დანახარჯების ეკონომია განისაზღვრება ახალი და საბაზისო დანახარჯების სხვაობით, რომელიც უნდა გავამრავლოთ ახალი ნიმუშის სამუშაოების დაგეგმილ მოცულობაზე, გაანგარიშების ფორმულაა:

$$\Theta = [(B + A \times K_b) - E (H + AK_a)]$$

სადაც,  $K_a K$  და  $K K_b$  – კაპდაბანდებთან სიდიდეა ახალ და საბაზისო ნიმუშებისათვის,  $A$  კი – კაპდაბანდების ეფექტიანობის კოეფიციენტი.

ანუ: ერთი ახალი მანქანის ან აგრეგატის ხვედრითი ეკონომიკური მაჩვენებელი მრავლდება, მათი წარმოების სრულ მოცულობაზე, რითაც განისაზღვრება საერთო საწარმოო ეფექტი.

## 2.8 კვლევის შედეგების დანერგვის ეკონომიკური ეფექტურობა ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრის ძირითადი ნორმატივები

წარმოებაში მეცნიერულ-ტექნიკური პროცესის დაჩქარებისა და ინტენსიფიკაციის მთავარი ფაქტორი ახალი ტექნიკისა და ახალი ტექნოლოგიების დანერგვაა, რომლის დროსაც კვლევების შედეგების წარმოებაში დანერგვის პროცესი იანგარიშება შესაბამისი რეალურად ეკონომიკური ეფექტით. ასეთი დანახარჯების გაანგარიშება სწარმოებს, რეალურად გაწეული დანახარჯების მიხედვით (ლარებში ან უცხოურ ვალუტაში).

გაანგარიშება საჭიროა იმისათვის, რომ მივიღოთ დასახული ამოცანის შესრულების დასაბუთება და შევამოწმოთ მისი დამუშავების მეთოდის ეფექტურობა.

წარმოების მონაცემების საფუძველზე, კვლევის ობიექტის წარმოებაში დანერგვით მიღებული ფაქტიური ეკონომიკური ეფექტის გაანგარიშება უნდა მოხდეს შემდეგი პარამეტრებით:

1. პროდუქციის (როგორც სამრეწველო, ისე სასოფლო-სამეურნეო) წლიური გამოშვების მოცულობა;
2. საკვლევი პროექტის შერჩევა-დამზადება-დამუშავების თვითღირებულება;
3. საექსპლუატაციო დანახარჯები;
4. კაპ. დაბანდებები, რომლებიც საჭიროა კვლევის შედეგების დანერგვისათვის.

ამ სიდიდეების განსაზღვრისათვის საჭირო მონაცემები, უნდა ეყრდნობოდეს დარგობრივ ან საერთაშორისო ნორმატივებს.

ეკონომიკური ეფექტიანობის განსაზღვრის დროს უპ. ყოვლისა საჭიროა დეტალურად იქნას შესწავლილი გაწეული დანახარჯები, რომელიც შედგება: ა) გამოყენებული მასალების შესასყიდი ფასი, ბ) მუშების ხელფასი – დანარიცხებით, გ) საჭირო დანადგარების შენახვის და ექსპლუატაციის ხარჯები.

კვლევის ობიექტის თვითღირებულების გაანგარიშებას საფუძველად უდევს შემდეგი დანახარჯები: ა) ელექტრო ენერგიაზე, სათბობზე, წყალზე და ა.შ. ბ) საცხებ-საწმენდ მასალებზე, გ) დანადგარების რემონტსა და მოდერნიზაციაზე, დ) საამორტიზაციო, ე) სპეციფიკური, ვ) საერთო-საწარმოო და საერთო-სამეურნეო.

ეკონომიკური ეფექტის განსაზღვრის დროს გაანგარიშებები მიმდინარეობს დანახარჯების ცვლადი მაჩვენებლების მიხედვით და „როგორც წესი“ საერთო-საწარმოო დანახარჯები მხედველობაში არ მიიღება.

დანახარჯების თვითეული ელემენტის გაანგარიშების დროს საჭიროა შესაბამისი ნორმატივების ცოდნა, მაგ. მასალების ხარჯვის ნორმები, საბითუმო ფასები მასალებზე, ნარჩენი მასალების გამოყენების ნორმები, ფასი და ა.შ.

საექსპლუატაციო დანახარჯები - ასეთი ხასიათის დანახარჯების გაანგარიშება წარმოებს შესაბამისი ნორმატივების შესაბამისად, რომელიც შეიძლება წინასწარ განსაზღვრული არ იყოს საექსპლუატაციო დანახარჯების გაანგარიშების დროს უნდა ვიცოდეთ: მოხმარებული ელექტროძრავების საერთო სიმძლავრე, მათი დატვირთვის კოეფიციენტი (ანუ რამდენს ვხარჯავთ), ერთი კილოვატსაათის ფასი, ქსელში დენის დაკარგვის კოეფიციენტი, მარგი ქმედების კოეფიციენტი და ა.შ.

განსხვავებულია დანახარჯების გაანგარიშება, ვთქვათ: კაპიტალურ რემონტსა, მოდერნიზაციაზე, მიმდინარე რემონტზე, საამორტოზაციო დანახარჯებზე და ა.შ. ასეთ შემთხვევაშიც საჭიროა შესაბამისი ნორმატივების ცოდნა, რომელიც დროთა განმავლობაში ცვალებადია, რაც არ უნდა გამოგვრჩეს მხედველობიდან.

იგივე მეთოდია გამოყენებული კაპდაბანდების საბრუნავ საშუალებებზე, რომლის ელემენტებია: ა) ძირითადი და დამხმარე მასალები, ბ) ნახევარფაბრიკატები, გ) საბრუნავი საშუალებების (საწვავი, საპოხი მასალები), დ) მცირეფასიანი მასალების დანახარჯები და ა.შ.

თუ საქმე რთული კონსტრუქციის შედეგთან გვაქვს, მაშინ დანახარჯების გაანგარიშება სწარმოებს შედარებით რთული ფორმულებით, რომლებსაც კრებსითი ხასიათი აქვს.

## 2.9 კვლევის შედეგების წარმოებაში დანერგვა

კვლევითი საქმიანობის შედეგების წარმოებაში დანერგვა, უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა. დანერგვის პერიოდი ორ ძირითად ნაწილად შეიძლება განვიხილოთ: 1) წინასწარი პერიოდი, რომელიც მოიცავს კვლევის დასრულებიდან დანერგვის დაწყებამდე დროს, (T<sub>წ</sub>) და 2) დანერგვის პროცესი, პროდუქციის გამოშვებამდე (T<sub>ე</sub>). დანერგვის დაჩქარების გზები, სწორედ ამ პერიოდებს შორის უნდა ვეძებოთ. აქვე ავღნიშნავთ, რომ სიახლის წარმოებაში დანერგვის სისწრაფესაც აქვს დიდი მნიშვნელობა. ამ პროცესზე ბევრი ფაქტორი ახდენს

გავლენას. დანერგვის სისწრაფე რიგ შემთხვევაში თავად ხდება კვლევის ობიექტი, რაც მის მნიშვნელობას კიდევ ერთხელ ადასტურებს. მაგალითად, ნიმუშები, რომლებიც მზადდება ლაბორატორიულ პირობებში, როგორც წესი, არ ემთხვევა საწარმოო ნიმუშებს. ამიტომ საჭიროა შუალედური კვლევის ჩატარება. ამ შემთხვევაში, უნდა გვქონდეს, კვლევის საწარმოო ბაზის პარალელურად, დამხმარე საწარმოო ბაზაც, რომელიც აუცილებელია შუალედური კვლევისათვის. ცხადია, ყოველივე ზემოთ ნათქვამი ერთიანი საწარმოო კომპლექსის ნაწილებია.

კვლევითი შედეგების დანერგვა წარმოებაში, რთული პროცესია და ბევრი წინააღმდეგობის გადალახვას მოითხოვს. ამიტომ უნდა შედგეს დანერგვის წინასწარი გეგმა, რომელშიც გათვალისწინებული იქნება შრომის სწორი ორგანიზაცია, კვალიფიციური პერსონალისა და მუშა კადრების სწორად გადანაწილება, ახალი პარამეტრისათვის დანერგვის ინდივიდუალური წესის შემუშავება და ა.შ. ხოლო დანერგვის პროცესის შეუფერხებლად ჩატარებისათვის საჭიროა აგრეთვე ეფექტური საკონტროლო სისტემის შექმნა.

საბაზრო ეკონომიკის პირობებში, რეკლამამ მეცნიერებაშიც ფართოდ მოიკიდა ფეხი. მედია საშუალებებში, კვლევის შედეგებზე სრულყოფილი ინფორმაცია კარგად გაფორმებული ბუკლეტები და ა.შ. დიდად შეუწყობს ხელს დამთავრებული სამეცნიერო პროდუქციის რეალიზაციას. მცირე მოცულობის გადამუშავებულმა მასალამაც დროულად უნდა მიაღწიოს ადრესატამდე. დღეისათვის ასეთი სამუშაოების ჩასატარებლად ყველა სახის ტექნიკური საშუალებები არსებობს. ამ საქმეს ადრეც და დღესაც (უკვე განახლებულ, თანამედროვე ფორმატით), ემსახურება სამეცნიერო ხასიათის ჟურნალებიც. დროული და სრულყოფილი ინფორმაცია მეცნიერული სიახლის წარმოებაში დანერგვის აუცილებელი წინაპირობაა.

წარმატებისათვის ერთ-ერთი სერიოზული ფაქტორია კვლევითი სამუშაოების სრულყოფილი დაგეგმვა, დაუმუშავებელი არ უნდა დარჩეს არცერთი დეტალი, წინააღმდეგ შემთხვევაში სამუშაოების დამთავრების შემდეგ მკვლევარები შეიძლება წააწყდნენ უფრო რთულ პრობლემას, რომლის გამოსწორებასაც „როგორც წესი“ მეტი ხარჯები და დრო დასჭირდება.

არ უნდა დაგვავიწყდეს ისიც, რომ ადამიანები ფრთხილად ეკიდებიან წარმოებაში სიახლის დანერგვას, ამიტომ მნიშვნელოვანია ფსიქოლოგიური ფაქტორი, რაც პრაქტიკაში დასაქმებული ადამიანებისათვის, სიახლის შედეგად მიღებული ეფექტის სწორად ახსნაში მდგომარეობს, ადამიანებმა უნდა იწამონ სიახლის საწარმოო აუცილებლობა.

აუცილებლობის შემთხვევაში სიახლის დანერგვისათვის უნდა შეიქმნას შესაფერისი პირობები. მაგალითად, თუ დანერგვის სამუშაოებში, შემკვეთებთან ერთად ჩართულები არიან შემსრულებლებიც, მათ სამუშაოების დაწყებამდე, შემსრულებლებმა ლექცია-სემინარების სახით, უნდა გააცნონ მეცნიერული სიახლის ყველა ძირითადი კომპონენტი, მისი დანერგვის შედეგად მოსალოდნელი საწარმოო ეფექტი (როგორც ფულადი, ისე დროის შემცირების მხრივ).

დასკვნის სახით უნდა ითქვას: სამეცნიერო სიახლის წარმოებაში დანერგვით, აუცილებლად უნდა დაიზოგოს ფულადი სახსრები, შემცირდეს სამუშაო დრო და გაუმჯობესდეს მომუშავეების სამუშაო პირობები.

ცხადია, დამთავრებული და წარმოებაში დანერგილი კვლევის შედეგები უნდა გაფორმდეს სპეციალური ანგარიშის სახით, რომელშიც დოკუმენტალურად იქნება აღწერილი, დამუშავების ყველა ეტაპი (თავისი დოკუმენტაციით) და წარმოებაში დანერგვის შედეგებით.

სამეცნიერო-კვლევითი ანგარიშები დაწერილი (შედგენილი) უნდა იყოს ეტაპების მიხედვით კვლევის მეთოდის თანდართვით.

## თავი მესამე

მანქანების დეფიციტური დეტალების აღდგენის ალტერნატიული რესურსდამზოგი ტექნოლოგიები

### 3.1 მანქანების დეფიციტური დეტალების აღდგენის ალტერნატიული რესურსდამზოგი ტექნოლოგიების დამუშავების მნიშვნელობა

მანქანების საიმედოობისა და რესურსის გაზრდა მსოფლიო მნიშვნელობის პრობლემაა და დიდ ეკონომიკურ ეფექტს იძლევა. განსაკუთრებით აქტუალურია ნამუშევარი დეტალების აღდგენა ახალი, ინოვაციური მასალებისა და რესურსდამზოგი ტექნოლოგიების გამოყენებით, რაც საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად შემცირდეს დეფიციტური სათადარიგო ნაწილების ხარჯი, გაიზარდოს მათი გამოსადეგობის ვადა და შენარჩუნებულ იქნას მანქანებისა და დეტალების „მეორე სიცოცხლე“.

პრობლემისადმი ასეთი მიდგომა მეტად აქტუალურია უცხოეთის ისეთ განვითარებულ ქვეყნებში, როგორცაა იაპონია, გერმანია, ჩეხეთი, ავსტრია, საფრანგეთი და განსაკუთრებით, ამერიკის შეერთებული შტატები, სადაც ასეთ მიდგომას „აყვავებად“ ბიზნესს“ უწოდებენ.

საქმე იმაშია, რომ ნამუშევარ დეტალს გააჩნია ნარჩენი რესურსი და მისი ხელმეორედ გამოყენება ეკონომიას იძლევა. მანქანის ნებისმიერი ახალი დეტალის დამზადება დიდ მატერიალურ და შრომით რესურსებთან არის დაკავშირებული, როგორცაა მადნის მოპოვება, მისგან თუჯისა და ფოლადის ან სხვა მასალის მიღება, მექანიკური, თერმიული და ქიმიურ-თერმიული დამუშავება. ამ შრომატევადი ოპერაციების შემდეგ დეტალი ასრულებს შესაბამის ფუნქციას, რის შედეგად ცვდება და ზოგჯერ მცირე ცვთისასაც კი აბარებენ ჯართში, რაც დიდ დანაკარგებს იწვევს. საჭიროა მოხდეს მისი აღდგენა ინოვაციური ტექნოლოგიით და შესაბამისად, რესურსის გაზრდა.

მანქანების გაცვეთილი დეტალების აღდგენის მრავალი ტრადიციული ხერხია გამოყენებული, როგორცაა ხელით ელექტრორკალური და აირული დადუღება, გაფრქვევით დალითონება, ვიბრორკალური დადუღება, ანოდურ-მექანიკური დამუშავება, პლასტიკური დეფორმაციის მეთოდი, დადუღება ორთქლისა და სხვა დამცავ გარემოში, რომლებიც საშუალებას იძლევიან მოხდეს დეტალების საწყისი, ანუ ნომინალური ზომები.

მაგრამ, უნდა აღინიშნოს, რომ ზემოთ ჩამოთვლილი ხერხების უმრავლესობა მოძველებულია და ვერ იძლევა სასურველ ეფექტს, რადგანაც მიღებული ლითონური საფარი ხასიათდება დაბალი ცვეთამედეგობით.

საჭიროა დამუშავდეს ახალი მასალები და ინოვაციური რესურსდამზოგი ტექნოლოგიები განსაკუთრებით მანქანების დეფიციტური გაცვეთილი დეტალების აღდგენისათვის ისეთი პროგრესული ხერხების გამოყენებით, როგორცაა მდნობის ქვეშ ავტომატური დადუღება, ელექტრონაპერწყლური ლეგირება, დაქრომვა და დარკინება ახალი ელექტროლიტების გამოყენებით, რაც უზრუნველყოფს მანქანების საიმედოობის გაზრდას.

### 3.2 სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მუშაობის თავისებურებანი

საქართველოს სამანქანო პარკის მთავარი შემადგენელი ნაწილია სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა, რომელიც უზრუნველყოფს სასოფლო-სამეურნეო წარმოების შრომატევადი პროცესების მექანიზაციას, ასევე სხვა დამხმარე და სატრანსპორტო ოპერაციებს, რაც სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მიღებასთან არის დაკავშირებული. აღნიშნულ ტექნიკას შეადგენენ როგორც მობილური, ასევე მცირე მექანიზაციის მანქანები. მობილური სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა \_თვლიანი და მუხლუხა ტრაქტორები, კომბაინები და სატვირთო ავტომობილები გადამწყვეტ როლს თამაშობს შრომატევადი სასოფლო-სამეურნეო პროცესის მექანიზაციის საქმეში .

მობილური სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის შემოტანა საქართველოში ამჟამად ხდება საზღვარგარეთის ისეთი ეკონომიკურად განვითარებული ქვეყნებიდან, როგორცაა იაპონია, აშშ, გერმანია, ჰოლანდია, ჩინეთი და სხვა.

აღნიშნული ტექნიკა გამოირჩევა გამოყენების მაღალი ეფექტურობით და საიმედოობით, ვიდრე ყოფილ საბჭოთა კავშირში წარმოებული სასოფლო-სამეურნეო მანქანები . მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ საზღვარგარეთული სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა საქართველოს მთიან რეგიონებში მუშაობისას ყოველთვის ვერ აჩვენებს საექსპლუატაციო საიმედოობის მაღალ მაჩვენებლებს და ამიტომ მთიან პირობებში გამოსაყენებელი ტექნიკის შემოტანამდე საჭიროა გამოკვლეული იქნას მათი მუშაუნარიანობის მაჩვენებლები და მხოლოდ ამის შემდეგ მოხდეს შესაბამისი რეკომენდაციების გაცემა ამა თუ იმ ტექნიკის შესყიდვის შესახებ. საქართველოში და განსაკუთრებით მის მთიან რეგიონებში ტექნიკა მძიმე პირობებში მუშაობს. ქვეყნის 80%-ზე მეტს წარმოადგენს მთიანი რელიეფი, რომელიც უარყოფითად მოქმედებს სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მუშაუნარიანობაზე. სავარგულები გამოირჩევიან მკვეთრად გამოხატული ტალღოვანობით, ციცაბო დაქანებით, ზოგჯერ მცირე კონტურულობით, ქვიანი ნიადაგებით და სხვა.

გარდა აღნიშნულისა, ტექნიკის მუშაუნარიანობაზე უარყოფითად მოქმედებენ ასევე მუშა გარემოში მყოფი აბრაზიული ნაწილაკები, ნიშანცვლადი დინამიკური დატვირთვები, მაღალი ნესტიანობა, მზის რადიაცია და სხვა.

დინამიკური და ნიადაგობრივ-კლიმატური პირობები უარყოფითად აისახება ტექნიკის საიმედოობაზე \_მცირდება მწარმოებლურობა, იზრდება საწვავის ხარჯი, რთულდება ტექნიკის მართვალობა და მდგრადობა, საბოლოოდ კი მცირდება მანქანების რესურსი და გამოსადეგობის ვადა.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ საჭიროა შესრულდეს სრულფასოვანი სამეცნიერო სამუშაოები სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების ახალი, ინოვაციური ტექნოლოგიებით აღდგენისათვის და დაისახოს ტექნოლოგიური ღონისძიებანი მათი რესურსის გაზრდისათვის. ამ მიზნის მიღწევისათვის საჭიროა განისაზღვროს დეტალების ცვეთის კანონზომიერებანი და მათი ყველაზე უფრო გავრცელებული (მოდალური) ცვეთის მნიშვნელობები არდგენის ყველაზე უფრო რაციონალური ხერხის შერჩევისათვის.

### 3.3 სასოფლო-სამეურნეო გუთნების სახნისების ცვეთის ალბათურ-სტატისტიკური მოდელირება

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანისათვის საჭირო ოპერაციებს შორის ნიადაგის ხვნა ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი და შრომატევადია, რომელიც სრულდება გუთნებით.

გუთნების სახნისები მეტად რთულ ნიადაგობრივ და კლიმატურ პირობებში მუშაობენ-მათზე მუდმივად მოქმედებენ ნიშანცვლადი დინამიკური ძალები, ნიადაგის სინესტე და მასში არსებული აბრაზიული ნაწილაკები, რელიეფის ექსპოზიცია, დახრილობა, ტალღოვანობა და სხვ. აღნიშნული ფაქტორები განაპირობებენ სახნისების ინტენსიურ ცვეთას და, საბოლოო ჯამში, მათ მტყუნებას . სახნისების დაბალი მედეგობა და ინტენსიური ცვეთა იწვევს მათ მნიშვნელოვან ხარჯს, მოცდენებს და ხვნის აგროტექნიკური ვადების დარღვევას.

ჩვენს მიერ წინასწარ შედგენილი მეთოდიკის მიხედვით სწარმოებდა დაკვირვებები რაჭა-ლეჩხუმის მთიან პირობებში მომუშავე გუთნების სახნისების ცვეთის კანონზომიერებათა დადგენისათვის.

დადგენილი იქნა, რომ გუთნის მუშაობის პროცესში სახნისებს ყველაზე მეტად უცვდებათ წინა მხარე, წვერი და მჭრელი პირი. მძიმე და საშუალო ნიადაგებში მუშაობისას ყველაზე მეტად იცვითებოდა ზოლურა, ხოლო წინა მხარე- ნაკლებად. ზღვრულმა ცვეთამ მძიმე ნიადაგებისათვის შეადგინა 4...5 მმ, ხოლო საშუალო ნიადაგებისათვის კი 8...9 მმ.

ამის შემდეგ მოვახდინეთ სახნისების ცვეთის შესახებ შეგროვილი მასალის ალბათურ-სტატისტიკური მოდელირება მომენტების მეთოდით

ქვემოთ მოცემულია გაზომვის შედეგად მიღებული გუთნის სახნისის ცვეთის ვარიაციული რიგი.

15, 17, 20, 22, 17, 15, 14, 21, 16, 21, 20, 17, 24, 16, 15, 19, 23, 10, 26, 17, 20, 20, 22, 18, 21, 26, 10, 16, 18, 17, 15, 16, 23, 16, 15, 21, 22, 23, 13, 15, 12, 18, 11, 14, 13, 15, 19, 18, 17, 22, 24, 17, 14, 16, 14, 18, 16, 15, 16, 22, 19, 18, 17, 24, 24, 24, 24, 24, 25, 25, 26, 26, 26, 10, 10, 11, 11, 12, 12, 13, 13, 13, 13, 14, 14, 14, 14, 14, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 17, 17, 17, 17, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 19, 19, 19, 19, 19, 19, 19.

10, 10, 11, 11, 12, 12, 13, 13, 13, 13, 14, 14, 14, 14, 14, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 17, 17, 17, 17, 17, 17, 17, 17, 17, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 19, 19, 19, 19, 19, 19, 19, 19, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 21, 21, 21, 21, 21, 21, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 23, 23, 23, 23, 23, 24, 24, 24, 24, 25, 25, 26, 26, 26.

განვსაზღვროთ ცვეთის ინტერვალთა რიცხვი ფორმულით.

$$K = 1 + 3,2 \lg N$$

სადაც N არის გაზომვათა რიცხვი და ტოლია-100 ის. ჩასმით მივიღებთ.

$$K = 1 + 3,2 \cdot 2 = 1 + 6,4 = 7,4 \text{ . ვიღებთ } K = 8$$

ცხრილ 3.1-ში მოცემულია გუთნის სახნისის ცვეთის შესახებ ინფორმაციის დამუშავების შედეგად მიღებული შედეგები.

გუთნის სახნისის სტატისტიკური მაჩვენებლები.

ცხრილი 3.1

ცვეთის ინტერვალი a...b	ემპირიული სიხშირე $m_i$	ფარდობითი სიხშირე (ემპირიული ალბათობა) $w_i$
10...12	6	0,06
12...14	9	0,09
14...16	23	0,23
16...18	20	0,2
18...20	16	0,16
20...22	12	0,12
22...24	9	0,09
24...26	5	0,05

ცვეთის ინტერვალი განისაზღვრება ფორმულით.

$$h = \frac{X_{max} - X_{min}}{K}$$

სადაც:  $X_{max}$  ცვეთის მაქსიმალურის ტოლია და ჩვენს შემთხვევაში ტოლია  $X_{max} = 26$  მმ. ხოლო  $X_{min}$  არის მინიმალური მნიშვნელობა და ტოლია  $X_{min} = 10$  მმ.

