

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ჩიტორელიძე ირმა რევაზის ასული

რ.ნ.ფ.ი.ი.ი.ი.

კომბინირებული ნართის მიღების ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავება

05.19.03 - საფეიქრო მასალების ტექნოლოგია

ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად  
წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

ქუთაისი  
2006

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულებულია ქუთაისის ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტის (qstu) საფეიქრო მრეწველობის ტექნოლოგიის, მოწყობილობების და საქონელმცოდნეობის კათედრაზე.

მეცნიერ ხელმძღვანელი: ბაკურაძე ემირი იოველის ძე

ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი,

სრული პროფესორი

კონსულტანტი: გოგოლაძე მაყვალა შალვას ასული

ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი,

ასოცირებული პროფესორი

**ოფიციალური ოპონენტები: ბუაძე ელიზავეტა პავლეს ასული**

ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, სრული

პროფესორი

**რატიანი ნინელი ილიას ასული**

ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, დოცენტი,

საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი,

საქართველოს საფეიქრო მრეწველობის

კვლევითი ინსტიტუტის დირექტორი

დისერტაციის დაცვა შედგება 2006 წლის 24 ნოემბერს 15<sup>00</sup> საათზე აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის (თსუ) T05.02N8 სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე.

**მისამართი:** თსუ, კორპუსი 1, აუდიტორია 101. ახალგაზრდობის, გამზირი 98.

4614, ქუთაისი, საქართველო

დისერტაციის გაცნობა შესაძლებელია თსუ-ს სამეცნიერო ბიბლიოთეკაში.

ავტორეფერატი დაიგზავნა 2006 წლის 19 ოქტომბერს

სადისერტაციო საბჭოს სწავლული მდივანი,

ასოცირებული პროფესორი: **ოცხელი ვალერი ნიკოლოზის ძე**

### **სამუშაოს ზოგადი დახასიათება**

**თემის აქტუალობა.** საფეიქრო მრეწველობის პერსპექტივები ძირითადად დამოკიდებულია ახალი სახის და თვისებების ნედლეულის შექმნაზე, არსებულის თვისებების გაუმჯობესებაზე, ახალი ტექნოლოგიების ძიებასა და დანერგვაზე. აღნიშნული მიმართულებით მსოფლიო მასშტაბით მრავალი საწარმოო და საკვლევ-

სამეცნიერო ხასიათის მუშაობა მიმდინარეობს.

სამრეწველო სფეროში ყოველი ახალი სახის ნედლეულის და მასალის შექმნა რევოლუციურ გარდაქმნებს იწვევს მრეწველობის და ტექნიკის მრავალ დარგში. ამიტომ ამ მიმართულებით დადებით შედეგებს მთლიანად დარგისათვის მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს.

პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ტექნიკური დანიშნულების საფეიქრო მასალების პროექტირება და გამომუშავება უნდა მოხდეს ნედლეულის წინასწარ განსაზღვრული თვისებრივი მახასიათებლების მიხედვით, განსაკუთრებით საფეიქრო ფუძეზე დამზადებული კომპოზიციური მასლების წარმოებისას.

ამ მასალების გამოყენების სფერო კი, მათი უნიკალური თვისებების გამო, მოიცავს მრეწველობის და ტექნიკის ნებისმიერ დარგს, ბავშვთა სათამაშოებით დაწყებული, კოსმოსურ ტექნიკაში გამოყენებული მასალების ჩათვლით.

ზემოხსენებულიდან გამომდინარე, სადისერტაციო ნაშრომის თემა: „კომბინირებული ნართის მიღების ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავება“, რომელიც ეძღვნება ახალი თვისებების მქონე შალის, ბამბის და ხელოვნური ბოჭკოსაგან კონკრეტული მიზნებისათვის გამოსაყენებელი კომბინირებული ნართის და ძაფების მიღებას საფეიქრო მრეწველობის სხვადასხვა სახის დანადგარებზე, მეტად აქტუალურ სამუშაოდ უნდა ჩაითვალოს.