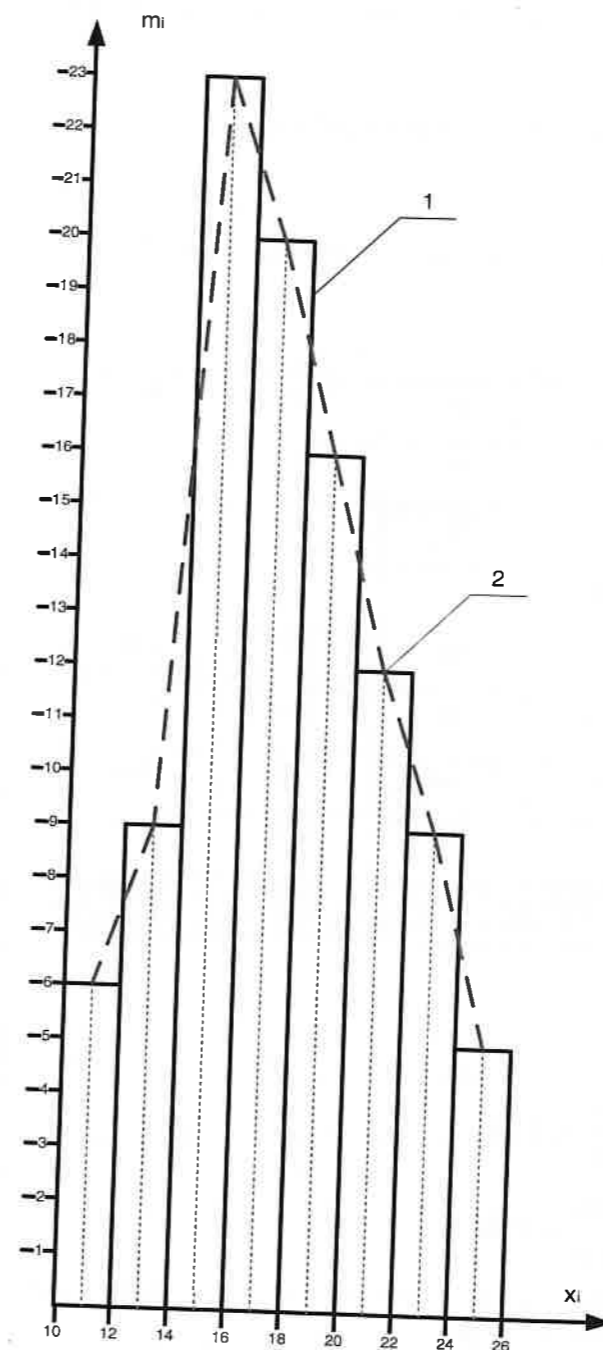
$$h = \frac{26 - 10}{8} = 2$$

ცვეთის ფარდობითი სიხშირის განსაზღვრა ხდება ფორმულით:

$$W_i = \frac{m_i}{N}$$

სადაც  $m_i$  არის ცვეთის ემპირიული სიხშირე.

ცხრილი 3.1-ის მიხედვით ავაგეთ გუთნის სახნისის ცვეთის განაწილების ჰისტოგრამა და პოლიგონის ემპირიული მრუდი. რომელიც ნაჩვენებია ნახ.3. 1-ზე.



ნახ.3. 1 გუთნის სახნისის განაწილების ჰისტოგრამა (1) და პოლიგონი (2).

იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ გუთნის სახნისის ცვეთის განაწილების თეორიული კანონი საჭიროა დავადგინოთ გენერალური მახასიათებლები, რისთვისაც ვპოულობთ საწყის და ცენტრალურ სტატისტიკურ მომენტებს.

$X'$  - განისაზღვრება ფორმულით.

$$X' = \frac{x_i - x_0}{h}$$

სადაც:  $x_0$  - არის ცვეთის ისეთი მნიშვნელობა, რომელსაც შეესაბამება მაქსიმალური სიხშირე,  $x_0 = 15$

საწყისი და ცენტრალური მომენტების განსაზღვრისათვის მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილ 3.2-ში.

მონაცემები გუთნის სახნისის საწყისი და ცენტრალური მომენტების განსაზღვრისათვის.

ცხრილი 3.2

ცვეთის ინტერვალი a...b	ინტერვალი საშუალო $x_i$	$x'$	$m_i$	$x' m_i$	$(x')^2 m_i$	$(x')^3 m_i$	$(x')^4 m_i$
10...12	11	-2	6	-12	24	-48	96
12...14	13	-1	9	-9	9	-9	9
14...16	15	0	23	0	0	0	0
16...18	17	1	20	20	20	20	20
18...20	19	2	16	32	64	128	256
20...22	21	3	12	36	108	324	972
22...24	23	4	9	36	144	576	2304
24...26	25	5	5	25	125	625	3125
			ჯამი	128	494	1616	6782

ცხრილის მიხედვით ვპოულობთ:

$$v_1 = \frac{\sum_{i=1}^k x' m_i}{N} = \frac{128}{100} = 1,28$$

$$v_2 = \frac{\sum_{i=1}^k (x')^2 m_i}{N} = \frac{494}{100} = 4,94$$

$$v_3 = \frac{\sum_{i=1}^k (x')^3 m_i}{N} = \frac{1616}{100} = 16,16$$

$$v_4 = \frac{\sum_{i=1}^k (x')^4 m_i}{N} = \frac{6782}{100} = 67,82$$

$$\mu_2 = v_2 - v_1^2$$

$$\mu_3 = v_3 - 3v_2 v_1 + 2v_1^3$$

$$\mu_4 = v_4 - 4v_3 v_1 + 6v_2 v_1^2 - 3v_1^4$$

$$\mu_2 = 4,94 - 1,28^2 = 4,94 - 1,6384 \approx 3,3$$

$$\mu_3 = 16,16 - 3 \cdot 4,94 \cdot 1,28 + 2(1,28)^3 \approx 0,38$$

$$\mu_4 = 67,82 - 4 \cdot 16,16 \cdot 1,28 + 6 \cdot 4,94 \cdot 1,28^2 - 3 \cdot 1,28^4 \approx 25,58$$

ამის შემდეგ შეგვიძლია განვსაზღვროთ გუთნის სახნისის ცვეთის განაწილების გენერალური მახასიათებლები:

1) საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა.

$$\bar{x} = x_0 + v_1 \cdot h = 15 + 1,28 \cdot 2 = 17,56 \text{ მმ}$$

2) საშუალო კვადრატული გადახრა.

$$\sigma = h\sqrt{\mu_2} = 2 \cdot 1,82 = 3,64 \text{ მმ}$$

3) ვარიაციის კოეფიციენტი.

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{3,64}{17,56} = 0,21$$

4) მოდალური ცვეთა.

$$M_0 = \bar{x} + 3(M_e - \bar{x}) = 17,56 + 3(19,33 - 17,56) = 22,87 \text{ მმ}$$

სადაც:  $M_e$  - გუთნის სახნისის ცვეთის განაწილების მედიანა და ტოლია.

$$M_e = L + \frac{h \cdot \left( \frac{\sum_{i=1}^k m_i}{2} - S_d \right)}{m_{Me}} = 18 + \frac{2(50-38)}{18} = 19,33 \text{ მმ}$$

$L$  - ცვეთის ინტერვალის დასაწყისია = 18

$S_d$  - დაგროვილი ფარდობითი სიხშირეა იმ პირობით რომ:

$$S_d \leq \frac{\sum_{i=1}^k m_i}{2} \leq 50 \text{ და } S_d = 38$$

$m_{Me}$  - მედიანურ ინტერვალში მყოფი სიხშირეა და  $m_{Me} = 18$  მმ

ე. ი. სახნისის მოდალური (ყველაზე უფრო გავრცელებული) ცვეთა შეადგენს

$$M_0 = 22,87 \text{ მმ}$$

რადგანაც გუთნის სახნისის ცვეთის განაწილების ვარიაციის კოეფიციენტი  $v = 0,21$  თეორიულ კანონად ვღებულობთ ნორმალურ განაწილებას და ვანგარიშობთ ცვეთის თეორიულ სიხშირეს ფორმულით.

$$m_x = \frac{N \cdot h}{\sigma} \cdot Z_t = \frac{100 \cdot 2}{3,64} \cdot Z_t = 36,2 \cdot Z_t$$

$Z_t$  – არის გუთნის სახნისის ცვეთის ნორმალური განაწილების სიმკვრივე.  $Z_t$  ფუნქციის მნიშვნელობა განისაზღვრება ცხრილიდან  $t$  - ს მიხედვით ფორმულა.

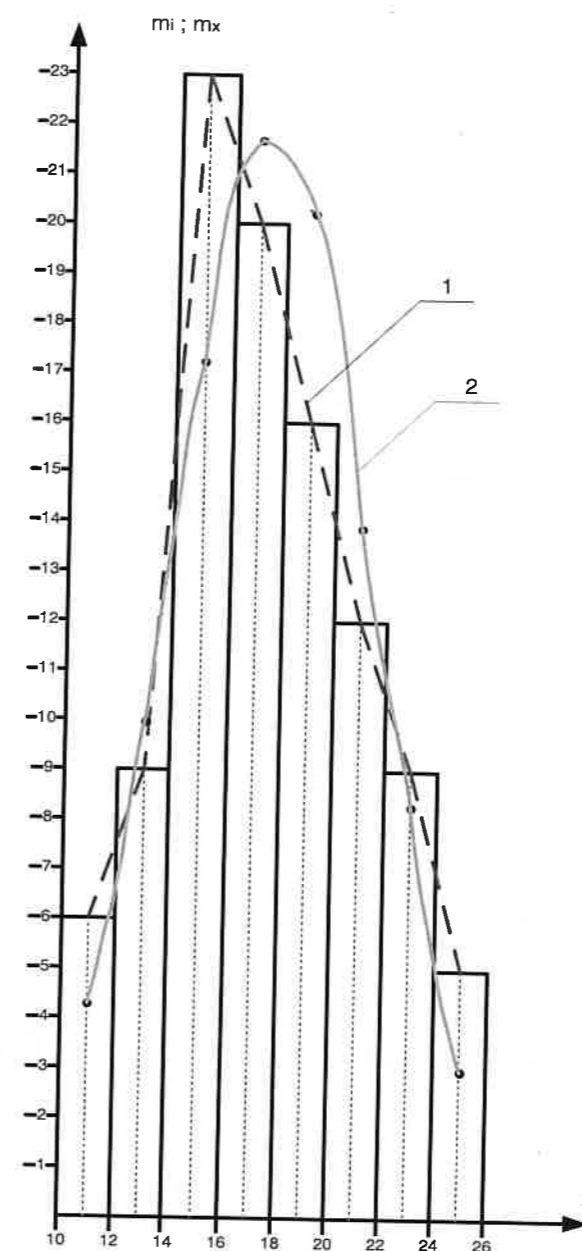
ცხრილში 3.3-ში მოცემულია გუთნის სახნისის ცვეთის განაწილების თეორიული სიხშირის გაანგარიშებისათვის საჭირო მონაცემები.

მონაცემები გუთნის სახნისის განაწილების თეორიული სიხშირის გაანგარიშებისათვის.

ცხრილი 3.3

ცვეთის ინტერვალი a...b	ინტერვალი საშუალო $x_i$	$t = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$	$Z_t$	ემპირიული სიხშირე $m_i$	$Mx$
10...12	11	-1,8	0,0790	6	4,3410
12...14	13	-1,25	0,1826	9	10,0338
14...16	15	-0,7	0,3123	23	17,1608
16...18	17	-0,15	0,3945	20	21,6777
18...20	19	0,4	0,3683	16	20,2344
20...22	21	0,95	0,2541	12	13,9627
22...24	23	1,49	0,1515	9	8,3249
24...26	25	2,04	0,054	5	2,9673

ამის შემდეგ ვახდენთ გუთნის სახნისის ცვეთის განაწილების ემპირიული და თეორიული მრუდების აგებას დიაგრამის სახით-ნახაზი



ნახ3.2 გუთნის სახნისის ცვეთის განაწილების ემპირიული (1) და თეორიული (2) მრუდები.

როგორც ნახაზიდან ჩანს ემპირიული და თეორიული შედეგები საკმაოდ ახლოს იმყოფებიან ერთმანეთთან, მაგრამ იმისათვის, რომ უფრო ზუსტად დავადგინოთ გუთნის სახნისის ცვეთის განაწილების ნორმალური კანონი ადეკვატურად ასახავს თუ არა ჩვენს მიერ ცდით მიღებულ შედეგებს, ამისათვის ვსარგებლობთ კოლმოგოროვის კრიტერიუმით და ვადგენთ ცხრილს 3.4-ს.



მონაცემები კოლმოგოროვის კრიტერიუმის გაანგარიშებისათვის.

ცხრილი 3.4

ცვთვის ინტერვალი a...b	ინტერვალი საშუალო $x_i$	$t = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$	$\Phi(t)$	$\frac{1}{2}\Phi(t)$	$W_i$	$W_{\phi}$	$F(x)$	$F(x)-W_{\phi}$
10...12	11	-1,53	-0,874	-0,437	0,06	0,06	0,063	0,003
12...14	13	-0,98	-0,6729	-0,3365	0,09	0,15	0,1635	0,0135
14...16	15	-0,43	-0,3328	-0,1665	0,23	0,38	0,3335	0,0465
16...18	17	0,12	0,0955	0,048	0,2	0,58	0,548	0,032
18...20	19	0,67	0,4971	0,2485	0,16	0,74	0,7485	0,0085
20...22	21	1,22	0,7775	0,389	0,12	0,86	0,889	0,029
22...24	23	1,77	0,9233	0,4615	0,09	0,95	0,9615	0,0115
24...26	25	2,32	0,9797	0,49	0,05	1	0,99	0,01

ინტეგრალურ ფუნქციას ვანგარიშობთ ფორმულით:

$$F(x) = 0,5 + 0,5\Phi(t)$$

$\Phi(t)$  არის ლაპლასის ინტეგრირებული ფუნქცია და განისაზღვრება ცხრილებიდან  $t$ -ს მიხედვით.

$$t = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$$

სადაც  $x_i$  - არის გუთნის სახნისის ცვთვის ინტერვალის ზედა მნიშვნელობა.

ემპირიული და თეორიული შედეგების დამთხვევის ალბათობის გაანგარიშებისათვის კოლმოგოროვის კრიტერიუმის მიხედვით განვსაზღვროთ  $\lambda$  პარამეტრს ფორმულით.

$$\lambda = D_{max} \cdot \sqrt{N} = |F(x) - W_{\phi}|_{max} \cdot \sqrt{N} = |0,0465| \cdot 10 \approx 0,47$$

$\lambda$  -ს მიხედვით ცხრილიდან ვპოულობთ ემპირიული და თეორიული შედეგების დამთხვევის ალბათობას:

$$P(\lambda) = 0,98$$

რადგანაც მიღებული ალბათობა ახლოს არის 1-თან, ეს იმას ნიშნავს, რომ შევს მიერ მიღებული სახნისის ცვთვის ალბათურ-სტატისტიკური მოდელი ადეკვატურია.

როგორც ნახაზიდან ჩანს ემპირიული და თეორიული შედეგები საკმაოდ ახლოს იმყოფებიან ერთმანეთთან, მაგრამ იმისათვის, რომ უფრო ზუსტად დავადგინოთ გუთნის სახნისის ცვთვის განაწილების ნორმალური კანონი ადეკვატურად ასახავს თუ არა ჩვენს მიერ ცდით მიღებულ შედეგებს, ამისათვის ვსარგებლობთ კოლმოგოროვის კრიტერიუმით და ვადგენთ ცხრილს 3.5-ს.

მონაცემები კოლმოგოროვის კრიტერიუმის გაანგარიშებისათვის.

ცხრილი 3.5

ცვთვის ინტერვალი a...b	ინტერვალი საშუალო $x_i$	$t = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$	$\Phi(t)$	$\frac{1}{2}\Phi(t)$	$W_i$	$W_{\phi}$	$F(x)$	$F(x)-W_{\phi}$
10...12	11	-1,53	-0,874	-0,437	0,06	0,06	0,063	0,003
12...14	13	-0,98	-0,6729	-0,3365	0,09	0,15	0,1635	0,0135
14...16	15	-0,43	-0,3328	-0,1665	0,23	0,38	0,3335	0,0465
16...18	17	0,12	0,0955	0,048	0,2	0,58	0,548	0,032
18...20	19	0,67	0,4971	0,2485	0,16	0,74	0,7485	0,0085
20...22	21	1,22	0,7775	0,389	0,12	0,86	0,889	0,029
22...24	23	1,77	0,9233	0,4615	0,09	0,95	0,9615	0,0115
24...26	25	2,32	0,9797	0,49	0,05	1	0,99	0,01

ინტეგრალურ ფუნქციას ვანგარიშობთ ფორმულით:

$$F(x) = 0,5 + 0,5\Phi(t)$$

$\Phi(t)$  არის ლაპლასის ინტეგრირებული ფუნქცია და განისაზღვრება ცხრილებიდან  $t$ -ს მიხედვით.

$$t = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$$

სადაც  $x_i$  - არის გუთნის სახნისის ცვთვის ინტერვალის ზედა მნიშვნელობა.

ემპირიული და თეორიული შედეგების დამთხვევის ალბათობის გაანგარიშებისათვის კოლმოგოროვის კრიტერიუმის მიხედვით განვსაზღვროთ  $\lambda$  პარამეტრს ფორმულით.

$$\lambda = D_{max} \cdot \sqrt{N} = |F(x) - W_{\phi}|_{max} \cdot \sqrt{N} = |0,0465| \cdot 10 \approx 0,47$$

$\lambda$  -ს მიხედვით ცხრილიდან ვპოულობთ ემპირიული და თეორიული შედეგების დამთხვევის ალბათობას:

$$P(\lambda) = 0,98$$

რადგანაც მიღებული ალბათობა ახლოს არის 1-თან, ეს იმას ნიშნავს, რომ შვენს მიერ მიღებული სახნისის ცვეთის ალბათურ-სტატისტიკური მოდელი ადეკვატურია.

ანალოგიური მეთოდის მიხედვით მოხდა სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის ყველა დეფიციტური ცეთადი დეტალების ალბათურ-სტატისტიკური მოდელირება და განისაზღვრა მათი მოდალური ცვეთის მნიშვნელობები, რომლებიც დაჯგუფებულია სამ ნაწილად:

1. დეტალები მოდალური ცვეთით-0,1 მმ-მდე-კულტივატორების თათები, მაღალიწნევის ტუმბოს ყვინთა-მასრის წყვილი, ბარბაცას თითი და სხვა.
  2. დეტალები მოდალური ცვეთით 1 მმ-მდე- გამანაწილებელი ლილვები, სარქველები, გადაცემათა კოლოფის ლილვები და სხვა.
  3. დეტალები მოდალური ცვეთით 1მმ-მეტი -სასოფლო სამეურნეო გუთნების სახნისები, მუხლუხა ტრაქტორების საყრდენი საგორავები, ძრავების მუხლა ლილვები და სხვა.
- ყველა აღნიშნული ჯგუფების დეტალებისათვის ჩვენს მიერ დამუშავებული იქნა ალტერნატიული ინოვაციური რესურსდამზოგი ტექნოლოგიები, რომლებიც საშუალებას იძლევიან მნიშვნელოვნად გაიზარდოს მათი რესურსი და საიმედოობა. კერძოდ, პირველი ჯგუფის დეტალებისათვის გამოვიკვლიეთ და დავამუშავეთ ელექტრო ნაპერწკლური ლევირების ხერხი, მეორე ჯგუფისათვის- დაქრომვა და დარკინება ჩვენი ელექტროლიტების გამოყენებით და მესამესათვის-ავტომატური დადუღება მდნობის ქვეშ პრინციპულად ახალი შემადგენლობის ელექტროდებისა და მდნობების (ფლუსების) გამოყენებით.

### 3.4. სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების აღდგენის თანამედროვე ხერხების მოკლე მიმოხილვა

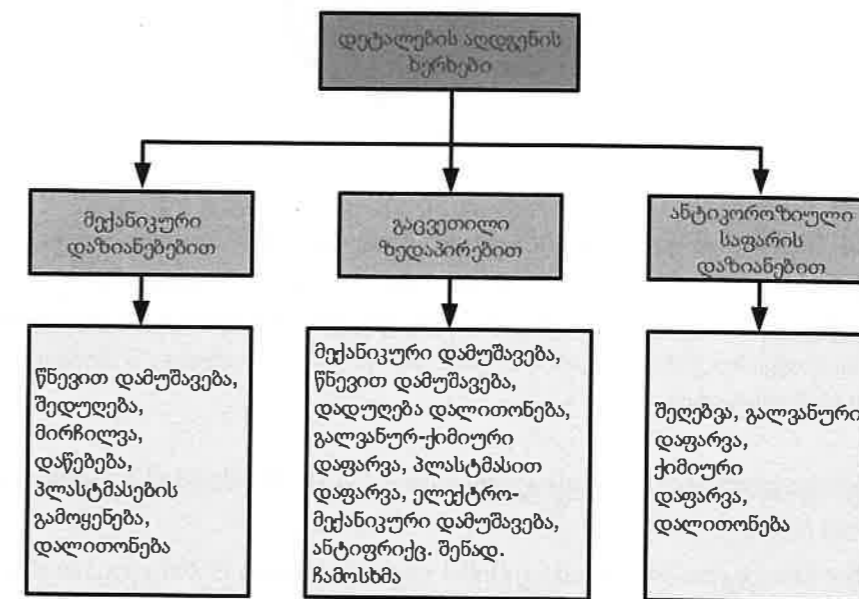
სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მწარმოებლურობის გაზრდას, რაც მსოფლიო მასშტაბით გავრცელებული ტენდენციაა, თან ახლავს მისი მუშა ორგანოების სიჩქარის გაზრდა, რაც თავის მხრივ იწვევს მასზე მოქმედი დინამიკური ძალების მკვეთრ გადიდებას და შეუღლებებაში მყოფი დეტალების ინტენსიურ ცვეთას, იზრდება საწყისი ჩასმის ღრეო და გარკვეული პერიოდის შემდეგ, მანქანა იწყებს ავარიული ცვეთის რეჟიმში მუშაობას. აღნიშნული მდგომარეობის თავიდან აცილების და მანქანის ნორმალური მუშაობისათვის საჭიროა შეუღლებებში საწყისი ჩასმის აღდგენა, რაც უმეტეს შემთხვევაში, ხორციელდება გაცვეთილი დეტალების აღდგენით ნორმალურ ზომამდე. როგორც აღვნიშნეთ, გაცვეთილი დეტალების აღდგენა დიდ ეკონომიკურ ეფექტს იძლევა, რადგანაც ამ დროს ხდება ნამუშევარი დეტალის ხელმეორედ გამოყენება, იზრდება მანქანის რესურსი და მცირდება სათადარიგო ნაწილების ხარჯი.

ჩვენი გამოკვლევებით მანქანების გაცვეთილი დეტალების პროგრესული ხერხების გამოყენებით აღდგენისას 5...8-ჯერ უფრო ნაკლები საწარმოო ოპერაციები სრულდება, ვიდრე ახალი დეტალების დამზადების დროს ხდება, ხოლო მათ აღდგენაზე დანახარჯები არ აღემატება ახალი დეტალის ღირებულების 30%-ს. ამჟამად პრიორიტეტულია სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების აღდგენის ისეთი პროგრესული ხერხების დამუშავება, რომლებიც საშუალებას გვაძლევენ აღვადგინოთ არა მარტო მათი პირვანდელი

ზომები და ხარისხი, არამედ მივიღოთ უფრო ხანგამძლე დეტალები, რომელთა რემონტის შემდგომი რესურსი, ზოგიერთ შემთხვევაში, აღემატება ახალს.

უნდა აღინიშნოს, რომ, როგორც უცხოეთში, ასევე ჩვენთანაც ინტენსიური სამუშაოები მიმდინარეობს მანქანების გაცვეთილი დეტალების აღდგენის ახალი პროგრესული ხერხების შემუშავებისა და სარემონტო წარმოებაში დანერგვისათვის.

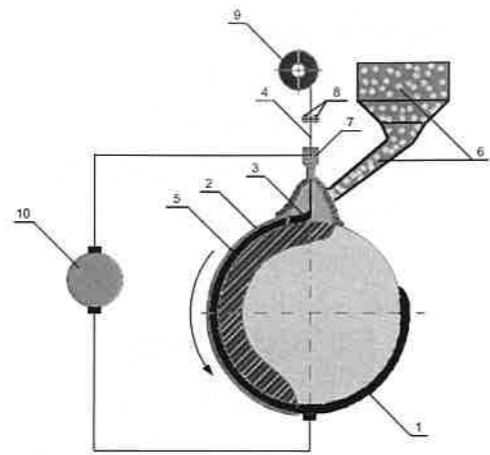
მანქანების ტიპობრივი დეტალების აღდგენის ტრადიციული ხერხები და რეჟიმები მოცემულია ნახ. 3.3.) გაცვეთილი დეტალების აღდგენის ტრადიციული და თანამედროვე ხერხები.



ნახ. 3.3. მანქანების გაცვეთილი დეტალების აღდგენის ტრადიციული ხერხები.

ჩვენ შევეცადეთ განსაკუთრებული ყურადღება გავვამახვილებინა დეტალების აღდგენის თანამედროვე ხერხებისადმი, რომლებიც წარმატებით გამოიყენება სარემონტო საწარმოებში. ძველი, ტრადიციული მეთოდები, როგორცაა საწყისი ჩასმის აღდგენა სარემონტო ზომების გამოყენებით, წნევით დამუშავება, დაწებება, გაფრქვევით დალითონება, ელექტრო-მექანიკური და ანოდურ-მექანიკური დამუშავება კარგადაა შესწავლილი და დაწვრილებით არის განხილული თითქმის ყველა ნაშრომში, რომელიც დეტალების აღდგენის ხერხებს შეეხება, ამ მხრივ ყურადღებას იმსახურებს ისეთი ფართოდ გავრცელებული ხერხები, როგორცაა დადუღების მექანიზებული მეთოდები \_მდნობის ქვეშ ავტომატური დადუღება, დადუღება დამცავ არეში, ფოლადის ლენტის ავტომატური დადუღება და სხვ. ამ საკითხებისადმი მიძღვნილია მრავალი ნაშრომი, რომელშიც წარმოდგენილია საჭირო მოწყობილობები, დანადგარები, სამარჯვები და აღდგენის ოპტიმალური რეჟიმები.

მდნობის ქვეშ ავტომატური დადუღებისას ელექტრული რკალის არეში შეკყავდათ მდნობი (ფლუსი), რომელიც წარმოქმნის დამცავ გარსს და ეს უკანასკნელი იცავს დადუღებულ ლითონის ფენას ატმოსფეროს მავნე ზემოქმედებისაგან. ნახ. 3.4-ზე მოცემულია მდნობის ქვეშ ავტომატური დადუღების პრინციპული სქემა და იქვე ნაჩვენებია დანადგარის შემადგენელი ელემენტები.



ნახ. 3.4 მდნობის ქვეშ ავტომატური დადუღების პრინციპული სქემა.

1. დადუღებული დეტალი; 2. წიდის ქერქი; 3. ელექტრული რკალი; 4. საელექტროდე მავთული; 5. დადუღებული ფენა; 6. მოწყობილობა მდნობის მიწოდებისათვის; 7. სატუჩი; 8. მიმწოდებელი მექანიზმი; 9. კოჭი; 10. დენის წყარო (გენერატორი).

მდნობის ქვეშ დადუღების მინიმალური სისქეა 1 მმ, მაქსიმალური კი პრაქტიკულად შემოსაზღვრული არ არის.

ცხრ. 3.6.-ზე წარმოდგენილია მონაცემები დენის ძალის შერჩევისათვის დასადუღებელი მავთულის დიამეტრის მიხედვით.

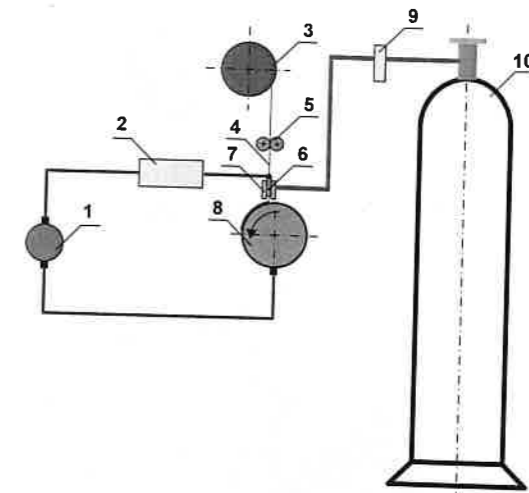
ცხრილი 3.6

მდნობის ქვეშ ავტომატური დადუღების რეჟიმები

№	დენის ძალა, ა	მავთულის დიამეტრი, მმ
1	100...200	1,2
2	130...280	1,6
3	160...400	2,0
4	180...450	2,5
5	230...500	3,0
6	340...750	4,0

დეტალების დადუღებისას ზოგჯერ დამცავ არედ გამოიყენება ნახშირორჟანგი და წყლის ორთქლი.

ნახ. 3.5.-ზე მოცემულია ნახშირორჟანგის არეში დადუღების სქემა:



ნახ. 3.5 ნახშირორჟანგის არეში დადუღების სქემა.

1. გენერატორი; 2. ელექტროგამანაწილებელი მოწყობილობა; 3. კოჭა; 4. საელექტროდე მავთული; 5. მიმწოდებელი მექანიზმი; 6. სატუჩი (მუნდშტუკი); 7. სანთურა; 8. დეტალი; 9. ელექტროგამაცხელებელი; 10. ბალონი.

ცხრ. 3.7.-ზე მოცემულია ნახშირორჟანგის არეში დადუღების ძირითადი რეჟიმები.

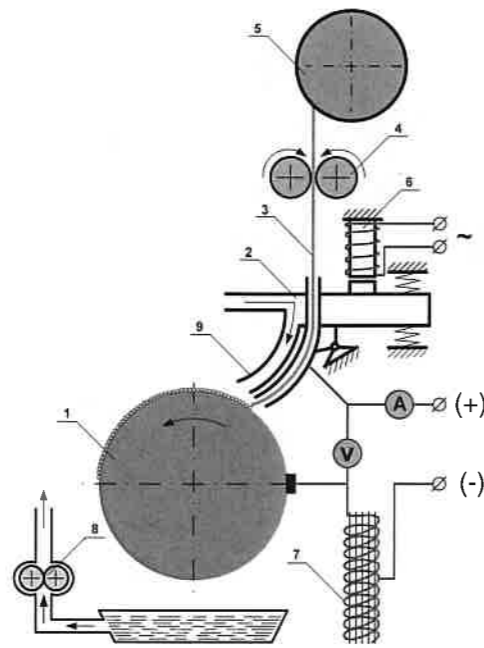
ნახშირორჟანგის არეში დადუღების რეჟიმები

ცხრილი 3.7

რეჟიმების №	ძაბვა რკალზე, ვ	დენის ძალა, ა	საელექტროდე მასალის მიწოდების სიჩქარე, მ/სთ
1	26-28	120-180	70
2	28-30	180-240	100
3	30-34	260-300	156
4	32-36	340-420	250
5	34-38	406-480	306

ამჟამად სარემონტო საწარმოებში ფართოდ იყენებენ ავტომატურ ვიბრორკალურ დადუღებას, რომელიც პირველად დამუშავებული იქნა ი. ულმანისა და ა. კლეკოვკინის მიერ.

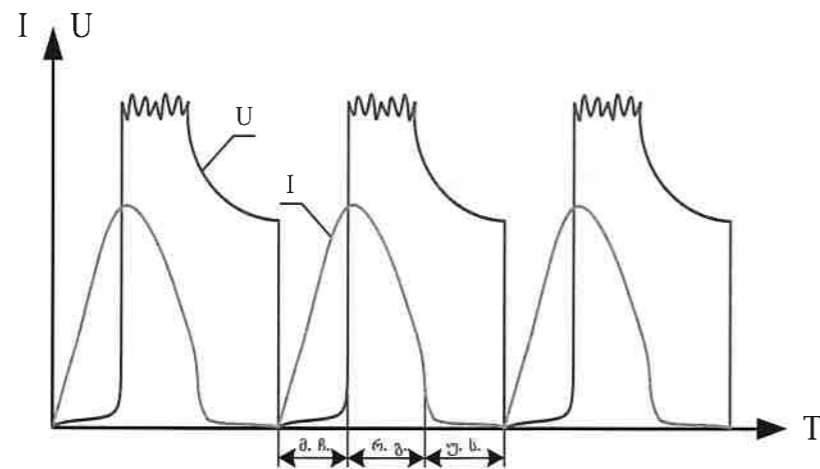
ნახ. 3.6.-ზე მოცემულია ავტომატური ვიბროდადუღების პრინციპული სქემა და მისი ელემენტები.



ნახ. 3.6. ვიბრორკალური დადულების პრინციპული სქემა.

1. დასადულებელი დეტალი; 2. რხევადი სატუჩი (მუნდშტუკი); 3. საელექტროდე მასალა; 4. მიმწოდებელი მექანიზმის გორგოლაჭები; 5. დოლი; 6. ელექტრომაგნიტური ვიბრატორი; 7. თვითინდუქციის კოჭი; 8. ტუმბო; 9. არხი გამაგრილებელი სითხის მიწოდებისათვის.

ვიბრორკალური დადულების დროს რხევადი ელექტროდი პერიოდულად კრავს შედულების წრედს და ამით ცვლის ძაბვისა და დენის ძალის მნიშვნელობას. ვიბრორკალურ დადულებას აწარმოებენ მუდმივ დენზე 14-20ჯ ძაბვის დროს უკუპოლარობით. ვიბრაციის თეორიული ციკლის დროს შეიძლება გამოიყოს სამი პერიოდი: მოკლე ჩართვის, რკალური განმუხტვისა და უქმი სვლის პერიოდები. (ნახ. 3.7).



ნახ. 3.7. მუდმივ დენზე ვიბრორკალური დადულების ოსცილოგრამა.

მ. ჩ. \_ მოკლე ჩართვა; რ. გ. \_ რკალური განმუხტვა; უ. ს. \_ უქმი სვლა; \_ ძაბვა; \_ დენის ძალა; \_ დრო.

წრედის გაწყვეტის პერიოდში ელექტროდის მოშორებისას ძაბვა იზრდება თვითინდუქციის ელექტრომაგნიტური ძალის გავლენით და იქმნება პირობები მოკლე დროის განმავლობაში რკალური განმუხტვისათვის. ელექტროდის გადნობის ზომისა და მისი მოძრაობის მიხედვით იზრდება მანძილი ელექტროდსა და დეტალს შორის, ხოლო დენის ძალა მნიშვნელოვნად მცირდება. რკალური განმუხტვის პერიოდი ამით მთავრდება და იწყება უქმი სვლის პერიოდი.

რკალური განმუხტვის დროს გამოიყოფა სითბოს 70-95%. ამავე პერიოდში მიმდინარეობს ელექტროდის მასალის გადატანა დეტალზე.

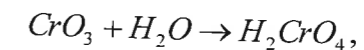
ვიბრორკალური შედულების დროს შეგვიძლია მივიღოთ მცირე სისქის და მაღალი სიმტკიცის მქონე ფენა (სისქით 0,8...2,5 მმ ერთ მხარეს), წრიული კვეთის დეტალებისათვის, რომელთა დიამეტრიც შეიძლება იცვლებოდეს 15-დან 300 მმ-მდე. ამას ხელს უწყობს გამაგრილებელი სითხე, რომელიც ამცირებს დეტალის ტემპერატურას (თერმული მოქმედების ზონას) და დეფორმაციას. ვიბრორკალური დადულება მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ ისეთი დეტალების აღსადგენად, რომელთა ცვეთა სიმეტრიულია და არ აღემატება 2 მმ-ს ერთ მხარეს.

დადულების ზემოთაღნიშნული მექანიზმული წესები ფართოდ არის დანერგილი სარემონტო საწარმოებში და მათი საშუალებით ხდება დეტალების აღდგენის სამუშაოების 60...70%-ის შესრულება.

ამ ხერხების დადებითი მხარეებია: აღდგენის პროცესის მაღალი მწარმოებლურობა და ავტომატიზაცია, მაღალი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მქონე ფენის მიღების შესაძლებლობა და ფართო ნომენკლატურის დეტალების რემონტი. ამასთან მათ გააჩნიათ ნაკლოვანი მხარეებიც, კერძოდ: დადულებისას დეტალი ხურდება მაღალ ტემპერატურამდე, რაც უარყოფით გავლენას ახდენს მის სტრუქტურასა და მექანიკურ თვისებებზე, შეუძლებელია მცირე დიამეტრის და მცირე ცვეთის მქონე დეტალების აღდგენა, ამავე დროს გამოიყენება სპეციალური საელექტროდე მასალა, რომელიც ამცირებს დადულებით აღდგენის პროცესს.

სარემონტო ტექნიკაში, ზემოთაღნიშნული აღდგენის ხერხების გარდა ფართოდ გამოიყენება დაქრომვა. ელექტროლიტურ ქრომს გააჩნია შესანიშნავი დეკორატიული-დაცვითი თვისებები, მნიშვნელოვანი სისალე (400-1200 HV) ხახუნის მცირე კოეფიციენტი (0,3 ბაბიტზე ხახუნის დროს და 0,66 ფოლადთან ხახუნის დროს), კარგი ცვეთგამძლეობა, როგორც ხახუნის ჩვეულებრივ პირობებში, ასევე აქტიურ კოროზიულ გარემოში, ლამაზი გარეგანი სახე და მაღალი ჩაჭიდების სიმტკიცე. დაქრომვა არ იწვევს ძირითადი ლითონის სტრუქტურის ცვლილებებს. დანიშნულების მიხედვით ელექტროლიტური დაქრომვა შეიძლება გამოყენებული იქნეს ცვეთამდე, ანტიკოროზიული და დეკორატიული ფენის მისაღებად. სარემონტო წარმოებაში გამოიყენება ჰპოვა დაქრომვის პირველმა სახემ.

ქრომოვანი ელექტროლიტების მთავარ შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს ქრომის მჟავა, რომელიც მიიღება ქრომოვანი ანჰიდრიდის წყალში გახსნით.



ქრომის მჟავას სუფთა ხსნარისგან ლითონის გამოყოფა კათოდზე არ ხდება. ამ პროცესისათვის საჭიროა ელექტროლიტში იყოს უცხო ანიონების უმნიშვნელო რაოდენობა

(კატალიზატორები). ამ როლს ყველაზე ხშირად თამაშობს სულფატების ანიონები,  $SO_4$ , რომელთა წყაროს წარმოადგენს გოგირდმჟავა, რომელიც ხსნარს ემატება ქრომის ანჰიდრიდის  $CrO_3$ -ის 1%-მდე. ხარისხიანი ქრომის ფენა მიიღება შემდეგი ფარდობის დროს.

$$\frac{CrO_3}{H_2SO_4} = 90...120$$

ქრომირების მიმდინარე პროცესები ჯერ კიდევ არ არის მთლიანად გამორკვეული, გავრცელებულია თეორია (მ. შლუგერის მიხედვით), რომლის თანახმად ელექტროლიტული ქრომის დაფარვა კათოდზე იწყება. დენის სიმკვრივის ქვემოთ მიმდინარეობს ექსვალენტური ქრომის სამვალენტო ადდგენა, ხოლო მის ზემოთ კი  $Cr^{+6} \rightarrow Cr^{+3}$  რეაქციასთან ერთად, ხდება აიროვანი წყალბადისა და ლითონური ქრომის გამოყოფა;  $H^+ \rightarrow H$ ,  $Cr^{+6} \rightarrow Cr$  მაშასადამე, კათოდზე ერთდროულად მიმდინარეობს სამი პროცესი:

- ექსვალენტური ქრომიდან სამვალენტური ქრომის ადდგენა;
  - წყალბადის გამოყოფა;
  - ლითონური ქრომის გამოყოფა.
- ანოდზე მიმდინარეობს აიროვანი ჟანგბადის გამოყოფა.

$OH^- \rightarrow O$  და სამვალენტური ქრომის დაჟანგვა ექსვალენტოვნად იმისათვის,  $Cr^{+3} \rightarrow Cr^{+6}$ , რომ ელექტროლიტი ნორმალურად მუშაობდეს საჭიროა დაცულ იქნეს ფარდობა:

$$\frac{Cr_2O_3}{CrO_3} = 0,03...0,04,$$

ამისათვის ანოდების ზედაპირების ფართობები 1,5-2-ჯერ მეტი უნდა იყოს კათოდის ზედაპირის ფართობზე. ქრომოვანი ანჰიდრიდის კონცენტრაცია ელექტროლიტში შეიძლება იცვლებოდეს ფართო დიაპაზონში და პრაქტიკაში გავრცელებულ ცხელ ელექტროლიტებში („ცხელი“ ეწოდებათ ელექტროლიტებს, რომელთა ტემპერატურა მაღალია და მერყეობს ზღვრებში  $t = 40-100^\circ C$  - მდე) იცვლება ზღვრებში 150-დან 350 გრ/ლ.

ცხრ. 3.8-ზე მოცემულია დაქრომვისათვის საჭირო ცხელი ელექტროლიტების ძირითადი მახასიათებლები.

№ რიგზე	ელექტროლიტის დასახელება	კომპონენტის შემცველობა, გრ/ლ		ელექტროლი ზის რეჟიმი	
		$CrO_3$	$H_2SO_4$	$D_k, a/dm^2$	$t^\circ, C$
1	დაბალკონცენტრირებული	120-150	1,2-1,5	4-10	50-65
2	უნივერსალური	200-250	2,0-2,5	20-60	45-55
3	მაღალკონცენტრირებული	300-350	3,0-3,5	15-30	40-50

დაბალკონცენტრირებული ელექტროლიტები გამოიყენება ცვეთამდეგი დაქრომვის დროს \_მათ ახასიათებთ დაფენილი ქრომის მნიშვნელოვანი სისალე, ცვეთამდეგობა და დენზე მაღალი გამოსავალი, კარგი განზნევითი უნარი, მაგრამ ისინი მოითხოვენ აბაზანის ხშირ კორექტირებას.

უნივერსალური ელექტროლიტი შეიძლება გამოყენებული იქნეს, როგორც ცვეთამდეგი, ასევე დამცავ დეკორატიული ქრომოვანი ფენის მისაღებად (ამიტომ მიიღეს მათ აღნიშნული სახელწოდება). მაღალკონცენტრირებული ელექტროლიტები ხასიათდებიან დაბალი გაზნევითი უნარით და შედარებით დენზე დაბალი გამოსავლით (10-12%). ისინი გამოიყენებულია დამცავ-დეკორატიული მიზნებისათვის და არ მოითხოვენ ელექტროლიტის ხშირ კორექტირებას.

ელექტროლიტის პირობების (დენის სიმკვრივე, ელექტროლიტის ტემპერატურა) შეცვლით შეიძლება მიღებულ იქნეს ქრომის ნალექის სამი სახე: ბრწყინვალე, რძისფერი და მქრქალი.

სარემონტო წარმოებაში უფრო გამოყენებულია ბრწყინვალე და რძისფერი ფერის ქრომოვანი ნალექი, რომლებიც ხასიათდება მაღალი სისალით და ცვეთამდეგობით. ზემოთ აღნიშნული ელექტროლიტები ხასიათდებიან დენზე დაბალი გამოსავალით (10...16%) და შემადგენლობის ცვალებადობით, რის გამოც მცირდება მწარმოებლობა და უარესდება დაფენილი ნალექის ხარისხი.

თუ გავითვალისწინებთ ელექტროლიტური რკინისა და ქრომის დადებით მხარეებს შეგვიძლია მაღალი ალბათობით ვივარაუდოთ, რომ საზღვარგარეთული სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი პრეციზიული დეტალების ადდგენისათვის ყველაზე უფრო რაციონალურ ხერხად შეიძლება ჩაითვალოს რკინა-ქრომის ელექტროლიტური საფარით ადდგენა, რომელიც გამოგონების დონეზე წარმოდგენილი იქნა ჯ. კაციტაძისა და ნ. სარჯველაძის მიერ.

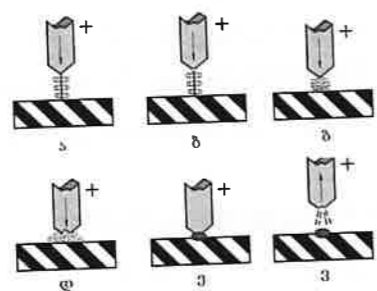
მიგვაჩნია, რომ საჭიროა თანამედროვე კვლევის მეთოდებისა და ექსტრემალური ექსპერიმენტების დაგეგმვის თეორიის გამოყენებით მოხდეს აღნიშნული ელექტროლიტის შემადგენლობისა და მუშაობის რეჟიმის დადგენა მაღალი მექანიკური თვისებების მქონე საფარის მისაღებად.

### 3.5. სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის დეტალების ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით ალდგენის პროცესის გამოკვლევა და რესურსდამზოგი ინოვაციური ტექნოლოგიის დამუშავება

როგორც აღვნიშნეთ, ჩვენი გამოკვლევების საფუძველზე დავადგინეთ, რომ მანქანების პირველი ჯგუფის დეტალების ცვეთის მოდალური მნიშვნელობა არ აღემატება 0,1 მმ-ს. ცვეთის მოცემული მნიშვნელობის დროს გაცვეთილი დეტალების ალდგენის ყველაზე უფრო რაციონალურ ხერხად მიგვაჩნია ელექტრონაპერწკლური ლეგირება, რომელიც საშუალებას იძლევა მივიღოთ მაღალი სისალისა და ცვეთგამძლეობის ლითონური საფარი. აღნიშნული პროცესის დეტალური გაცნობისა და არსებული ლიტერატურული წყაროების ანალიზის საფუძველზე ჩვენს მიერ დაპროექტებული, დამზადებული და გამოცდილი იქნა მოწყობილობა დეტალების ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით ალდგენისათვის, რომლის აგებულება განხილულია მეორე თავში.

ელექტრონაპერწკლური ლეგირების შესახებ ცნობილია მრავალი თეორია, მაგრამ ჩვენი მოსაზრებებით ყველაზე უფრო მისაღებია ე. ლაზარენკოს მოდელი.

აღნიშნული მოდელის პრინციპული სქემა წარმოდგენილია ნახ. 3.8-ზე.



ნახ. 3.8 დეტალის ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით ალდგენის სქემა:

ა. ელექტროდული შედეგების გარღვევის მომენტი, ბ. გამდნარი ლითონის წვეთის ანოდიდან გამოყოფა, გ. ანოდის მასალის კათოდზე დაფარვა და ჩაწნევა, დ. ელექტროდების კონტაქტის მომენტი, ე. ელექტროდების დაშორების მომენტი.