**კვლევის საგანს და პრობლემატიკას** წარმოადგენს ნაშრომში მოდიფიცირებულ პნევმომექანიკურ და მექანიკურ სართავ-საგრეხ მანქანაზე კომბინირებული ნართის და ძაფის მიღების ხერხების ტექნიკური და ტექნოლოგიური სრულყოფის საშუალებები და მეთოდები, რაც განსაკუთრებით აქტუალურია ტექნიკური დანიშნულების საფეიქრო მასალის გამომუშავებისას.

**კვლევის მიზანი და ამოცანები.** სამუშაოს მიზანია პნევმომექანიკურ და მექანიკურ სართავ-საგრეხ მანქანებზე ახალი ტექნოლოგიებით, ბუნებრივი და ხელოვნური ბოჭკოების გამოყენებით, ახალი სტრუქტურის და შემადგენლობის კომბინირებული ძაფების ფორმირება, ფიზიკურ-მექანიკური, სამომხმარებლო და საექსპლუატაციო თვისებების გაზრდა, მათი გამოყენებით საყოფაცხოვრებო და ტექნიკური დანიშნულების სხვადასხვა სახის საფეიქრო მასალის გამომუშავებისათვის რეკომენდაციების დამუშავება.

სამუშაოს ძირითად ამოცანას წარმოადგენს, მოდერნიზირებულ სხვადასხვა

სახის საფეიქრო დანადგარებზე ახალი ტექნოლოგიების დამუშავება-გამოყენება, რისთვისაც საჭიროა:

- პნევმომექანიკურ და მექანიკურ სართავ-საგრებ მანქანაზე კომბინირებული ნართის და ძაფის მიღების შესაძლებლობის კვლევა;
- შალის, ზამბის, ხელოვნური ბოჭკოს, სპანდექსის - რეზინის ძაფების, ნართის და ძაფების გამოყენებით ახალი სტრუქტურის კომბინირებული ნართის და ძაფების მიღების შესაძლებლობის მეცნიერულ-თეორიული დასაბუთება;
- კომბინირებული ნართის და ძაფის დაჭიმულობის ტექნოლოგიურად ოპტიმალური მნიშვნელობის მისაღწევად პნევმომექანიკურ სართავ-საგრებ მანქანაზე ბოჭკოს მატრანსპორტირებელი არხის და ნართმაფორმირებელი ძაბრის ურთიერთგანლაგების შერჩევა;
- კომბინირებული ნართის ფორმირებისას დაჭიმულობის და წყვეტიანობის შესამცირებლად ხახუნის კოეფიციენტის განსაზღვრის მეთოდის გამოყენება და ნართის გამოშვების სიჩქარის შერჩევა;
- ახალი სტრუქტურის კომბინირებული ძაფების გამომუშავებისას მათი გარსის მაფორმირებელი მოწყობილობის კვანძის შექმნა;
- კომბინირებული ნართის და ძაფის გამოყენებით საფეიქრო მასალების გამომუშავება.

**კვლევის მეთოდები.** ჩვენს მიერ დასმული ამოცანების გადასაწყვეტად გამოყენებული იქნა მათემატიკური მოდელირების, ოპტიმიზაციისა და გამოყენებითი მექანიკის მეთოდები, ელექტროტენზომეტრიის და საფეიქრო აეროდინამიკის და დართვის მეთოდები.

ნართის და ძაფების სტრუქტურის და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების კვლევისათვის გამოყენებული იქნა მოწყობილობა OMCT, უსტერის ხელსაწყოები, TY-1M ოსცილოგრაფები, ტენზოგამაძლიერებელი YT4-1.

ექსპერიმენტული მონაცემების დასამუშავებლად გამოყენებული იყო ექსპერიმენტის დაგეგმვის მეთოდები. ექსპერიმენტული მონაცემები დამუშავებული იქნა კომპიუტერზე მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდების გამოყენებით.