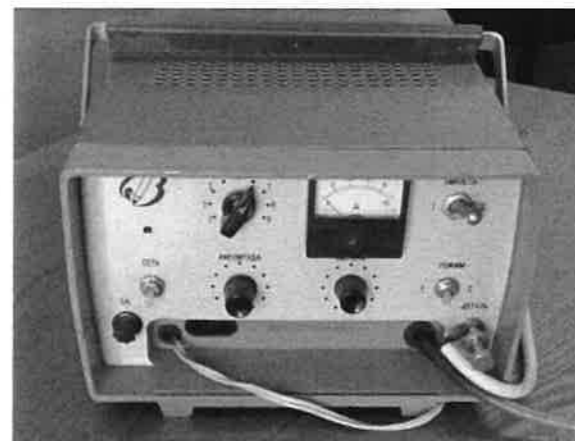
ე. ლაზარენკოს მოდელის მიხედვით, როდესაც ანოდი კათოდს უახლოვდება ელექტრული ველის დაძაბულობა იზრდება და კრიტიკული მნიშვნელობის დროს იწვევს გარღვევას ელექტროდებს შორის. ამ დროს ელექტრონების კონა ფოკუსურად ეჯახება ანოდის ზედაპირს, კვების წყაროდან ენერგია მიეწოდება იმპულსურად განმუხტავ არეს და ამიტომ ანოდის ლითონი ლოკალურად ცხელდება, დნება და ნაწილობრივ ორთქლდება. ამ დროს ლითონის წვეთი სცილდება ანოდს და მოძრაობს ალსადგენი დეტალისაკენ - კათოდისაკენ. ანოდის ზედაპირიდან წვეთის მოცილების პროცესში ლითონური წვეთი ცხელდება მაღალ ტემპერატურამდე, დუღდება და „ფეთქდება“, დენის შეწყვეტისას ისპობა ელექტრომაგნიტური ველი და ლითონური ნაწილაკები ჯგუფურად ინერციულად მიემართებიან („მიფრინავენ“) კათოდისაკენ. ისინი როდესაც მიაღწევენ კათოდის (ალსადგენი დეტალი) ზედაპირს მიედუღებიან მას და ნაწილობრივ ინერგებიან ზედაპირში - ხდება ლეგირება. „მფრინავი“, ელექტროდების პარალელურად მოძრაობს ანოდი და ხდება

კათოდზე მისი დაჯახება. ამ დროს გაცხელებულ ლითონში გადის ელექტრული დენი, კათოდის ზედაპირი ცხელდება და ხდება დიფუზია, შესაბამისად, ანოდისა და კათოდის ნაწილობრივ ქიმიური შეკავშირებასაც. პერიოდულად ხდება მექანიკური დარტყმა, რაც იწვევს ლითონური საფარის ციკქედვას, ზრდის ჩაჭიდების სიმტკიცეს და ერთგვაროვნობას.

ელექტრონაპერწკლური ლეგირების პროცესი ლოკალურია და ამ დროს ხდება ზემადალი სიჩქარით წრთობა.

### 3.6. მოწყობილობა სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით ალდგენისათვის

როგორც აღვნიშნეთ, სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების ალდგენის ხერხების შედარებითი ანალიზის საფუძველზე უპირატესობა მივანიჭეთ რესურსდამზოგი და ახალ ტექნოლოგიებს, რომლებიც საშუალებას იძლევიან მნიშვნელოვნად გავზარდოთ ალდგენილი დეტალების რესურსი. ამ დროს მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ალსადგენი დეტალების მოდალური ცვეთის მნიშვნელობა. ჩვენს შემთხვევაში ის არ აღემატება 0,1 მმ-ს და ამიტომ ალდგენის რაციონალურ ხერხად შევარჩიეთ ელექტრონაპერწკლური ლეგირება. ამისათვის შევადგინეთ და დავაპროექტეთ მოწყობილობის პრინციპული სქემა და შემდეგ კი მოვახდინეთ მისი დამზადება. ნახ. 3.9-ზე წარმოდგენილია ხელსაწყოს საერთო ხედი, ხოლო ნახ. 3.10-ზე კი ელექტროდის დამჭერი.



ნახ. 3.9 ელექტრონაპერწკლური ლეგირების ხელსაწყოს საერთო ხედი.



ნახ. 3.10 ელექტრონაპერწკლური ლეგირების ხელსაწყოს ელექტროდის დამჭერი.

მოწყობილობა შესრულებულია კომპაქტურ, სამაგიდო ვარიანტში. მისი კარკასი (ჩონჩხი) ალუმინისაგანაა დამზადებული და შედგება წინა და უკანა პანელებისაგან. ზედა და ქვედა სახურავები უზრუნველყოფენ ხელსაწყოს შიგნით შეუღწევადობას. სახურავებს გააჩნიათ სავენტილაციო ხვრეტები. მოწყობილობას გადასატანად გააჩნია სპეციალური სახელური.

წინა პანელზე განლაგებულნი არიან მართვის ორგანოები და ასევე ამპერმეტრი ელექტრონაპერწკლური ლევირების დროს დენის ძალის კონტროლისათვის. ასევე არის რეგულატორი "ამპლიტუდა" ვიბრატორის ელექტროდის ვიბრაციის ამპლიტუდის რეგულირებისათვის, რეგულატორი "სიხშირე" ვიბრატორის სიხშირის მართვისათვის, გადამრთველი "დონე" ელექტრონაპერწკლური ლევირების ოპტიმალური დენის ძალის შერჩევისათვის, გადამრთველი „ტევადობა“, ელექტრული ტევადობის რეგულირებისათვის, გადამრთველი "რეჟიმები" ლევირების რეჟიმის შერჩევისათვის, დამჭერი „დეტალი“, ფირფიტასთან შეერთებისა და დამიწებისათვის, ტუმბლერი და ინდიკატორი "ქსელი". წინა პანელის ქვედა ნაწილში მოთავსებულია ელექტრული კაბელი ელექტრულ ქსელში ჩართვისათვის და კაბელი ვიბრატორით.

მოწყობილობა შეიცავს მუდმივი დენის ძალურ წყაროს და მუდმივი დენის დაბალვოლტიან წყაროს. ძალურ წყაროსთან ტრანზისტორების, რეზისტორის და კონდესატორების გავლით მიერთებულია ვიბრირებადი ელექტროდი. დაბალვოლტიან წყაროსთან შეერთებულია იმპულსების გენერატორი და ელექტრომაგნიტური ვიბრატორის კოჭი.

ორივე მუდმივი დენის წყარო იკვებება ერთი ტრანსფორმატორისაგან.

იმპულსების ტრანზისტორული გენერატორის დანიშნულებაა იმ ძაბვის იმპულსების გენერირება, რომლებიც მიეწოდება ელექტრომაგნიტური ვიბრატორის კოჭას, იგი შეიცავს მულტივიბრატორს და მუდმივი დენის გამამლიერებელს.

ვიბრატორის საშუალებით ხდება ტექნოლოგიური დენის განმუხტავი წრედის კომუტირება. ვიბრატორი ელექტრომაგნიტური ტიპის არის, პლასტმასის კორპუსში დამაგრებულია ვიბრაციის მექანიზმი, რომელზედაც დამაგრებულია ორი კოჭი. ღუზის მოძრავ ნაწილზე იზოლირებულად დამაგრებულია ელექტროდის დამჭერი. ვიბრატორის მიერთება ხორციელდება კაბელით, რომელშიაც შედის გამტარები, ელექტროდის დამჭერი და ვიბრატორის კოჭები.

ვიბრატორს გააჩნია ორი რეზონანსული სიხშირე 250 და 450 ჰც. ელექტრონაპერწკლური ხელსაწყოს გააჩნია ასევე სინათლის ორი ინდიკატორი, რომლებიც დაყენებულნი არიან ვიბრატორზე ელექტროდ-ინსტრუმენტის დამაგრების მხარეს.

ჩვენს მიერ დაპროექტებული და დამზადებული ელექტრონაპერწკლური ლევირების ხელსაწყო საშუალებას გვაძლევს დეტალურად გამოვიკვლიოთ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების აღდგენის პროცესი სხვადასხვა ფაქტორების ცვლილებისას ოპტიმალური ტექნოლოგიური პროცესის დამუშავებისათვის.

### 3.7. ელექტრონაპერწკლური ლევირებით მიღებული ლითონური საფარის სტრუქტურის გამოკვლევა

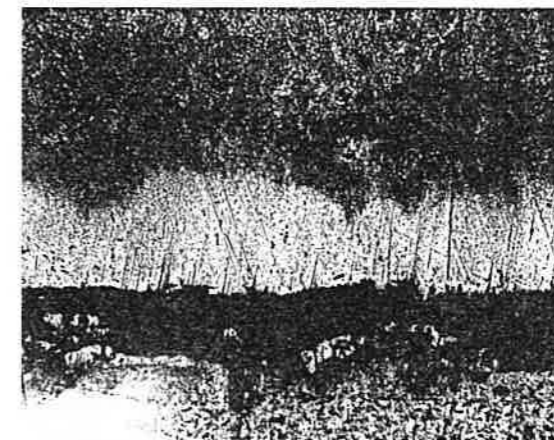
ელექტრონაპერწკლური ლევირებით მიღებული ლითონური საფარის სისქისა და გარდამავალი ზონის გამოკვლევისათვის ვაწარმოებდით მეტალოგრაფიულ ანალიზს.

გამოკვლევებს ვაწარმოებდით МИМ\_8 ტიპის მეტალოგრაფიული მიკროსკოპის გამოყენებით.

ლითონური საფარის სტრუქტურის გამოვლენისათვის ხდებოდა საცდელი ნიმუშების მოწამვლა 3 და 5%-იან აზოტმჟავის სპირიტთან ხსნარში.

მეტალოგრაფიულ გამოკვლევებს ვაწარმოებდით Y8 და 65Г ფოლადებისაგან დამზადებული ნიმუშებით განივ ზედაპირებზე.

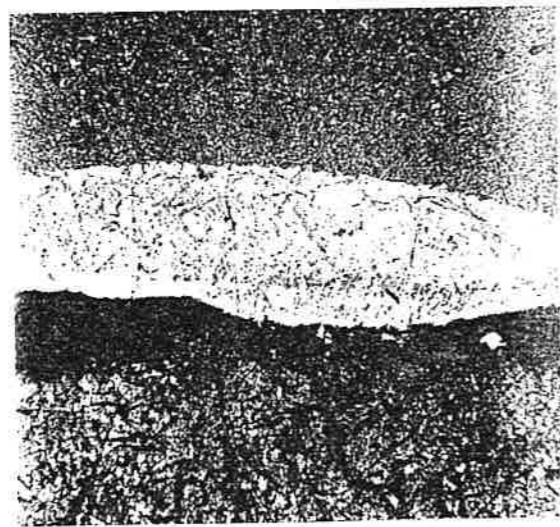
ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენეს, რომ ანოდის შემადგენლობის მიუხედავად ((BK3, BK6, T5K10 და სხვა) ლევირებული ფენის სტრუქტურის გამოვლენა არ ხდებოდა და როგორც ნაჩვენებია ნახ. 3.11, 3.12, 3.13 და 3.14-ზე გარდამავალი ზონა შედგება ღია ხაზებისაგან. ეს აიხსნება იმით, რომ ელექტრონაპერწკლური ლევირების დეტალების ზედაპირზე წარმოიქმნება განმტკიცებული ფენა, რომლის ზედა ნაწილს ეწოდება "თეთრი ფენა".



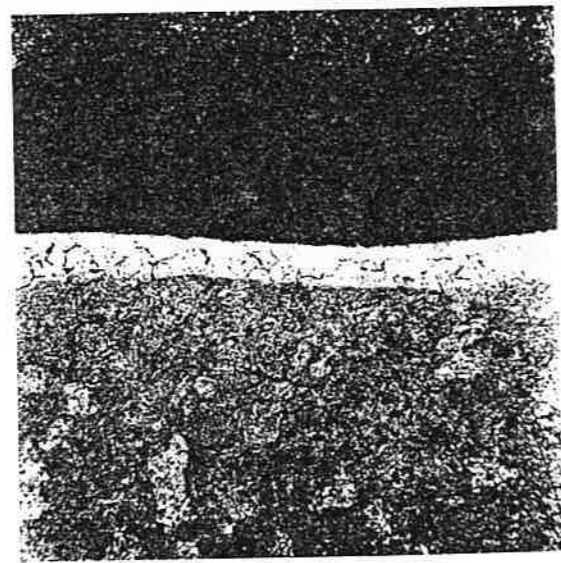
ნახ. 3.11 Y8 მარკის ფოლადის T15K6 სალი შენადნობით ელექტრონაპერწკლური ლევირებით აღდგენილი ფენის სტრუქტურა (X500).



ნახ. 3.12. Y8 მარკის ფოლადის BK8 სალი შენადნობით ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით აღდგენილი ფენის სტრუქტურა (X500).



ნახ. 3.13. 65Г მარკის ფოლადის T15K6 სალი შენადნობით აღდგენილი ლითონური ფენის სტრუქტურა (X500).



ნახ. 3.14. 65Г მარკის ფოლადის BK8 სალი შენადნობით აღდგენილი ლითონური ფენის სტრუქტურა (X500).

აღნიშნული ფენების წარმოქმნა ხდება მაღალი წნევებისა და ტემპერატურების ლოკალური ზემოქმედების პირობებში, რაც იწვევს არაწონასწორადი სტრუქტურების მიღებას მცირე მარცვლით, შემადგენლობის მაღალი კოგერენტულობით, სტრუქტურითა და თვისებებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ “თეთრი ფენის” წარმოშობის ბუნება რთული პროცესია და ჯერ კიდევ საკმარისად არ არის შესწავლილი. თანამედროვე გამოკვლევებით აღნიშნული ფენა შედგება არანეშისებური მარტენსიტისაგან, რომელიც წარმოადგენს განსაკუთრებულ

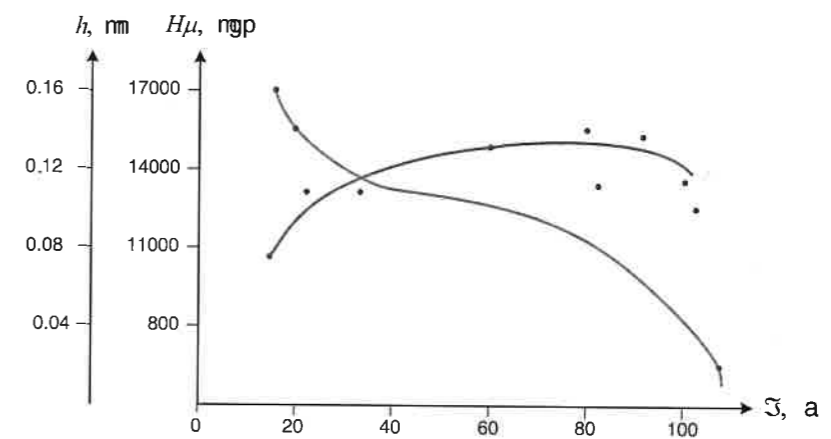
პირობებში წრთობის შედეგს. გარდა ამისა “თეთრი ფენა” წარმოადგენს სტრუქტურას, რომელიც დიფუზიის გამო გაჯერებულია წყალბადითა და აზოტით, ამასთან შესაძლებელია როგორც ქიმიური ნაერთების, ასევე მყარი ნახშირბადის შენადნობების წარმოშობა. ნ. ლაზარენკოს მიხედვით ელექტრონაპერწყლური ლეგირებისას გაცივების სიჩქარე იმყოფება 150...200 გრადუსი წამში ფარგლებში, ხოლო გაცხელება კი ხდება უფრო სწრაფად. ასეთი სიჩქარეები სხვადასხვა აღდგენით პროცესებში თითქმის არ არის ცნობილი.

ამას უნდა დავუმატოთ დარტყმითი ტალღის მაღალი წნევა \_100 მპა-მდე.

ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით მიღებული ლითონური საფარი გამოირჩევა მაღალი სისალით და შესაბამისად, ცვეთგამძლეობით.

ლაბორატორიულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, რომ დაფარული ფენის სისქე იცვლება 0,045...0,16 მმ საზღვრებში, ამასთან ლეგირებული ლითონური საფარის მიკროსისაღე საკმაოდ მაღალია.

ნახ. 3.15-ზე მოცემულია ლეგირებული ლითონური საფარის სისაღისა და სისქის ცვალებადობა მოკლე ჩართვის დენის ძალისაგან დამოკიდებულებით.



ნახ. 3.15 ლეგირებული ლითონური საფარის მიკროსისაღისა და სისქის დამოკიდებულება მოკლე ჩართვის დენის ძალისაგან.

სისაღის მნიშვნელოვანი განზნევა გამოწვეულია აღდგენილი ზედაპირის მალეგირებელი ელემენტებით არათანაბარი გაჯერების შედეგად. ლეგირებული ფენის (“თეთრი ფენა”) სისაღის გაზრდაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ახალი ფაზების გამოჩენა, რომლებიც წარმოიშობიან აღსადგენი დეტალისა და მალეგირებელი ელექტროდის ელემენტების ქიმიური ზემოქმედებით. ცალკეულ შემთხვევებში ჩვენს მიერ აღნიშნული იქნა სისაღის ზრდა ნაპერწყლური განმუხტვის გამო. ანოდის მასალა ნაპერწყლური განმუხტვის გამო იცვლის თავის ქიმიურ და ფიზიკურ შემადგენლობას და შესაბამისად, ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს. ასევე ჩვენს მიერ დადგენილი იქნა, რომ “თეთრი ფენის” სისაღე ნაკლებია ძირითადი ლითონის სისაღეზე, რაც ჩვენი აზრით უნდა აიხსნას იმით, რომ ხდება გარდამავალი ფენის ნაწილობრივი მოშვება.



**3.8. ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით აღდგენილი ლითონური საფარის სისალის გამოკვლევა მსგავსობითობისა და განზომილებათა თეორიის გამოყენებით**

როგორც ჩვენს მიერ აღნიშნული იქნა ნაშრომის მეორე თავში, ჩვენ შევეცადეთ გამოვეყენებინა მსგავსობითობისა და განზომილებათა თეორია ლეგირებული ლითონური საფარის სისალის გამოკვლევისათვის მისი მაქსიმალური მნიშვნელობის მიღების მიზნით.

ამ თეორიის მნიშვნელოვანი დადებითია ის, რომ შესაძლებელია შესწავლილი იქნას ოპტიმიზაციის პარამეტრზე (ჩვენს შემთხვევაში სისალეზე) რამდენიმე ფაქტორის ერთდროული ზემოქმედება, ამისათვის პირველ რიგში არსებული გამოკვლევების საფუძველზე [4, 35] გავანალიზებთ თუ რა ფაქტორები ახდენენ არსებით გავლენას ლეგირებული ფენის სისალეზე. ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხ. 3.9-ზე.

ცხ. 3.9

ლეგირებული ლითონური საფარის სისალეზე მოქმედი ფაქტორები.

№	ფაქტორების დასახელება	აღნიშვნა	განზომილება Si სისტემაში	სიდიდეების სიმბოლოებით გამოსახული განზომილება
1	ელექტრონაპერწყლური ლეგირების სიჩქარე	V	m/wm	$LT^{-1}$
2	აღდგენის დრო	T	wm	$T$
3	ძაბვის იმპულსების ამპლიტუდა კონდენსატორზე	$\gamma$	$\alpha$	$ML^2\mathcal{Z}^{-1}T^{-3}$
4	შედულების კოეფიციენტი	K	kg/a.wm	$ML^{-1}T^{-1}$
5	მოკლე ჩართვის დენის ძალა	$\mathcal{Z}$	a	$\mathcal{Z}$
6	საფარის სისქე	h	mm	$L$
7	აღსადგენი დეტალის ზომა	D	m	$L$
8	ანოდის მასალის სიმკვრივე	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	$ML^{-1}T^{-1}$

ფუნქციურ კავშირს ლეგირებულ ლითონური საფარის მიკროსისალესა და მასზე ფაქტორებს შორის აქვს სახე:

$$H_\mu = f(D, \mathcal{Z}, \rho, V, K, h, \gamma, T)$$

მსგავსობითობისა და განზომილებათა თეორიის მიხედვით [57] ეს კავშირი შეიძლება შეიცვალოს მსგავსობითობის კრიტერიუმებს შორის კავშირით, რომლებიც ახასიათებენ აღდგენის პროცესს. აღნიშნული კრიტერიუმების რაოდენობა განისაზღვრება თეორემის გამოყენებით, რომლის მიხედვითაც:

$$r = N - n$$

$N$  \_სიდიდეების რიცხვია;  
 $n$  \_ძირითადი ფაქტორების რიცხვი.

უკანასკნელი ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ სიდიდეების განზომილებათა დეტერმინანტი განსხვავებული იყოს ნულისაგან. აღნიშნული მოთხოვნების შესაბამისად ძირითად ფაქტორებად ვირჩევთ  $D, \mathcal{Z}, \rho$  და  $V$

აღნიშნული ფაქტორების განზომილებებს აქვთ სახე:

$$\begin{aligned} [\mathcal{Z}] &= M^0 L^0 \mathcal{Z} T^0 \\ [\rho] &= ML^{-3} \mathcal{Z}^0 T^0 \\ [V] &= M^0 L \mathcal{Z}^0 T^{-1} \end{aligned}$$

განზომილებათა დეტერმინანტი ტოლია:

$$D = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & -3 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & -1 \end{vmatrix} = 1 \neq 0$$

ე.ი. ძირითადი ფაქტორები სწორადაა შერჩეული ელექტრონაპერწყლური ლეგირების დამახასიათებელი მსგავსობითობის კრიტერიუმების რაოდენობა ტოლია:

$$N = 9 - 4 = 5$$

აღნიშნული კრიტერიუმები შეგვიძლია წარმოვადგინოთ ასე:

$$\begin{aligned} \pi &= H_\mu D^\alpha \mathcal{Z}^\beta \rho^\gamma V^\delta \\ \pi_1 &= KD^{\alpha_1} \mathcal{Z}^{\beta_1} \rho^{\gamma_1} V^{\delta_1} \\ \pi_2 &= hD^{\alpha_2} \mathcal{Z}^{\beta_2} \rho^{\gamma_2} V^{\delta_2} \\ \pi_3 &= \gamma D^{\alpha_3} \mathcal{Z}^{\beta_3} \rho^{\gamma_3} V^{\delta_3} \\ \pi_4 &= TD^{\alpha_4} \mathcal{Z}^{\beta_4} \rho^{\gamma_4} V^{\delta_4} \end{aligned}$$

სადაც  $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$  და  $\delta_i$  \_ხარისხის მაჩვენებლებია, რომლებიც უცნობია.

იმისათვის, რომ წევრები გახდნენ უგანზომილებო ხარისხის მაჩვენებლები უნდა იყოს ისეთი, რომ მათი შეცვლით  $[V] = M, L, \mathcal{Z}, T$  კომბინაციები, მიღებულ გამოსახულებებში ტოლი იყოს ნულის, ე.ი.

$$\pi = H_\mu D^\alpha \mathcal{Z}^\beta \rho^\gamma V^\delta = ML^{-1}T^{-2}L^\alpha \mathcal{Z}^\beta M^\gamma L^{-3\gamma} L^\delta T^{-\delta} = M^0 L^0 \mathcal{Z}^0 T^0 = 1$$

$$\begin{aligned} 1 + \gamma &= 0 \\ -1 + \alpha - 3\gamma + \delta &= 0 \\ -2 - \delta &= 0 \end{aligned}$$

$$\beta = 0$$

აქედან:

$$\gamma = -1, \beta = 0, \delta = -2, \alpha = 0.$$

ხარისხის მაჩვენებლების ჩასმით  $\pi$  -ში ვღებულობთ განსასაზღვრ მსგავსობითობის კრიტერიუმს:

$$\pi = \frac{H_\mu}{\rho V^2}$$

განმსაზღვრელი მსგავსობითობის კრიტერიუმები ტოლია:

$$\begin{aligned} \pi_1 &= KD^{\alpha_1} \gamma^{\beta_1} \rho^{\alpha_2} V^{\delta_1} = ML^{-1} L^{\alpha_1} \gamma^{\beta_1} M^{\gamma_1} L^{-3\gamma_1} L^{\delta_1} T^{-\delta_1} = \\ &= M^0 L^0 \gamma^0 T^0 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 + \gamma_1 &= 0 \\ -1 + \beta_1 &= 0 \\ -1 - \delta_1 &= 0 \\ \gamma_1 - 3\alpha_1 + \delta_1 &= 0 \end{aligned}$$

ანუ ვღებულობთ:

$$\gamma_1 = -1, \beta_1 = 1, \delta_1 = -1, \alpha_1 = -2$$

ე.ი.

$$\pi_1 = \frac{K\gamma}{\rho V D^2};$$

ანალოგიური გაანგარიშებებით ვღებულობთ:

$$\pi_2 = \frac{h}{D}; \quad \pi_3 = \frac{\gamma}{\rho D^2 V^3}; \quad \pi_4 = \frac{TV}{D}.$$

განსასაზღვრავ და განმსაზღვრელ კრიტერიუმებს შორის ფუნქციურ კავშირს აქვს სახე:

$$\pi = \varphi(\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4)$$

ან:

$$\frac{H_\mu}{\rho V^2} = \varphi\left(\frac{K\gamma}{\rho V \gamma^2}, \frac{h}{D}, \frac{\gamma}{KV^2}, \frac{TV}{D}\right)$$

მათ შორის კავშირი შეიძლება ასე წარმოვადგინოთ:

$$\frac{H_\mu}{\rho V^2} = C \left( \frac{K\gamma}{\rho V D^2} \right)^x$$

$$\frac{H_\mu}{\rho V^2} = C_1 \left( \frac{h}{D} \right)^{x_1}$$

$$\frac{H_\mu}{\rho V^2} = C_2 \left( \frac{\alpha}{KV^2} \right)^{x_2}$$

$$\frac{H_\mu}{\rho V^2} = C_3 \left( \frac{TV}{D} \right)^{x_3}$$

აღნიშნულ გამოსახულებათა გალოგარიტმებისა და შეკრებით მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \lg \frac{H_\mu}{\rho V^2} &= \lg C + \lg C_1 + \lg C_2 + \lg C_3 + X \lg \frac{K\gamma}{\rho V \gamma^2} + \\ &+ X_1 \lg \frac{h}{D} + X_2 \lg \frac{\alpha}{KV^2} + X_3 \lg \frac{TV}{D} \end{aligned}$$

პოტენციურების შემდეგ:

$$\frac{H_\mu}{\rho V^2} = A \left( \frac{K\gamma}{\rho V D^2} \right)^a \left( \frac{h}{D} \right)^b \left( \frac{\alpha}{KV^2} \right)^c \left( \frac{TV}{D} \right)^d$$

სადაც  $A = \sqrt[4]{C \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3}$ ;

$$a = \frac{X}{4}; \quad b = \frac{X_1}{4}; \quad c = \frac{X_2}{4}; \quad d = \frac{X_3}{4}.$$

მიღებული კრიტერიალური განტოლების ზოგადი სახე წარმოადგენს თეორიულ საფუძველს მიზანმიმართული ექსპერიმენტების ჩატარებისათვის, რათა დადგენილი იქნას ის ოპტიმალური ფაქტორები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მაქსიმალური სისალის მქონე ლეგირებული ლითონური საფარის მიღებას.

კრიტერიალური განტოლების ანალიზური სახის მიღებისათვის ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტები ჩვენს მიერ დამზადებულ ელექტრონაპერწყლური ლეგირების ხელსაწყოთა გამოყენებით. ხდებოდა კულტივატორების გაცვეთილი თათების აღდგენა სხვადასხვა რეჟიმებით. ანოდად გამოყენებული იყო სალი შენადნობი, მიღებული ლითონური საფარის მიკროსისალის გაზომვა ხდებოდა ИИМსპეციალური ხელსაწყოთა გამოყენებით, მიღებული შედეგების დამუშავება ხდებოდა უმცირეს კვადრატთა მეთოდით. ცხრილებში: 3.10, 3.11, 3.12 და 3.13-ზე წარმოდგენილია ჩვენს მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტული სამუშაოების შედეგები.

ცხ. 3.10

დამოკიდებულება ლგπ -სა და -ლგπ<sub>1</sub> ს შორის

H <sub>M</sub>	π · 10 <sup>19</sup>	ლგπ	ჯ	π · 10 <sup>11</sup>	ლგπ <sub>1</sub>
1700	8.02	19.9042	10	0.14	10.1461
1600	7.55	19.8780	20	0.28	10.4472
1400	6.60	19.8195	30	0.42	10.6233
1300	6.14	19.7882	40	0.57	10.7539
11500	5.43	19.7848	50	0.70	10.8451
11000	5.19	19.7152	60	0.85	10.9294

ცხ. 3.11

დამოკიდებულება ლგπ -სა და ლგπ<sub>2</sub> -ს შორის

№	H <sub>M</sub>	π · 10 <sup>19</sup>	ლგπ	h · 10 <sup>-3</sup>	π <sub>2</sub> · 10 <sup>-3</sup>	ლგπ <sub>2</sub>
1	15000	7.10	19.8513	0.04	0.08	-5.031
2	15500	7.31	19.8639	0.06	0.12	-5.10792
3	16000	7.55	19.8779	0.08	0.16	-5.1204
4	16500	7.78	19.8910	0.10	0.20	-5.1301
5	16200	7.64	19.8831	0.12	0.24	-5.1380
6	16100	7.59	19.8802	0.14	0.28	-5.1447

ცხ. 3.12

დამოკიდებულება ლგπ -სა და ლგπ<sub>3</sub> -ს შორის

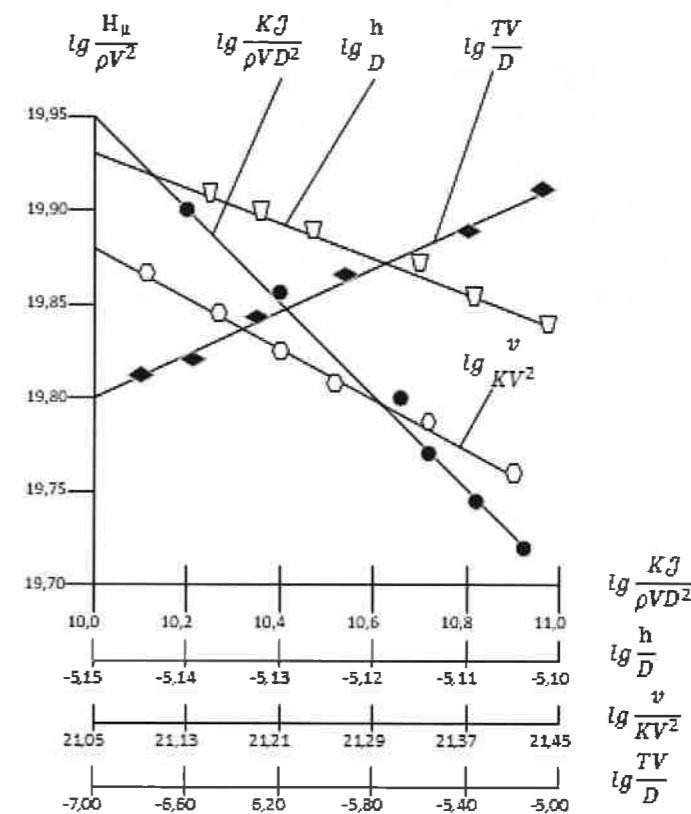
№	H <sub>M</sub>	π · 10 <sup>19</sup>	ლგπ	ν	π <sub>3</sub> · 10 <sup>21</sup>	ლგπ <sub>3</sub>
1	16300	7.69	19.8831	30	1.11	21.0453
2	16600	7.55	19.8780	40	1.48	21.1703
3	15600	7.36	11.8669	50	1.85	21.2672
4	15000	7.10	10.8513	60	2.22	21.3464
5	14500	6.84	10.8325	70	2.60	21.4150
6	14000	6.60	10.8195	80	2.96	21.4713

ცხ. 3.13

დამოკიდებულება ლგπ -სა და ლგπ<sub>4</sub> -ს შორის

№	H <sub>M</sub>	π · 10 <sup>19</sup>	ლგπ	T	π <sub>4</sub> · 10 <sup>10</sup>	ლგπ <sub>4</sub>
1	16500	7.7877	19.8914	3	18	-6.2552
2	16550	7.8066	19.8925	6	36	-6.5363
3	17000	8.0188	19.9011	9	54	-6.7324
4	16200	7.6415	19.8832	12	72	-6.8573
5	14300	6.7453	19.8295	15	90	-6.9542
6	14000	6.6037	19.8198	18	108	-5.0334

მოცემული შედეგები გრაფიკული სახით წარმოდგენილია ნახ. 3.16-ზე.



ნახ. 3.16 დამოკიდებულება ლგπ -სა და ლგπ<sub>1</sub>, ლგπ<sub>2</sub>, ლგπ<sub>3</sub> და ლგπ<sub>4</sub> -ის შორის

მიღებული ექსპერიმენტული შედეგების მათემატიკური დამუშავების შედეგად მივიღეთ:

$$C = 9.1 \cdot 10^{19}$$

$$C_1 = 9.08 \cdot 10^{19}$$

$$C_2 = 8.8 \cdot 10^{19}$$

$$C_3 = 6.3 \cdot 10^{19}$$

$$X = 1.2; X_1 = -0.36; X_2 = -0.56; X_3 = -0.84$$

აღნიშნული სიდიდეების ჩასმის შემდეგ კრიტერიალურ განტოლებაში მივიღებთ:

$$\frac{H_\mu}{\rho V^2} = 6.9 \cdot 10^{11} \left( \frac{KJ}{\rho V D^2} \right)^{0.3} \cdot \left( \frac{h}{D} \right)^{-0.09} \cdot \left( \frac{v}{KV^2} \right)^{0.14} \cdot \left( \frac{TV}{D} \right)^{-0.21}$$

ცხ. 3.10

დამოკიდებულება  $lg\pi$  -სა და  $-lg\pi_1$  ს შორის

$H_M$	$\pi \cdot 10^{19}$	$lg\pi$	$\mathfrak{Z}$	$\pi \cdot 10^{11}$	$lg\pi_1$
1700	8.02	19.9042	10	0.14	10.1461
1600	7.55	19.8780	20	0.28	10.4472
1400	6.60	19.8195	30	0.42	10.6233
1300	6.14	19.7882	40	0.57	10.7539
11500	5.43	19.7848	50	0.70	10.8451
11000	5.19	19.7152	60	0.85	10.9294

ცხ. 3.11

დამოკიდებულება  $lg\pi$  -სა და  $lg\pi_2$  -ს შორის

№	$H_M$	$\pi \cdot 10^{19}$	$lg\pi$	$h \cdot 10^{-3}$	$\pi_2 \cdot 10^{-3}$	$lg\pi_2$
1	15000	7.10	19.8513	0.04	0.08	-5.031
2	15500	7.31	19.8639	0.06	0.12	-5.10792
3	16000	7.55	19.8779	0.08	0.16	-5.1204
4	16500	7.78	19.8910	0.10	0.20	-5.1301
5	16200	7.64	19.8831	0.12	0.24	-5.1380
6	16100	7.59	19.8802	0.14	0.28	-5.1447

ცხ. 3.12

დამოკიდებულება  $lg\pi$  -სა და  $lg\pi_3$  -ს შორის

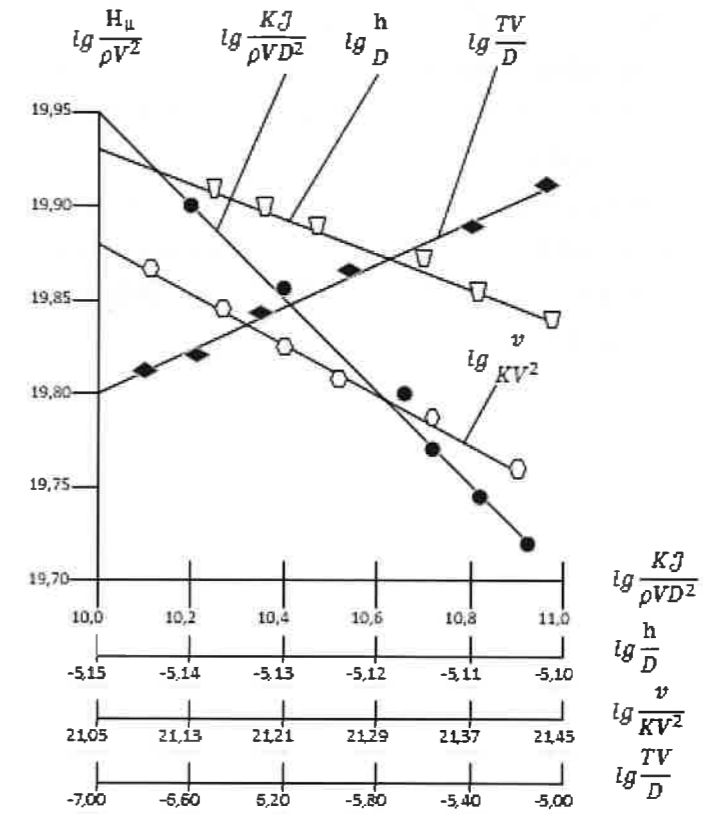
№	$H_M$	$\pi \cdot 10^{19}$	$lg\pi$	$\nu$	$\pi_3 \cdot 10^{21}$	$lg\pi_3$
1	16300	7.69	19.8831	30	1.11	21.0453
2	16600	7.55	19.8780	40	1.48	21.1703
3	15600	7.36	11.8669	50	1.85	21.2672
4	15000	7.10	10.8513	60	2.22	21.3464
5	14500	6.84	10.8325	70	2.60	21.4150
6	14000	6.60	10.8195	80	2.96	21.4713

ცხ. 3.13

დამოკიდებულება  $lg\pi$  -სა და  $lg\pi_4$  -ს შორის

№	$H_M$	$\pi \cdot 10^{19}$	$lg\pi$	$T$	$\pi_4 \cdot 10^{10}$	$lg\pi_4$
1	16500	7.7877	19.8914	3	18	-6.2552
2	16550	7.8066	19.8925	6	36	-6.5363
3	17000	8.0188	19.9011	9	54	-6.7324
4	16200	7.6415	19.8832	12	72	-6.8573
5	14300	6.7453	19.8295	15	90	-6.9542
6	14000	6.6037	19.8198	18	108	-5.0334

მოცემული შედეგები გრაფიკული სახით წარმოდგენილია ნახ. 3.16-ზე.



ნახ. 3.16 დამოკიდებულება  $lg\pi$  -სა და  $lg\pi_1, lg\pi_2, lg\pi_3$  და  $lg\pi_4$  -ის შორის

მიღებული ექსპერიმენტული შედეგების მათემატიკური დამუშავების შედეგად მივიღეთ:

$$C = 9.1 \cdot 10^{19}$$

$$C_1 = 9.08 \cdot 10^{19}$$

$$C_2 = 8.8 \cdot 10^{19}$$

$$C_3 = 6.3 \cdot 10^{19}$$

$$X = 1.2; X_1 = -0.36; X_2 = -0.56; X_3 = -0.84$$

აღნიშნული სიდიდეების ჩასმის შემდეგ კრიტერიალურ განტოლებაში მივიღებთ:

$$\frac{H_\mu}{\rho V^2} = 6.9 \cdot 10^{11} \left( \frac{KZ}{\rho V D^2} \right)^{0.3} \cdot \left( \frac{h}{D} \right)^{-0.09} \cdot \left( \frac{\nu}{K V^2} \right)^{0.14} \cdot \left( \frac{T V}{D} \right)^{-0.21}$$

მიღებული მათემატიკური მოდელის ადეკვატურობის შემოწმებამ გვიჩვენა, რომ გამოთვლათა ცდომილება არ აღემატება 3,5%.

ექსპერიმენტული მონაცემებისა და მიღებული ფორმულის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ყველაზე უფრო არსებით გავლენას ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით მიღებული ლითონური საფარის სისაღეზე ახდენს მოკლე ჩართვის დენის ძალა და აღდგენის დრო, დენის ძალის 20 ა-მდე გაზრდისას სისაღე იზრდება, შემდეგ კლებულობს. ასეთივე გავლენას სისაღეზე ახდენს დაფარვის დრო.

როგორც ექსპერიმენტებმა გვიჩვენეს ანოდის მასალის ინტენსიური გადატანა კათოდზე ხდება პირველ წუთებში, შესაბამისად იზრდება სისაღე. მიღებული ლითონური საფარის მაქსიმალური მიკროსისალ  $H_M = 17000$  პა მიღებული იქნა მსგავსობითობის კრიტერიუმების შემდეგი მნიშვნელობების დროს:

$$\pi_1 = 0.14 \cdot 10^{11}$$

$$\pi_2 = 0.2 \cdot 10^{-3}$$

$$\pi_3 = 1.11 \cdot 10^{21}$$

$$\pi_4 = 5.4 \cdot 10^{-6}$$

### 3.9. ელექტრო-ნაპერწყლური ლეგირებით მიღებული ლითონური საფარის ჩაჭიდების სიმტკიცის ოპტიმიზაცია ექსტრემალური ექსპერიმენტების დაგეგმვის თეორიის გამოყენებით

ლითონური საფარის ჩაჭიდების სიმტკიცე ლითონთან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მექანიკური თვისებაა, რომელიც განაპირობებს აღდგენილი დეტალის რესურსს.

ჩვენს მიერ ჩატარებული იქნა თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოები ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით მიღებული ლითონური საფარის ჩაჭიდების სიმტკიცის გამოკვლევისა და ოპტიმიზაციისათვის ექსტრემალური ექსპერიმენტების დაგეგმვის თეორიის გამოყენებით. სიმტკიცეზე გამოცდას ვაწარმოებდით ოლარდის მეთოდით. ამ კვლევებში სიახლე მდგომარეობს იმაში, რომ ჩვენ ერთდროულად გამოვიყენეთ ე.წ. კომბინირებული მათემატიკური მეთოდები ექსპერიმენტების დაგეგმვის თეორია და მსგავსობითობისა და განზომილებათა თეორია.

ზოგადი სახის კრიტერიალური განტოლება მიღებული იქნა ასეთი სახით:

$$\frac{\sigma}{\rho V^2} = \varphi \left( \frac{KV}{\rho VD^2}, \frac{\gamma}{KV^2}, \frac{TV}{D} \right)$$

$\sigma$ -არის ჩაჭიდების სიმტკიცე, მპა. ელექტრონაპერწყლური ლეგირების პროცესის ოპტიმიზაციისათვის ოპტიმიზაციის პარამეტრად მივიღეთ ჩაჭიდების სიმტკიცის უგანზომილებო კომპლექსი:

$$y = \frac{\sigma}{\rho V^2}, \text{ ხოლო მასზე მოქმედ ფაქტორებად კი } X_1 = \frac{KV}{\rho VD^2} \text{ და } X_2 = \frac{\gamma}{KV^2} \text{ სამი}$$

აღნიშნული ფაქტორის მიხედვით აგებული იქნა 23 ტიპის სრულფაქტორიანი ექსპერიმენტი, ბოქს-უილსონის მოდელის მიხედვით [61].

$$y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$$

ცხ. 3.14.-ზე წარმოდგენილია ექსპერიმენტების დაგეგმვის მატრიცა.

ექსპერიმენტების დაგეგმვის მატრიცა.

ცდის №	ფაქტორების კოდური აღნიშვნა				ასოითი აღნიშვნა
	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	
1	+1	+1	-1	-1	$\alpha$
2	+1	-1	-1	-1	(1)
3	+1	+1	+1	-1	$\alpha b$
4	+1	-1	+1	-1	$b$
5	+1	+1	-1	+1	$\alpha c$
6	+1	-1	-1	+1	$c$
7	+1	+1	+1	+1	$abc$
8	+1	-1	+1	+1	$bc$

ნულოვან დონეებად მიღებული იქნა:

$$X_{10} = 175 \cdot 10^4;$$

$$X_{20} = 220 \cdot 10^{15};$$

$$X_{30} = 85 \cdot 10^{-7}.$$

ცხ. 3.15.-ში მოცემულია ექსპერიმენტებით მიღებული შედეგები.

ექსპერიმენტების შედეგები.

ცდის №	$X_0$	$X_1 \cdot 10^4$	$X_2 \cdot 10^{15}$	$X_3 \cdot 10^7$	$y \cdot 10^{13}$
1	+1	300	120	62	2,66
2	+1	50	120	62	1,77

3	+1	300	320	62	2,79
4	+1	50	320	62	2,37
5	+1	300	120	108	2,63
6	+1	50	120	108	2,54
7	+1	300	320	108	2,7
8	+1	50	320	108	2,69

ექსპერიმენტების შედეგების მათემატიკური დამუშავებით მივიღეთ:

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = 2.52;$$

$$b_1 = 0.18; \quad b_2 = 0.12; \quad b_3 = 0.12.$$

რეგრესიულ განტოლებას აქვს სახე:

$$y = 2.52 + 0.18X_1 + 0.12X_2 + 0.12X_3$$

მიღებული განტოლება შემოწმებული იქნა ადეკვატურობაზე ფიშერის კრიტერიუმით, დისპერსიის ერთგვაროვნობაზე კოხრენის კრიტერიუმით და კოეფიციენტების მნიშვნელობაზე სტიუდენტის კრიტერიუმით. შედეგები დამაკმაყოფილებელი აღმოჩნდა. ამის შემდეგ მიღებული იქნა რეგრესიული განტოლება ნატურალურ სიდიდეებში:

$$\frac{\sigma}{\rho V^2} = 1.57 \cdot 10^{13} + \frac{1.4 \cdot 10^6 K \zeta}{\rho \gamma^2} + \frac{1200 \gamma}{KV^2} + \frac{12 \cdot 10^{18} TV}{D}$$

მიღებული რეგრესიული განტოლება ადეკვატურია და დასაშვები სიზუსტით აღწერს გამოძახილის ფუნქციას ლოკალურ უბანზე. ოპტიუმის მიღწევისათვის ვიყენებთ ციკაბოსვლის მეთოდს [63].

ფუნქციის გრადიენტი ტოლია:

$$\vec{\Delta \phi} = \frac{\partial \phi}{\partial x_1} \vec{i} + \frac{\partial \phi}{\partial x_2} \vec{j} + \frac{\partial \phi}{\partial x_3} \vec{k}$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial x_1} = b_1 = 0,18; \quad \frac{\partial \phi}{\partial x_2} = b_2 = 0,12; \quad \frac{\partial \phi}{\partial x_3} = b_3 = 0,12.$$

უცნობი ცვლადების რეგრესიული განტოლების კოეფიციენტების პროპორციული ცვლილებით ხორციელდება მოძრაობა გამოძახილის ფუნქციის გრადიენტის მიმართულებით.

განვსაზღვროთ ციკაბოსვლის გრადიენტის მდგენელები:

$$b_1 a_1 = 0,18 \cdot 125 \cdot 10^4 = 22,5 \cdot 10^4;$$

$$b_2 a_2 = 0,12 \cdot 220 \cdot 10^{15} = 26,4 \cdot 10^{15};$$

$$b_3 a_3 = 0,12 \cdot 23 \cdot 10^{-7} = 2,76 \cdot 10^{-7}.$$

გრადიენტის მდგენელების ნებისმიერ დადებით რიცხვზე გამრავლება იძლევა წერტილებს, რომლებიც ასევე იმყოფებიან გრადიენტზე, ამიტომ გამრავლებით მდგენელებს რიცხვზე 0,469.

$$a_1 = 22,5 \cdot 10^4 \cdot 0,469 = 10,5 \cdot 10^4;$$

$$a_2 = 26,4 \cdot 10^{15} \cdot 0,469 = 1,24 \cdot 10^{15};$$

$$a_3 = 2,76 \cdot 10^{-7} \cdot 0,469 = 1,3 \cdot 10^{-7}.$$

თუ ძირითად დონეს მიმდევრობით დავუმატებთ გრადიენტის მდგენელებს, მივიღებთ ციკაბოსვლის სერიებს, რომლებიც მოცემულია ცხ. 3.16-ში.

ცხ. 3.16

მონაცემები ციკაბოსვლისათვის.

ფაქტორები	$X_1 \cdot 10^4$	$X_2 \cdot 10^{15}$	$X_3 \cdot 10^7$	$y \cdot 10^{13}$
ძირითადი დენი	175	220	85	
ვარიირების ინტერვალი	50	100	23	
ზედა დონე	300	320	108	
ქვედა დონე	125	120	62	
ცდები	ფაქტორების კოდირებული და ნატურალური მნიშვნელობები			
0	0; 175	0; 220	0,62	2,64
1	+1; 300	-1; 100	-1; 23	2,66
2	-1; 125	+1; 220	-1; 23	1,77
3	+1; 300	-1; 100	-1; 23	2,79
4	-1; 125	+1; 220	-1; 23	2,37
5	+1; 300	-1; 100	+1; 85	2,63
6	-1; 125	+1; 220	+1; 85	2,54
7	+1; 300	-1; 100	+1; 85	2,7
8	-1; 125	+1; 220	+1; 85	2,69
$b_j$	0,18	0,12	0,12	
$b_j a_j$	22,5	26,4	2,76	
ახალი ვარიირების ინტერვალი ცდები	10,5	1,24	1,3	
9	310,5	321,24	86,3	
10	321,0	322,48	87,6	2,80
11	331,5	323,72	88,9	2,82
12	342,0	324,96	89,2	2,81

როდესაც მათემატიკური მოდელი ადეკვატურია, იწყებენ ისეთი ცდების რეალიზაციას, რომელთა პირობები გამოდიან ჩატარებული ცდების ზღვრიდან მინიმუმ ერთი ფაქტორით: ოპტიმიზაციის პარამეტრის შემცირება მე-12-ე ცდაზე უჩვენებს, რომ მე-11-ე ცდის შედეგი არის ყველაზე ექსტრემალური.

საბოლოოდ, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ელექტრონაპერწკლური ლეგირებისას მაქსიმალური ჩაჭიდების სიმტკიცისათვის საჭიროა ფაქტორებს ჰქონდეთ შემდეგი მნიშვნელობანი:

$$x_1 = \frac{KI}{\rho VD^2} = 331.5 \cdot 10^4;$$

$$x_2 = \frac{\gamma}{kV^2} = 323.82 \cdot 10^{15};$$

$$x_3 = \frac{TV}{D} = 88.9 \cdot 10^{-7}.$$

აღნიშნულ ფაქტორებს შეესაბამება ელექტრონაპერწკლური ლეგირების შემდეგი რეჟიმები:

\_მოკლე ჩართვის დენის ძალა  $I = 18$  ა.

\_ლეგირების დრო  $T = 4$  წთ.

\_ძაბვა კონდესატორზე  $\gamma = 60$  ვ.

### 3.10. სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის დეტალების ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენის რესურსდამზოგი ტექნოლოგია

#### 3.10.1. მოსამზადებელი სამუშაოები

ჩატარებული თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოების საფუძველზე, რომლებიც სწარმოებდა ჩვენს მიერ დაპროექტებულ და დამზადებულ ხელსაწყოზე დამუშავებული იქნა სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის დეტალების ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენის რაციონალური ტექნოლოგიური პროცესი. ამ პროცესს რაციონალურს ვუწოდებთ იმიტომ, რომ მისი გამოყენებით შესაძლებელია მინიმალური დანახარჯებისა და მარტივი დანადგარის გამოყენებით მივიღოთ მაღალი სისალის, ჩაჭიდების, სიმტკიცისა და ცვეთგამძლეობის ლითონური საფარი. აღნიშნული ხერხი შეიძლება წარმატებით იქნეს გამოყენებული ნებისმიერ გლეხური და ფერმერული მეურნეობების ცენტრალურ სარემონტო სახელოსნოებში ისეთი სპეციფიკური დეტალების აღსადგენად, როგორცაა მუხლა და გამანაწილებელი ლილვები, სახნისები, ფრთები, კულტივატორების თათები, ფრეზების მუშა ორგანოები და სხვა. ამ დროს უნდა გავითვალისწინოთ, რომ დეტალების მოდალური ცვეთა არ უნდა აღემატებოდეს 0,1 მმ-ს.

დეტალების აღდგენისათვის საჭიროა ჩატარდეს მოსამზადებელი სამუშაოები. მოსამზადებელ სამუშაოებში შედის დეტალების გახეხვა შესაბამისი სისუფთავის მისაღებად, რის შემდეგაც საჭიროა მოხდეს როგორც აღსადგენი დეტალის, ასევე ანოდის ცხიმგაცლა. ცხიმგაცლა შესაძლებელია აცეტონით ან ბენზინით. მისი ძირითადი დანიშნულებაა აღსადგენი დეტალის გულმოდგინე გასუფთავება ჭუჭყისა და მტვერისგან.

გარდა ამისა ეს ოპერაცია ხელს უწყობს დაფარული სალი შენადნობის კარგ კონტაქტს ძირითად ლითონთან.

ცალკეულ შემთხვევებში რეკომენდებულია აღსადგენი დეტალის დაკეჭვნა.

მოსამზადებელი ოპერაციების შემდეგ აღსადგენი დეტალის ზედაპირის ხაოიანობა უნდა იყოს  $R_a = 3 \dots 2 \dots$  მკმ. მხოლოდ ამის შემდეგ არის შესაძლებელი დაიწყოს დეტალების ლეგირების პროცესი.

#### 3.10.2 ელექტრონაპერწკლური ლეგირების რეჟიმების შერჩევა

ელექტრონაპერწკლური ლეგირების რეჟიმების შერჩევას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მაღალი ხარისხის ლითონური საფარის მისაღებად.

ქვემოთ წარმოდგენილია ჩვენს მიერ დამზადებული ხელსაწყოს ტექნიკური მახასიათებლები:

1. დაფარული ლითონური ფენის სისქე, მმ 0,05...0,16.
2. ლითონური საფარის ხაოიანობა, მკმ =3,2...12,5.
3. მწარმოებლობა სმ2/წთ 2...6.
4. კონდესატორების ბატარეას ტევადობა, მკვ 20...30
5. ტექნოლოგიური რეჟიმების რაოდენობა 9X2.
6. ელექტროდის ვიბრაციის სიხშირე, ჰც 250...500.
7. ქსელიდან მოთხოვნილი სიმძლავრე, კვტ 0,4-მდე.
8. კვების ძაბვა, ვ. 220.
9. გაბარიტები (სიგრძე, სიგანე, სიმაღლე), მმ 400X270X140.
10. მასა, კგ 14.

მოწყობილობას გააჩნია მუშაობის 9 რეჟიმი ტექნოლოგიური დენის ძალის ცხრა მნიშვნელობა. აღდგენის რეჟიმები მოცემულია ცხ.3.17-ზე.

ცხ. 3.17

ელექტრონაპერწკლური ლეგირების აღდგენის რეჟიმები.

აღდგენის რეჟიმების ნომერი	1	2	3	4	5	6	7	8	9
დენის ძალა, ა	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.2
20 მკვ ტევადობისათვის	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.9	1.0	1.1	1.2
დენის ძალა, ა	1.0	1.2	1.6	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0
300 მკვ ტევადობისათვის	1.2	1.4	2.0	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2	3.4

თითოეულ აღდგენილ რეჟიმებს შეესაბამება ენერჯის განსაზღვრული სიდიდე, რომელიც გამოიყოფა კათოდისა და ანოდის კონტაქტის დროს. სწორედ ეს ენერჯია

განსაზღვრავს ალდგენის პროცესის ინტენსივობას. პირობითად მოწყობილობის რეჟიმები დაყოფილია სამ ნაწილად:

- რბილი (რეჟიმების პოზიციები 1...9, ტევადობა 50 მკვ).
- საშუალო (პოზიციები 1...4, ტევადობა 300 მკვ).
- უხეში (პოზიციები 5...9, ტევადობა 300 მკვ).

რეჟიმების შერჩევა ხდება ალსადგენი დეტალის სისქისა და ზედაპირის მოთხოვნილი სისუფთავის მიხედვით რაც უფრო რბილია რეჟიმი, მით უფრო ნაკლებია დაფარვის სისქე, მაგრამ ლითონური საფარის ხარისხი მაღალია. უხეში რეჟიმების გამოყენების დროს დაფარული ლითონის სისქე იზრდება, მაგრამ უარესდება მისი ხარისხი.

საჭიროა გათვალისწინებული იქნეს, რომ უხეში რეჟიმებით ალდგენისას მუშაობის პირველ წუთებში ლითონის გადატანა ხდება მაღალი ინტენსივობით, შემდეგ პროცესი ნელდება. ამიტომ არ არის საჭირო მრავალჯერადი (4...5-ზე მეტი) გავლები, ერთსა და იგივე ზედაპირზე.

ჩვენმა ექსპერიმენტებმა გვიჩვენეს, რომ ხარისხიანი დაფარული ფენის მისაღებად უხეში რეჟიმების შემდეგ, აუცილებელია მოხდეს რბილი რეჟიმების გამოყენება, რაც ხელს უწყობს ალდგენილი ზედაპირის გაგლუვებასა და ხაოიანობის შემცირებას.

დრო, რომელიც საჭიროა მაქსიმალური სისქის ლითონური საფარის მისაღებად დამოკიდებულია ანოდსა და ალსადგენი დეტალის მასალაზე და ჩვენს შემთხვევაში განისაზღვრებოდა ექსპერიმენტულად თითოეულ კონკრეტულ შემთხვევაში.

ქვემოთ მოცემულია ჩვენს მიერ ცდით დადგენილი კულტივატორების თათების 1 სმ<sup>2</sup> ფართობის ალდგენის დრო (ცხ. 3.18).

ცხ. 3.18

კულტივატორების 1 სმ<sup>2</sup> ფართის ალდგენის დრო.

ალდგენის რეჟიმი 300 მკვ-სათვის	1	2	3	4	5	6	7	8	9
დაფარვის დრო, წთ.	2...8	1.5...5	1...4	1...3.5	0.5...3	0.5...2.5	0.4...2	0.3...2	0.3...1.5

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ალდგენის პროცესი უნდა შეასრულოს მაღალკვალიფიციურმა პერსონალმა სწორი რეჟიმებითა და ელექტროდების სწორი მოძრაობით.

ოპერატორის მცირე შეცდომასაც კი შეუძლია მნიშვნელოვნად გააუარესოს ალდგენილი ფენის ხარისხი.

იმისათვის, რომ ეს გარემოება ავიცილოთ თავიდან საჭიროა დავიცვათ შერჩეული რეჟიმი და განსაკუთრებით დენის ძალა, რომელიც მუდმივად უნდა ვაკონტროლოთ წინა პანელზე არსებული ამპერმეტრით.

### 3.10.3 გამოსაყენებელი ელექტროდების მასალისა და ფორმის შერჩევა

ელექტრონაპერწყლური ლეგირების დროს ელექტროდის ფორმის შერჩევას დიდი მნიშვნელობა აქვს. ელექტროდის ალესვის ფორმა დამოკიდებულია ალსადგენი დეტალის კონფიგურაციაზე, გაბარიტებსა და განივკვეთზე. ყველაზე უფრო კარგი შედეგი ჩვენი ექსპერიმენტების დროს აჩვენეს ისეთმა ელექტროდებმა, რომლებიც კონუსურად იყვნენ ალესილნი. ეს ჩვენი ვარაუდით აიხსნება იმით, რომ ყველა წრედში ელექტრული დენი გადაეცემა გამტარის კვეთში, ხოლო განაკვეთის შემცირების შემთხვევაში დენის სიმკვრივე მკვეთრად იზრდება, ნაპერწყალი უფრო მძლავრი და ეფექტური ხდება.

ყველაზე კარგი შედეგი მივიღეთ მაშინ, როცა ელექტროდის წვერო იყო წაკვეთილი კონუსის სახით. ამ შემთხვევაში ზედა დიამეტრი იყო 5მმ, ხოლო ქვედა კი 2მმ, მისი სიგრძე კი 20მმ. სასურველია ყოველი ახალი დეტალის ალდგენის დაწყების წინ ელექტროდი გულმოდგინედ გაილესოს. ელექტროდების ზომები ალდგენის რეჟიმისაგან დამოკიდებულებით მოცემულია ცხ. 3.19-ში

ცხ. 3.19

ელექტროდების ზომები.

დასხელება	მნიშვნელობა		
	0.4...0.5	0.5...1.0	1.0-ზე მეტი
მუშა დენის ძალა, ა	0.4...0.5	0.5...1.0	1.0-ზე მეტი
ელექტროდის განივკვეთი, მმ <sup>2</sup>	2...5	4...10	10...20

თვით ელექტროდის მასალად შერჩევა მაღალი სისაღისა და ცვეთგამძლეობის შენადნობი.

ჩვენს ცდებში ძირითადად ელექტროდის მასალად გამოყენებული იყო BK-ს ჯგუფის ლითონკერამიკული სალი შენადნობი, ძირითადად ვიყენებდით BK3 და თ15K6 სალი შენადნობებისაგან დამზადებულ ელექტროდებს.

### 3.10.4 ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით დეტალების ალდგენის ტექნოლოგიის თავისებურებანი

სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების ალდგენის ეფექტი დიდად არის დამოკიდებული დადგენილი ტექნოლოგიური პროცესის დაცვაზე.

როგორც ავლინუნეთ ალსადგენი დეტალებს წინასწარ უნდა ჩაუტარდეთ ცხიმგაცლა აცეტონით ან ბენზინით, რათა სრულად მოსცილდეს ჭუჭყი, მტვერი, ზეთისა და ცხიმის ნაწილაკები. ამის შემდეგ იწყება ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით დეტალების ალდგენა, რომელიც ხორციელდება ხელით ელექტრომაგნიტური ვიბრატორის გამოყენებით, რომელიც შეიცავს მალეგირებელ ელემენტებს. როგორც ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა ვიბრირებადი ელექტროდი მიზანშეწონილია მივმართოთ ალსადგენი დეტალის პერპერდიკულარულად.

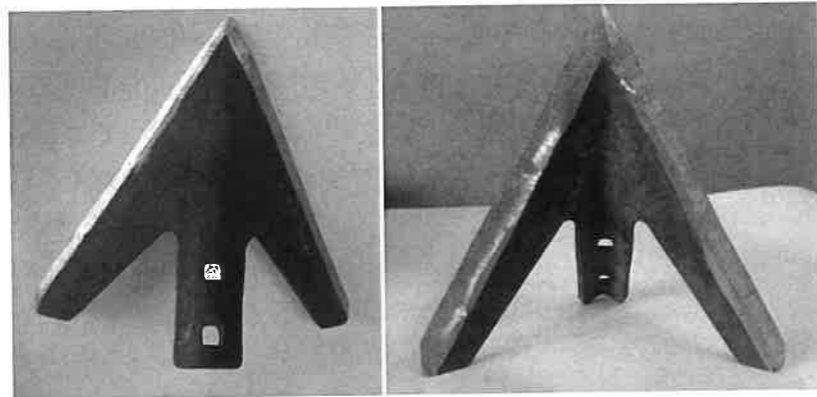


ელექტროდის აღსადგენ დეტალთან დაჭერის ძალა უნდა იყოს მუდმივი, ჩვენი ცდების ფარგლებში ყველაზე მაღალხარისხიანი ლითონური საფარი მიიღებოდა ელექტროდის წინსვლით-უკუსვლითი მოძრაობით სიჩქარით 0,5...1 სმ/წმ.

აღნიშნული ტექნოლოგიით აღდგენილი კულტივატორის თათი ნაჩვენებია ნახ. 3.17-ზე

ნახ. 3.17

ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენილი კულტივატორის თათი.



უხეში რეჟიმის გამოყენების დროს საჭიროა პერიოდულად ელექტროდების გაგრილება 10...15 წმ-ით. ყოველ 2...3 წუთის მუშაობის შემდეგ.

ცალკეულ შემთხვევებში დასაშვებია ელექტროდის გაგრილება წყალში რამდენიმე წამის განმავლობაში.

ელექტრონაპერწკლური ლეგირება უზრუნველყოფს მაღალი ხარისხის ლითონური საფარის მიღებას, ამ დროს დიფუზიის გამო ლითონის ფენა მტკიცედ უკავშირდება ძირითად ლითონს, ხოლო მისი მიკროსისალე აღწევს 16000...17000 მპა, რაც განაპირობებს აღდგენილი დეტალის რესურსისა და ცვეთგამძლეობის მნიშვნელოვნად გაზრდას.

როგორც აღნიშნეთ, პროცესის სტაბილიზაციაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ოპერატორის კვალიფიკაციას. არაკვალიფიკაციური ოპერატორის შემთხვევაში ადგილი აქვს ისეთ უარყოფით მოვლენებს, როგორცაა ლითონურ საფარის დაბალი სიგლუვე და არათანაბრობა, ნამწვი აირების არსებობა საფარზე, ნაკაწრები დეტალზე და სხვა.

ელექტრონაპერწკლური ლეგირების პროცესის შემდეგ საჭიროა მოხდეს აღდგენილი დეტალის კონტროლი გარეგანი სახით, გეომეტრიული ზომებით და ხაოიანობით.

გარეგანი სახის კონტროლი ხდება საფარზე არათანაბარი უბნებისა და ცხადი დეფექტების გამოვლინების მიზნით. გეომეტრიული ზომების კონტროლისას აღდგენენ აღდგენილი საფარის სისქეს და განსაზღვრავენ აღდგენის შემდგომი მექანიკური დამუშავების სახეს.

### 3.10.5 მანქანების გაცვეთილი დეტალების დაქრომვით აღდგენის რაციონალური ტექნოლოგია

სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების მეორე ჯგუფისათვის, რომელთა მოდალური ცვეთა 1 მმ-მდეა გამოვიკვლიეთ და დავამუშავეთ მათი დაქრომვით აღდგენის რაციონალური ტექნოლოგია ჩვენს მიერ გამოგონების დონეზე მიღებული ელექტროლიტის გამოყენებით. ტექნოლოგია დამუშავდა პრეციზიული წყვილის დეტალებისათვის, რისთვისაც გამოკვლეული იქნა აღნიშნული წყვილის მუშაობის პირობები და ცვეთისგანაწილების გენერალური მახასიათებლები.

როგორც ჩვენმა გამოკვლევებმა აჩვენეს საქართველოში საზღვარგარეთიდან შემოტანილი სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ერთ-ერთ სუსტ რგოლს საიმედოობის თვალსაზრისით წარმოადგენს კვების აპარატურისა და ჰიდროსისტემის პრეციზიული წყვილები, რაც იმით აიხსნება, რომ მექანიზატორები იყენებენ არაკონდიციურ და დაბალი ხარისხის დიზელის საწვავს, შემზეთ მასალებს და ასევე უხეშად არღვევენ ტექნიკური ექსპლუატაციის დადგენილ წესებსა და ნორმებს.

კვების აპარატურა თანამედროვე დიზელის ძრავისათვის ერთ-ერთი მეტად მნიშვნელოვანი აგრეგატია, რომელიც მუშაობს რთულ პირობებში, ეს კი გამოწვეულია ვიბრაციებით, მაღალი ტემპერატურით, და ცვლადი წნევებით.

საწვავი აპარატურის მუშაობის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლები დამოკიდებულია მისი დეტალების დამზადების სიზუსტეზე და ხანგამძლეობაზე.

ჩვენს მიერ ჩატარებული სტატისტიკური დაკვირვებების შედეგად დადგინდა, რომ პრეციზიული წყვილების ცვეთა იწვევს არა მარტო საწვავი აპარატურის მუშაობის გაუარესებას, არამედ მთლიანად მანქანის უწყისივრობას. ამ დროს ირღვევა საწვავის შეფრქვევის დასაწყისი და ხანგრძლივობა.

ყვინთის ყველაზე მეტი ცვეთა აღინიშნებოდა ცილინდრული ზედაპირის ზედა წიბოსთან. პრეციზიული წყვილების მუშაობისას წამყვანს წარმოადგენს ჰიდროაბრაზიული ცვეთა, რაც გამოწვეულია საწვავში მყოფი მცირე ზომის აბრაზიული ნაწილაკებით და ყვინთას წიბოების ეროზიულ-კავიტაციური ცვეთა. აღნიშნული მეცნიერის აზრით ცვეთის პროცესში მონაწილეობენ ნაწილაკები, რომლებიც იმყოფებიან საწვავში.

ჩვენ შევეცადეთ დაგვედგინა ყვინთას ცვეთის რაოდენობრივი მახასიათებლები ალბათურ-სტატისტიკური მოდელირების გამოყენებით. გამოკვლევების შედეგად განვსაზღვრეთ ყვინთას ცვეთის განაწილების გენერალური მახასიათებლები:

– ცვეთის საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა:

$$\bar{x} = 4,4 \text{ მკმ};$$

– საშუალო კვადრატული გადახრა:

$$\sigma = h \cdot \sqrt{\mu_2} = 1 \cdot \sqrt{1,9} = 1,38 \text{ მკმ};$$

– ვარიაციის კოეფიციენტი:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{1,38}{4,48} = 0,3 ;$$

– მოდალური ცვეთა:

$$Mo = 4,36 \text{ მკმ}$$

ამის შემდეგ, დაქრომვის რაციონალური ტექნოლოგიის დამუშავებისათვის გამოვიკვლიეთ ქრომით დაფარული ფენის ძირითად მასალასთან ჩაჭიდების სიმტკიცე.

### 3.12 დაქრომვის შედეგად მიღებული საფარის სისალისა და ჩაჭიდების სიმტკიცის გამოკვლევა

ჩვენს მიერ შერჩეული პრინციპულად ახალი შემადგენლობის დაქრომვის ელექტროლიტი საშუალებას იძლევა მივიღოთ მაღალი მექანიკური თვისებების მქონე რკინა-ქრომის ელექტროლიტური საფარი.

იმისათვის, რომ შეგვემუშავებინა პრეციზიული წყვილების აღნიშნულ ელექტროლიტში აღდგენის რაციონალური ტექნოლოგია ჩვენს მიერ ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტები ლითონური საფარის მაქსიმალური სისალისა და ჩაჭიდების სიმტკიცის მისაღებად.

იმის გამო, რომ ელექტროლიტის საფარის სისალესა და ცვეთგამძლეობას შორის არსებობს პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულება, ხდებოდა მხოლოდ რკინა-ქრომის საფარის სისალის გამოკვლევა.

ცხ. 3.20 -ში წარმოდგენილია ექსპერიმენტების შედეგები.

ცხრილი 3.20

ექსპერიმენტების შედეგები რკინა-ქრომის ელექტროლიტური საფარის სისალისა და ჩაჭიდების სიმტკიცის განსაზღვრისათვის

ფაქტორები						პარამეტრები	
დენის სიმკვრივე $D_k$ , ა/დმ <sup>2</sup>	ელექტროლიტის ტემპერატურა $t^{\circ}$	მჟავიანობა $pH$	ქლოროვანი რკინა კგ/მ <sup>3</sup>	ქლოროვანი ქრომი კგ/მ <sup>3</sup>	ქლოროვანი ამონიუმი მგ/მ <sup>3</sup>	სისალე, მკა	ჩაჭიდების სიმტკიცე, მკა
10	20	0,8	150	100	40	800	480
20	25	1,3	160	110	42	840	500
30	30	1,8	170	120	44	860	540
40	35	2,1	180	130	46	900	580
50	40	2,4	190	140	48	910	560
60	45	2,7	200	150	50	900	540
70	50	3,0	210	160	52	890	520
80	55	3,3	220	170	54	880	500

90	60	3,6	230	180	56	870	480
100	65	3,9	240	190	58	800	460

ცდის შედეგები დამუშავებული იქნა უმცირეს კვადრატთა მეთოდით და რკინა-ქრომის საფარის მაღალი ჩაჭიდების სიმტკიცის მისაღებად დადგენილი იქნა შემდეგი პირობები: ელექტროლიტის შემადგენლობა, (კგ/მ<sup>3</sup>):

ქლოროვანი რკინა \_180;

ქლოროვანი ქრომი \_130;

ქლოროვანი ამონიუმი \_46.

ელექტროლიტის რეჟიმი:

ელექტროლიტის ტემპერატურა  $t = 35^{\circ}C$ ;

დენის კათოდური სიმკვრივე  $D_k = 40$  ა/დმ<sup>2</sup>;

მჟავიანობა  $pH = 2,1$ .

ასეთი პირობების დროს რკინა-ქრომის ელექტროლიტური საფარის სისალე და ჩაჭიდების სიმტკიცე შესაბამისად შეადგენდნენ:

$H\mu = 900$  მკა,  $\sigma = 580$  მკა.

### 3.13 პრეციზიული დეტალების აღდგენის ტექნოლოგია დაქრომვით ახალი ელექტროლიტის გამოყენებით

ჩვენს მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტებისა და შედეგების მათემატიკური ანალიზის საფუძველზე დამუშავებული იქნა სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის პრეციზიული დეტალების დაქრომვით აღდგენის რაციონალური ტექნოლოგიური პროცესი ახალი ელექტროლიტის გამოყენებით.

აღნიშნული ტექნოლოგია შეიცავს შემდეგ ოპერაციებს:

1. დეტალების მექანიკური დამუშავება. ამ ოპერაციის მიზანია, გაცვეთილი დეტალებისათვის სწორი გეომეტრიული ფორმის მიცემა და ცვეთის კვალის აღმოფხვრა.

სწორი გეომეტრიული ფორმა საჭიროა დეტალებისათვის იმიტომ, რომ დაქრომვის დროს ხდება ზუსტად იგივე ფორმით დაფარვა, როგორც აქვს აღსადგენ დეტალს.

მექანიკური დამუშავება ძირითადად ხდება სახეხ ჩარხებზე მაღალი სიზუსტით.

2. დეტალების ცხიმგაცლა.

მექანიკური დამუშავების შემდეგ საჭიროა მომზადდეს აღსადგენი დეტალები დაქრომვისათვის, რისთვისაც საჭიროა მათი ზედაპირი იყოს გასუფთავებული ცხიმისა და სხვა სახის ჭუჭყისაგან. ეს ოპერაცია ხდება ჯერ ბენზინით, ხოლო შემდეგ ვენური კირით.

3. დეტალების გარეცხვა ცივ წყალში.

4. მონტაჟი საკიდზე და არააღსადგენი ზედაპირების იზოლაცია საპონ-ლაქით.

5. ანოდური მოწამვლა.

ეს ყველაზე მეტად საპასუხისმგებლო ოპერაციაა, რომელზედაც დამოკიდებულია რკინა-ქრომის ელექტროლიტური საფარის ჩაჭიდების სიმტკიცე. ოპერაცია ხდება 30%-იან გოგირდმჟავას ხსნარში 1-1,5 წუთის განმავლობაში ანოდური სიმკვრივით  $D_a = 60...70$  ა/დმ<sup>2</sup>.

6. გარეცხვა ცივ გამდინარე წყალში 1 წუთის განმავლობაში.

7. დეტალების აღდგენა რკინა-ქრომის ელექტროლიტური საფარით აბაზანაში, რომლის შემადგენლობაა (კგ/მ<sup>3</sup>):

ქლოროვანი რკინა \_180;

ქლოროვანი ქრომი \_130;

ქლოროვანი ამონიუმი \_46.

დაფარვის რეჟიმები:

კათოდური დენის სიმკვრივე  $D_k = 40 \text{ ა/დმ}^2$ ;

ელექტროლიტის ტემპერატურა  $t = 35^\circ \text{C}$ ;

მჟავიანობა  $\text{pH} = 2,1$ .

8. გარეცხვა ცხელ წყალში 3 წუთის განმავლობაში.

9. ნეიტრალიზაცია 10%-იან კალციონირებულ სოდის ხსნარში 5 წუთის განმავლობაში.

10. გარეცხვა ცივ წყალში.

11. დემონტაჟი.

12. თერმიული დამუშავება 2 საათის განმავლობაში ღუმელში, რომლის ტემპერატურაა  $300^\circ \text{C}$ .

13. საბოლოო მექანიკური დამუშავება ნორმალურ ზომამდე.

### 3.14 რესურსდამზოგი ტექნოლოგია და ავტომატური მოწყობილობა სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების მდნობის ქვეშ ავტომატური დადულებით აღდგენისათვის

როგორც აღვნიშნეთ, 1 მმ-ზე მეტი ცვეთის მქონე სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის დეტალების აღდგენისათვის გამოიყენება ტრადიციული ხერხები, რომლებიც მომველებულია, საჭიროებენ საფუძვლიან განახლებას და ალტერნატიული ტექნოლოგიების დამუშავებას. ამ მიზნით ჩვენ დავამუშავეთ სპეციალური დანადგარი, რომელიც საშუალებას იძლევა მოხდეს 1 მმ-ზე მეტი ცვეთისმქონე დეტალების ავტომატური დადულება მდნობის ქვეშ.

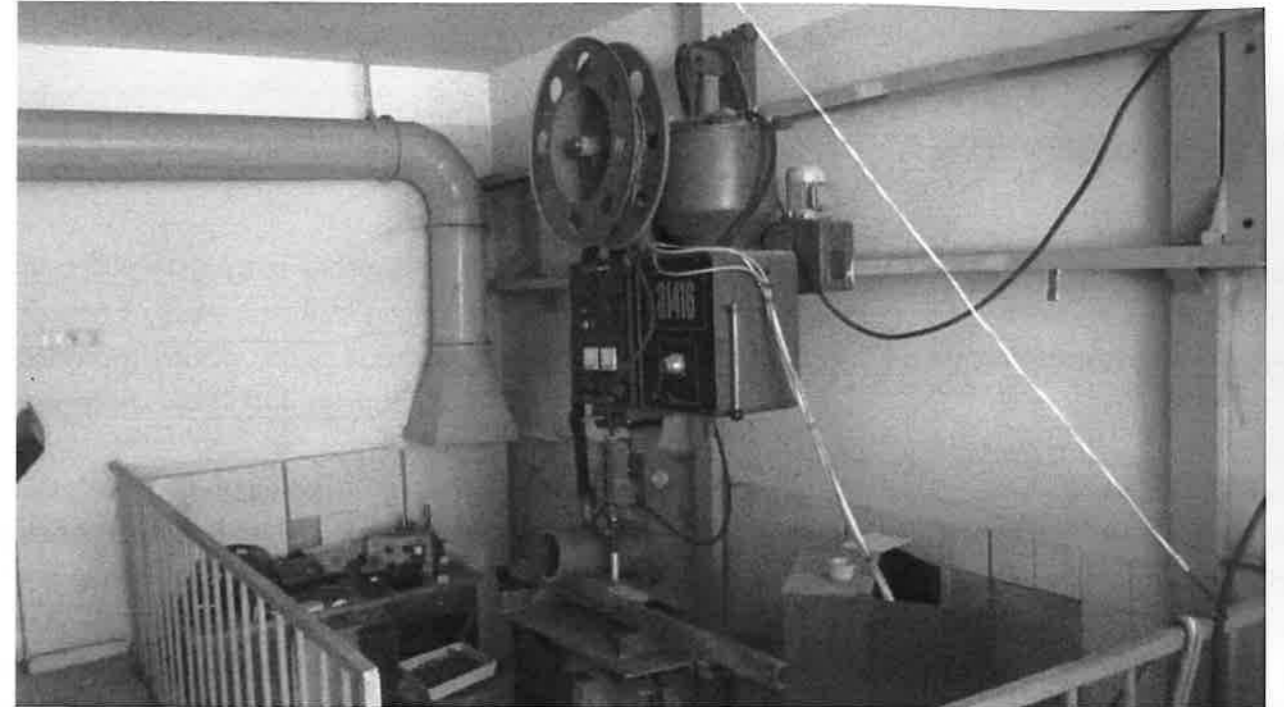
მოწყობილობა გამოიყენება მანქანების გაცვეთილი დეტალების რესურსისა და საიმედოობის გაზრდისათვის

ცნობილია სხვადასხვა პრინციპზე მომუშავე მოწყობილობები და დანადგარები, რომლებიც საშუალებას იძლევიან გაიზარდოს მანქანების გაცვეთილი დეტალების რესურსი და საიმედოობა მათ ზედაპირებზე ლითონური საფარის დადულებით მდნობის ქვეშ.

ცნობილი დანადგარი შედგება დამდულებელი თავისაგან, დასადულებელი დეტალისაგან, ხვიმირისაგან მდნობისათვის, კოჭზე დახვეული დასადულებელი საელექტროდე მასალისაგან, მიწოდებელი მექანიზმის, სატუჩისა და კვების წყაროსაგან. ელექტრულ რკალს, რომელიც წარმოიშვება ელექტროდსა და დასადულებელ დეტალს შორის სატუჩის გავლით, მიწოდებელი მექანიზმით მუდმივად მიეწოდება დასადულებელი მავთული, რომელიც დნება და ლითონური საფარი ეფინება გაცვეთილი დეტალის აღსადგენ ზედაპირს. გამდნარი ლითონის აბაზანას პარალელურად მიეწოდება მდნობი ანუ ფლუსი, რომელიც ქერქის სახით გარს შემოეკვრის დეტალს, იცავს დადულებულ ფენას ჰაერში შემავალი ჟანგბადისა და აზოტისაგან და გარდა ამისა, უზრუნველყოფს მდგრადი სტრუქტურის მიღებას ნელი გაცივების გამო. რადგანაც დადულებული ლითონისა და ფლუსის მასალის ხაზობრივი გაფართოების კოეფიციენტები სხვადასხვაა, შინაგანი ძაბვების მოქმედების შედეგად, მდნობის ქერქი სკდება და სცილდება დეტალის ზედაპირს..

ცნობილი მოწყობილობის ნაკლია ის, რომ ამ დროს შეუძლებელია რთული ფორმის მქონე მრუდწირული ზედაპირების დადულება ისეთების, როგორცაა, მაგალითად, გუთნების სატეხისმაგვარი სახნისი. გარდა ამისა, აღნიშნული მოწყობილობის გამოყენებისას შეუძლებელია პროცესის პარამეტრების შერჩევა უსაფეხუროდ, რაც უარყოფითად მოქმედებს დადულების პროცესის მწარმოებლურობაზე.

ჩვენ დავაპროექტეთ და დავამზადეთ ახალი მოწყობილობა, რომელიც საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ რთული გარემოწირებულობის მქონე მრუდწირულ ზედაპირიანი დეტალების (სატეხისმაგვარი სახნისების) მდნობის ქვეშ ავტომატური დადულებით აღდგენა და დადულების პროცესის ინტენსიფიკაცია. მოწყობილობის კონსტრუქცია წარმოდგენილია ნახ. 3.18-ზე



ნახ 3.18 ავტომატური მოწყობილობა სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების მდნობის ქვეშ ავტომატური დადულებით აღდგენისათვის

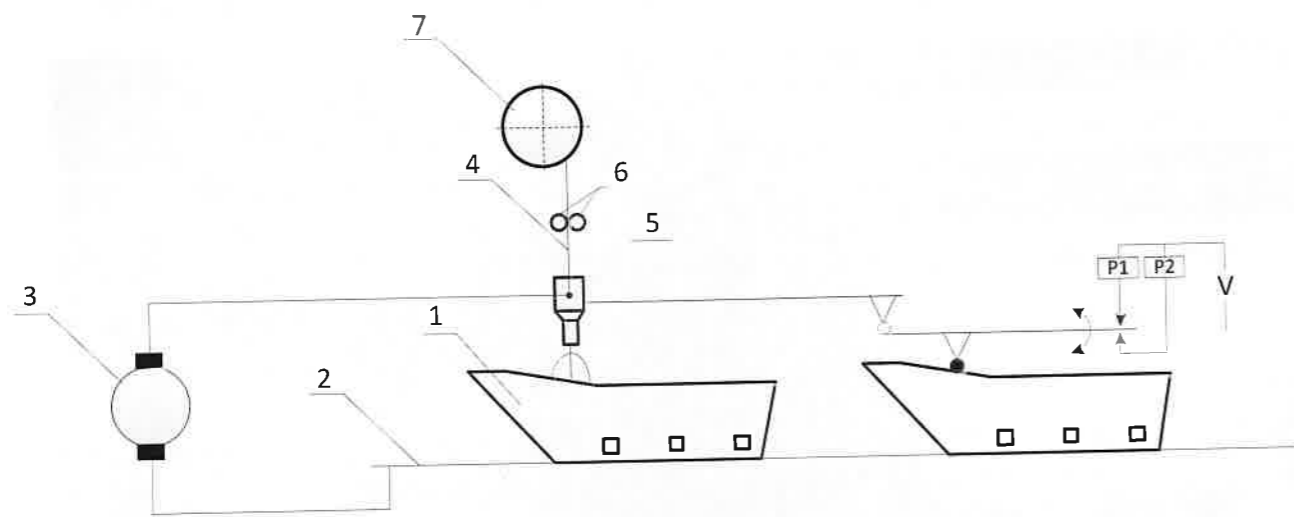
იმისათვის, რომ მოგვეხდინა რთული კონფიგურაციის მქონე დეტალების (გუთნების სახნისები, კულტივატორების თათები) აღდგენა მოწყობილობაზე დამატებით დამზადებული იქნა მაკოპირებელი მოწყობილობა.

ავტომატიზებული მაკოპირებელი მოწყობილობა უზრუნველყოფს რთული ფორმის მქონე გუთნების სატეხისმაგვარი სახნისების მდნობის ქვეშ ავტომატური დადულებით აღდგენასა და მისი რესურსის გაზრდას.

ავტომატიზებული მაკოპირებელი მოწყობილობა შედგება დასადულებელი მრუდწირული ფორმის დეტალისაგან (სატეხისმაგვარი სახნისი), მაკოპირებელი მოწყობილობისაგან ელექტრული სისტემით, რომელიც უზრუნველყოფს დეტალის მრუდწირული ზედაპირის დადულებას, გენერატორისაგან (მუდმივი დენის წყარო), კოჭისა და მასზე მოთავსებული დასადულებელი

საელექტროდე მასალისაგან, მიწოდებული მექანიზმისაგან და სატუჩისაგან, საიდანაც ხდება დასადუღებელი მასალის მიწოდება დეტალზე (სახნისზე).

დასადუღებელი (აღსადგენი) დეტალი და მაკოპირებელი მოწყობილობა მაგრდება სახარატო ჩარხზე, რომელიც უზრუნველყოფს მათ გადაადგილებას, ხოლო დამდუღებელი თავი და კოპირი კი მრუდწირული ზედაპირის დადუღებას (ნახ. 3.19)



ნახ. 3.19 ავტომატიზებული მაკოპირებელი მოწყობილობა გუთნების სახნისების მდნობის ქვეშ ავტომატური დადუღებისათვის

ავტომატიზებული მაკოპირებელი მოწყობილობა, რომელიც ზუსტად სატეხისმაგვარი სახნისის ფორმისაა, დასადუღებელ დეტალთან ერთად მაგრდება (2) სახარატო ჩარხზე. მაკოპირებელ ელემენტთან შეერთებულია ელექტრული მოწყობილებები და გორგოლაჭი, რომლებიც დადუღებისას უზრუნველყოფენ დეტალის ზედაპირის კოპირებას. აღსადგენი დეტალის გადაადგილება და მრუდწირული ზედაპირის დადუღება ხორციელდება სახარატო ჩარხითა და დამდუღებელი თავის საშუალებით.

მაკოპირებელი მოწყობილობა მუშაობს შემდეგნაირად: რკალს, რომელიც წარმოიშვება (1) დეტალსა და (4) საელექტროდე მასალას შორის (7) კოჭისა და (6) მიწოდებული მექანიზმის საშუალებით (5) სატუჩის გავლით, უწყვეტად მიეწოდება საელექტროდე მავთული, რომელიც სატუჩიდან გამოსვლისას მიერთებულია ელექტრულ დენზე. ასევე (3) დენის წყაროსთან (გენერატორი) მიერთებულია (1) დასადუღებელი დეტალი. მათი შეხებისას წარმოიქმნება ელექტრული რკალი, მავთული და დეტალის ზედაპირი დნებიან, ხოლო გამდნარი დეტალი ქმნის აბაზანას, რომელიც იმყოფება გამდნარი ფლუსის თხევადი წიდის ფენის ქვეშ. ფლუსი გრანულების სახით მიეწოდება სპეციალური ხვიმირიდან (ნახაზე ნაჩვენები არ არის). სატეხისმაგვარი სახნისის მრუდწირული ზედაპირის დადუღებას უზრუნველყოფს მაკოპირებელი მოწყობილობა.

აღსადგენი დეტალი უწყვეტად გადაადგილდება ელექტრული რკალის მიმართ და მისგან დაცილების მანძილის მიხედვით გამდნარი ლითონი განიცდის კრისტალიზაციას. ფლუსის წიდა მყარდება, ქმნის ქერქს, რომელიც ხელს უწყობს დადუღებული ლითონური საფარის მდოვრე გაცივებას და, შესაბამისად, მდგრადი სტრუქტურის ფორმირებას. წიდის ქერქი თანდათან სცილდება დადუღებულ დეტალს.

როგორც აღვნიშნეთ, მოწყობილობას გააჩნია კოპირი, რომელიც ზუსტად სატეხისმაგვარი სახნისის ფორმისაა და იმყოფება კონტაქტში გორგოლაჭთან. კოპირისა და გორგოლაჭის ურთიერთგადაადგილებისას აღსადგენ ზედაპირზე ხდება მრუდწირული ნაწილის დადუღება

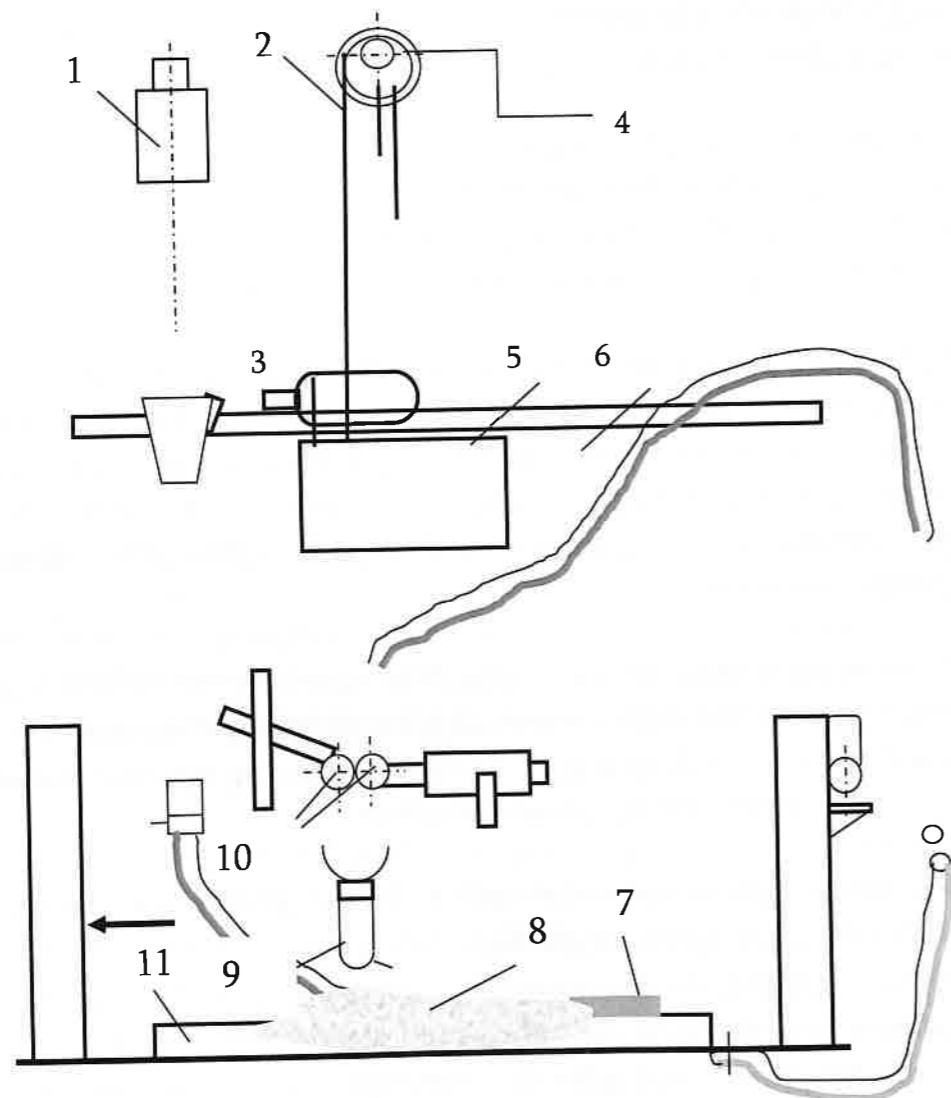
დადუღების პროცესის ინტენსიფიკაციის მიზნით პროტოტიპის მოწყობილობაზე არსებული საფეხურებიანი (კბილანებიანი) გადაცემების ნაცვლად გათვალისწინებული გვაქვს უსაფეხურო გადაცემები შესაბამისი ელექტრული ძრავები

საექსპლოატაციო გამოცდებმა აჩვენეს, რომ ჩვენს მიერ დამზადებულ მოწყობილობაზე აღგენილი გაცივითი სახნისებისა და კულტივატორების რესურსი გაიზარდა 30.....40%-ით. შესაბამისად ამისა, მიგვაჩნია, რომ მოწყობილობის გამოყენება ფერმერებსა და რემონტის სპეციალისტებს მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტს მისცემს.

ასევე ჩვენს მიერ საქართველოს პატენტის დონეზე დამუშავებული იქნა მაკოპირებელი მოწყობილობის მეორე ვარიანტიც. დღეისათვის რთული კონფიგურაციის დეტალების დადუღებით აღდგენისათვის, გამოიყენება ელექტროდის და აღსადგენი დეტალების ერთობლივი და დამოუკიდებელი რთული სივრცითი მოძრაობები, რომლის დროსაც, როგორც ელექტროდი, ასევე დეტალი ასრულებენ ურთიერთ დაკავშირებულ და დამოუკიდებულ მოძრაობას.

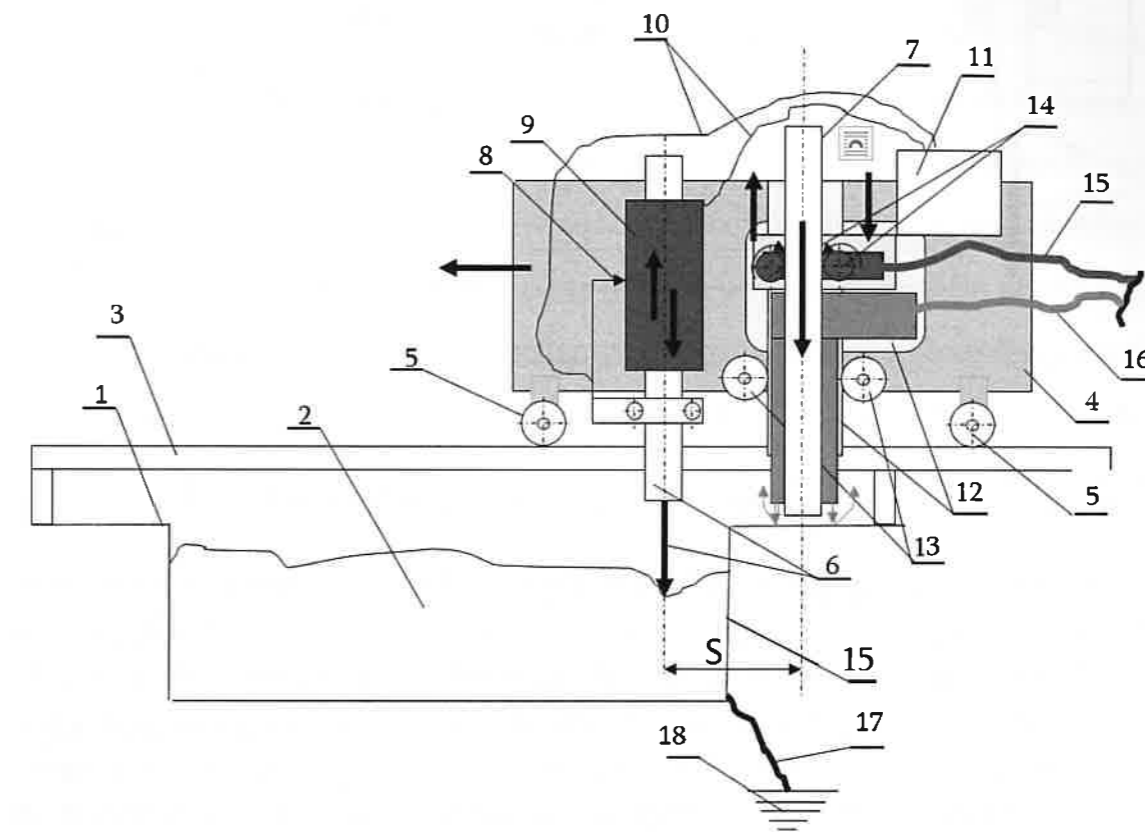
ელექტრორკალური დადუღებით აღდგენის ავტომატური მართვის ერთერთი ასეთი სქემა ნაჩვენებია ქვემოთ (ნახ. 3.20). როგორც სქემიდან ჩანს დასადუღებელი მავთულისა და ფლუსის ავტომატური მისაწოდებელი აპარატი გადაადგილდება მიმმართველ ძელზე გარკვეული წინასწარ შერჩეული მუდმივი სიჩქარით.

დეტალის ასეთი წესით აღდგენის დროს შეუძლებელია გათვალისწინებული იქნას ცვეთის უთანაბრობა და, როგორც აღვნიშნეთ, სასოფლო-სამეურნეო მანქანების მუშაობისას მანქანის სამუშაო ელემენტები (საკვეთლები, სახნისები, ველის ფიცრები, ისრისებრი და ბრტყლად მჭრელი თავები და ა. შ.) განიცდიან არათანაბარ ცვეთას. ამიტომ ასეთი სახის გაცივითი დეტალების აღდგენისას ავტომატური მართვის მექანიზმი უნდა უზრუნველყოფდეს აღდგენის პროცესის რეგულირებას აღსადგენი დეტალის ცვეთის უთანაბრობისა და მრუდწირული ფორმის გათვალისწინებით.



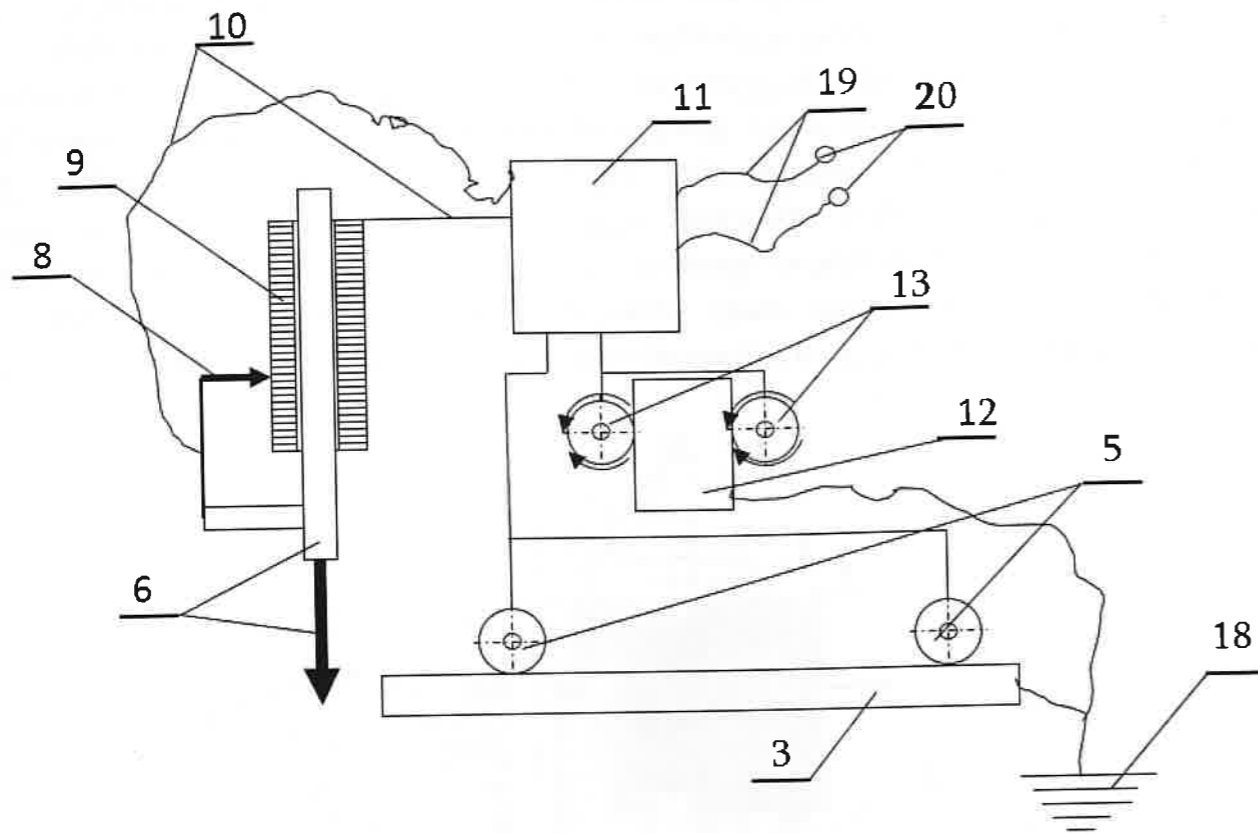
ნახ. 3.20 ფლუსის ქვეშ ავტომატური დადუღების სქემა.

1 ბუნკერი ფლუსით, 2. ელექტროდული მავთული, 3. ელექტროამძრავი, 4. კასეტა მავთულით, 5. მოძრავი კარეტა მიმწოდებელი მექანიზმით, 6. მიმართველ-კარეტის სარბენი ბილიკი, 7. დადუღებული ფენა 8. ფლიუსის ფენა 9. სატუჩე ( მუნდშტუკი), 10. ელექტროდის მიმწოდებელი გორგოლაჭები, 11. აღსადგენი დეტალი.



დეტალის ასეთი წესით აღდგენის დროს შეუძლებელია გათვალისწინებული იქნას ცვეთის უთანაბრობა და, როგორც აღვნიშნეთ, სასოფლო-სამეურნეო მანქანების მუშაობისას მანქანის სამუშაო ელემენტები (საკვეთლები, სახნისები, ველის ფიცრები, ისრისებრი და ბრტყლად მჭრელი თათები და ა. შ.) განიცდიან არათანაბარ ცვეთას. ამიტომ ასეთი სახის გაცვეთილი დეტალების აღდგენისას ავტომატური მართვის მექანიზმი უნდა უზრუნველყოფდეს აღდგენის პროცესის რეგულირებას აღსადგენი დეტალის ცვეთის უთანაბრობისა და მრუდწირული ფორმის გათვალისწინებით. ამ მიზნით, ჩვენს მიერ დამუშავებული იქნა სრულიად ახალ პრინციპზე მომუშავე სხვადასხვა ფორმისა და ხარისხით გაცვეთილი დეტალების აღსადგენი დანადგარის პრინციპული სქემები (ნახ. 3.21).

ნახ.3. 21 კოპირით ავტომატურად მართვადი დეტალების აღდგენის სქემა.



ნახ. 3.22 მაკოპირებელი ავტომატური მართვის ამპრავების შეერთების სქემა;

იგი შეიცავს ჩარჩოზე 1 დამაგრებულ აღსადგენ დეტალს 2, სარბენ ბილიკებს 3, რომლის ფორმა წინასწარ შესრულებულია აღსადგენი დეტალის საბოლოო ფორმის მიხედვით. ამ უკანასკნელებზე განთავსებულია კარეტა 4 და გადამაადგილებელი გორგოლაჭები 5 (ფიგ. 1, 2). კარეტაზე 4 თავისი ამპრავე-რედუქტორებით (ნახაზზე არაა გამოტანილი), განთავსებულია კოპირი 6 და ელექტროდის 7 მიმმართველები. კოპირი 6, ცოციათი 8, დაკავშირებულია ცვლადი წინაღობის რეოსტატთან 9, რომელიც ელგამტარებით 10, მიმდევრობით შეერთებულია მართვის კარადის 11 გავლით კარეტა 4, გადამაადგილებელი გორგოლაჭების 5 და ელექტროდის 7, დამჭერის 12, ვერტიკალურად გადამაადგილებელი გორგოლაჭების 13 ამპრავებთან. ელექტროდის 7 დამჭერში 12, გაერთიანებულია ელექტროდის 7, ავტომატური მიწოდების გორგოლაჭები 14, ელგამტარით 15, დაკავშირებულია ელშედულების ტრანსფორმატორთან (ნახაზზე არაა ნაჩვენები). ელექტროდის 7, დამჭერი 12, დრეკადი მაღალი წნევის მილგამტარით 16, შეერთებულია ნახშირორჟანგის ბალონთან (ნახაზზე არაა ნაჩვენები), ხოლო ჩარჩო 1 სადენით 17 მიერთებულია მასასთან 18, საიდანაც იკვებება ყველა გორგოლაჭების 5-13 ამპრავები და შედულების მასა, ხოლო მართვის კარადა 11, ელგამტარებით 19, მიერთებულია კვების ქსელთან 20. ელექტროდის 7 და კოპირის 6, შორის მანძილი 5, შესაბამება სიგნალის დაგვიანების  $t$  პერიოდს.

მაკოპირებელი ავტომატური მართვის სისტემა მუშაობს შემდეგნაირად: ჩარჩოში 1 დამაგრებენ აღსადგენ დეტალს (სახნისს) 2 და მისი აღსადგენი ნაწილის თავზე განთავსებენ

კოპირს 6. ამის შემდეგ, მართვის პულტიდან 11, ჩართავენ ყველა სამუშაო ორგანოს 5, 13, 14 ამპრავებს, რომლის დროსაც გორგოლაჭებით 5, კარეტა 4, გადაადგილება სარბენ ბილიკებზე 3, ხოლო კოპირი 6, გადაადგილება აღსადგენი დეტალის ზედაპირზე, რომლის მიერ შეგრძნებულ ინფორმაციას გარკვეული დროის დაგვიანების შემდეგ გადასცემს შემსრულებელ ელემენტის ელექტროდის 7, დამჭერს 12. მისი საშუალებით, ელექტროდი 6, გადაადგილება აღსადგენი 2, ზედაპირის გასწვრივ იმ სიჩქარით, რომელსაც არეგულირებს, რეოსტატის 9 და ცოციას 8 საშუალებით, წინაღობის ცვალეზადობით. კერძოდ, რაც უფრო დიდ სიმაღლეზეა აღსადგენი დეტალი, მით ცოცია 8 გადაადგილება ქვემოთ და შესაბამისად, ცოციას 8 საშუალებით, გაიზრდება რეოსტატის 9 წინააღმდეგობა, ამით გორგოლაჭების 5-13 ამპრავების ბრუნვის სიჩქარე შემცირდება, რის შედეგადაც ამ უბანზე ელექტროდი უფრო ნელა გადაადგილება აღსადგენი დეტალის გასწვრივ, რითაც ელექტროდის დადნობის ხანგრძლივობით იზრდება, აღსადგენ ზედაპირზე გადაადგილების დრო და დადულების სისქე. თუ აღსადგენი დეტალი დადულების მცირე სისქეს მოითხოვს, მაშინ პირიქით, ცოცია 8 რეოსტატზე განლაგდება ზემოთ, ამით შემცირდება რეოსტატის 9 წინაღობა და გორგოლაჭების 5-13 ამპრავების ბრუნვის სიჩქარე გაიზრდება და შემცირდება ერთეულ აღსადგენი დეტალის სიგრძეზე ელექტროდის დაყოვნების დრო და, შესაბამისად, დადულებული ფენის სისქე.

როგორც დანადგარის მუშაობის ანალიზიდან ჩანს აღდგენის პროცესში, იმის მიხედვით თუ რა ფორმა გააჩნია და როგორი ხარისხითაა გაცვეთილი დეტალი, შესაბამისად იცვლება აღდგენის პროცესი.

მიგვაჩნია, რომ ჩვენს მიერ დამუშავებული დანადგარის გამოყენებით მდნობის ქვეშ ავტომატური დადულებით მანქანების გაცვეთილი დეტალების აღდგენა მნიშვნელოვნად გაზრდის მათ რესურსსა და საიმედოობას.

### 3.15 მდნობის ქვეშ ავტომატური დადულებით სახნისების აღდგენის პროცესის ტექნიკურ-ეკონომიკური შეფასება

როგორც აღვიშნეთ, სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების რესურსის გაზრდა მათი აღდგენის თანამედროვე პროგრესული ხერხების გამოყენებით მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ამოცანაა.

თანამედროვე მეცნიერული გამოკვლევებით დასაბუთებულია, რომ დეტალების საიმედოობისა და რესურსის გაზრდაზე ფინანსური დანახარჯები მოკლე დროში ანაზღაურდება და იძლევა საკმაოდ დიდ შემოსავალს.

აღნიშნულ ეკონომიკურ ეფექტს ემატება ის გარემოებაც, რომ მნიშვნელოვნად მცირდება მოთხოვნილება სათადარიგო ნაწილებზე და მანქანების მოცდენა საპასუხისმგებლო სასოფლო-სამეურნეო ოპერაციების დროულად ჩატარებაზე.

მდნობის ქვეშ ავტომატური დადულებით სახნისების აღდგენის პროცესის ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშებისათვის გამოვიყენეთ ჩვენს მიერ დამუშავებული მეთოდიკა.

ზემოთაღნიშნული მეთოდით აღდგენის მიზანშეწონილობას განვსაზღვრავდით ფორმულით:

$$C_{aR} \leq K C_{ax}$$

სადაც  $C_{aR}$  – გაცვეთილი სახნისის აღდგენის ღირებულებაა, ლარი.

$C_{ax}$  – ახალი სახნისის დამზადების ღირებულებაა, ლარი.

$K$  – ხანგამძლეობის კოეფიციენტი.

$$K = \frac{\varepsilon_{ax}}{\varepsilon_{aR}}$$

$\varepsilon_{ax}$  – ახალი დეტალის საშუალო ცვეთგამძლეობაა და ჩვენი საექსპლუატაციო გამოკვლევებით მივიღეთ:

$$\varepsilon = 0.0002 \text{ მმ/სთ.}$$

$\varepsilon_{aR}$  – იგივე აღდგენილი დეტალისათვის და ჩვენი გამოკვლევებით მივიღეთ  $\varepsilon_{aR} = 0.00015 \text{ მმ/სთ.}$

მაშინ გვექნება:

$$K = \frac{0.0002}{0.00015} = 1.3$$

სახნისის დამზადების ღირებულება ოფიციალური მონაცემებით შეადგენს:

$$C_{ax} = 50 \text{ ლარი.}$$

ხოლო ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მეთოდით აღდგენის ღირებულება შეადგენს:

$$C_{aR} = 18 \text{ ლარი.}$$

მაშინ ჩვენი ხერხის გამოყენების ეკონომიკური მიზანშეწონილობა იქნება:

$$18 < 65$$

შემოთავაზებული ტექნოლოგიის გამოყენების წლიურ ეკონომიკურ ეფექტს ვანგარიშობთ ფორმულით:

$$\varepsilon = ((C_1 + E_n K_1)K - (C_2 + E_n K_2))N$$

სადაც  $C_1$  და  $C_2$  – ერთეული პროდუქციის თვითღირებულებაა.

$E_n$  – კაპიტალდაბანდებათა ეფექტიანობის ნორმატიული კოეფიციენტი და ჩვენს პირობებში დადგენილია:

$$E_n = 0.15$$

სახნისების აღდგენის თვითღირებულებას ჩვენს მიერ დამუშავებული ტექნოლოგიის გამოყენებით ვანგარიშობთ ფორმულით:

$$C_1 = M + L_{Zr} + L_{dam} + H + C + O + B$$

$M$  – აღდგენისათვის საჭირო მასალების ღირებულებაა, ლარი.

$L_{Zr}$  – საწარმოო მუშების ძირითადი ხელფასი, ლარი.

$L_{dam}$  – საწარმოო მუშების დამატებითი ხელფასი, ლარი.

$H$  – დანახარჯები დაზღვევაზე, ლარი.

$C$  – საერთო საწარმოო ზედნადები ხარჯები, ლარი.

$O$  – საამქროების ზედნადები ხარჯები, ლარი.

$B$  – არაპირდაპირი საწარმოო ხარჯები, ლარი.

ეკონომიკური გაანგარიშებისათვის მასალები მოცემულია ცხ. 3.21-ში.

ცხ. 3.21

მონაცემები ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშებისათვის.

მაჩვენებლები	აღნიშვნა	აღდგენის ხერხის მაჩვენებელი	
		არსებული ტექნოლოგია	შემოთავაზებული ტექნოლოგია
წლიური პროგრამა	N	500	500
აღდგენის ღირებულება, ლარი	$C_1, C_2$	16.2	18.4
კაპიტალური დაბანდებანი, ლარი	$K_1, K_2$	1500	1450
ნორმატიული კოეფიციენტი	$E_n$	0.15	0.15

აღნიშნული მონაცემების ჩასმით ზემოთ წარმოდგენილ ფორმულაში მივიღებთ:

$$\varepsilon_{wl} = ((16.2 + 0.15 \cdot 1500) - (18.4 + 0.15 \cdot 1450))800 = 4240 \text{ ლარი.}$$

საბოლოოდ, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მდნობის ქვეშ ავტომატური დადულებით სახნისების აღდგენა იძლევა 4240 ლარის წლიურ ეკონომიკურ ეფექტს, რაც მიუთითებს მის უპირატესობაზე აღდგენის სხვა ხერხებთან შედარებით.

## დასკვნები

1. შემუშავებულია სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ცვეთის შესახებ სტატისტიკური მასალის შეგროვებისა და მისი მათემატიკური დამუშავების ზოგადი და კერძო მეთოდიკები, რომლებშიც გათვალისწინებულია აღნიშნული ტექნიკის მუშაობა საქართველოს თავისებურ ნიადაგობრივ და კლიმატურ პირობებში.
2. გამოკვლეულია სამთო პირობებში მომუშავე დეტალების ცვეთის კანონზომიერებანი, მათი ზღვრული მოდალური ცვეთა, მიღებულია შესაბამისი ალბათურ-სტატისტიკური მათემატიკური მოდელები.
3. სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის დეტალების ცვეთის მოდალური მნიშვნელობის მიხედვით დასაბუთებულია მათი აღდგენის რაციონალური ხერხი
4. ჩატარებულია თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოები ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით დეტალების აღდგენისათვის. ექსტრემალური ექსპერიმენტების დაგეგმვის და მსგავსობითობისა და განზომილებათა თეორიების მეთოდების გამოყენებით გამოკვლეულია ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით, აღდგენილი ლითონური საფარის სტრუქტურა და მექანიკური თვისებები.
5. ჩატარებულია ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით დეტალების აღდგენის პროცესის ოპტიმიზაცია ციკაბო სვლის მეთოდის გამოყენებით, დადგენილია ოპტიმალური პარამეტრები დენის ძალა  $I=18$  ა, ლეგირების დრო  $T=4$  წთ., ძაბვა კონდენსატორზე  $U=60$  ვ. და

დამუშავებულია გაცვეთილი დეტალების აღდგენის რესურსდამზოგი ალტერნატიული ტექნოლოგიური პროცესი.

6. მოდალური ცვეთის მიხედვით დასაბუთებულია ყვინთას აღდგენის რაციონალური ხერხი – დაქრომვა ავტორების მიერ დამუშავებული ელექტროლიტის გამოყენებით, შემუშავებულია დაქრომვით აღდგენის რაციონალური ტექნოლოგიური პროცესი და ელექტროლიტის ოპტიმალური შედგენილობა (კგ/მ<sup>3</sup>):

- ✓ ქლოროვანი რკინა \_180;
- ✓ ქლოროვანი ქრომი \_130;
- ✓ ქლოროვანი ამონიუმი \_46;
- ✓ და რეჟიმი:
- ✓ ელექტროლიტის ტემპერატურა  $t = 35^{\circ}C$  ;
- ✓ კათოდური დენის სიმკვრივე  $D_k = 40$  ა/დმ<sup>2</sup>;
- ✓ ჟავიანობა  $pH = 2,1$

7. დაპროექტებული, დამზადებული და დამზადებულია ახალი დანადგარი სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების მდნობის ქვეშ ავტომატური დადუღებით აღდგენისათვის.

8. დამუშავებული და დამზადებულია ავტომატიზებული მაკოპირებელი მოწყობილობა გუთნების სახნისების მდნობის ქვეშ ავტომატური დადუღებისათვის, დამუშავებულია სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების აღდგენის ინოვაციური რესურსდამზოგი ტექნოლოგია

4. საექსპლოატაციო გამოცდებმა აჩვენეს, რომ ჩვენს მიერ დამზადებულ მოწყობილობაზე აღგენილი გაცვეთილი სახნისის რესურსი იზრდება 30.....40%-ით, ხოლო წლიური ეკონომიკური ეფექტიანობა  $N=800$  პროგრამის დროს შეადგენს  $\Sigma_{\text{წლ.}} = 4240$  ლარს.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. რ. სალუქვაძე, ნ. ქარქაშაძე, დ. კასრაძე- ექსპერიმენტული კვლევის მეთოდური საფუძვლები და ეკონომიკური ეფექტიანობა , გამომცემლობა “განათლება”, 1978 .
2. Алабужев П. М. и др. – Теория подобия и размерностей. Моделирование. М. Высшая школа, 1987.
3. ი. ზედგინიძე - ექსპერიმენტის დაგეგმვის საფუძვლები, თბილისი ,1995.
4. თ. ლოლაძე - დეტალების დამუშავების მუშა პროცესები , თბილისი ,1992 .
5. ნ. ქარქაშაძე – ჩაის საკრეფი მანქანების ეკონომიკური და ბიოლოგიური პარამეტრების დადგენა და მათი წარმოებაში დანერგვის ეკონომიკური ეფექტიანობა, გამომც. “ტექნიკა”, თბილისი ,1966 .
6. J.Katsitadze –Searching processes of renewal details of agricultural technics Witch the elektrosparkeing Ellou,XVI International scientific-technical conference “TransMOTAUTO”,Varna,2011.
7. ჯ.კაციტაძე - მანქანების საიმედოობა და რემონტი, თბილისი, “განათლება”, 1989.