**კვლევის ობიექტებს** წარმოადგენს კომბინირებული ნართის და ძაფების ფორმირების პროცესი და მათგან მიღებული ახალი სტრუქტურის საფეიქრო ნაწარმი, კერძოდ ქსოვილები და მათ ბაზაზე მიღებული კომპოზიტები.

### **მეცნიერული სიახლე.**

- პნევმომექანიკურ და მექანიკურ სართავ-საგრეხ მანქანაზე კომბინირებული ჰიბრიდული და ერთგვაროვანი ძაფის და ნართის ფორმირების ტექნოლოგია;
- გამომუშავებულია ტექნიკური დანიშნულების საფეიქრო მასალები (ქსოვილი ესკალტორის სახელურებისათვის და სხვა) ახალი სტრუქტურის კომბინირებული ნართის და ძაფისაგან;
- გამოკვლეულია ღერძულ და გარსულ სტრუქტურის ახალი ძაფებისგან გამომუშავებული ქსოვილის ადჰეზიური თვისებები, სპანდექსის გამოყენებით;
- შემოთავაზებულია ნართის მოძრაობისას ხახუნის კოეფიციენტის განსაღვრის ახალი მეთოდი;
- დამუშავებულია მაღალი სიმტკიცის ხარისხიანი ძაფის მიღების ახალი ტექნოლოგია, რომელშიც გამოყენებულია 15 პროცენტამდე კაპრონის ბოჭკო და ნატურალური უხეში შალის ბოჭკო სავარცხნ მანქანის ანავარცხნთან ერთად.
- მიღწეულია მანქანების მწარმოებლობის ამაღლება.

### **დაცვაზე გამოტანილი დებულებები:**

- შალის, ბამბის, ხელოვნური ბოჭკოების და სპანდექსის გამოყენებით ახალი სტრუქტურის კომბინირებული ნართის და ძაფების გამომუშავების მეთოდები;
- ახალი სტრუქტურის ნედლეულის თვისებების კვლევის შედეგები;
- ახალი სტრუქტურის ნედლეულის გამოყენებით გამომუშავებული საფეიქრო მასალების თვისებების კვლევის შედეგები;
- ახალი სტრუქტურის ნედლეულის მიღების ტექნოლოგიების მათემატიკური მოდელები;
- ახალი ტექნოლოგიების დანერგვის სამეცნიერო და ტექნიკო-ეკონომიკური შედეგები;
- კომბინირებული ერთგვაროვანი და ჰიბრიდული ძაფების გამომუშავებისათვის პნევმომექანიკურ და მექანიკური სართავ-საგრეხი მანქანის კვანძების მოდერნიზება.

**სამუშაოს შედეგების საიმედოობა და დასაბუთება.** ნაშრომში წარმოდგენილი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების საიმედოობას უზრუნველყოფს კვლევის პროცესში თანამედროვე მეთოდების, დანადგარების და მოწყობილობების გამოყენება. მიღებული შედეგები არ ეწინააღმდეგება მსოფლიო მასშტაბით საფეიქრო

მრეწველობის ტექნოლოგიაში არსებულ თეორიულ საფუძვლებს და დებულებებს. ახალი ტექნოლოგიების დამუშავება და მათი პრაქტიკული რეალიზაცია ანვითარებს და ამდიდრებს სხვადასხვა მეცნიერთა მიერ მიღებული კვლევის შედეგებს.

**სამუშაოს პრაქტიკული ღირებულება.** კომბინირებული ახალი სტრუქტურის ნართის და ძაფის პნევმომექანიკურ და მექანიკურ სართავ-საგრებ მანქანებზე ფორმირების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების შედეგები საშუალებას იძლევა:

- გაიზარდოს შრომის ნაყოფიერება 2...2,5-ჯერ;
- გაიზარდოს მომსახურების ზონა 2-ჯერ;
- შემცირდეს გამომუშავებული მასალების თვითღირებულება 2-ჯერ.

**სამუშაოს შედეგების რეალიზაცია.** ახალი ტექნოლოგია დამუშავებული იქნა, სხვადასხვა წარმოშობის და ხაზობრივი სიმკვრივის კომბინირებული ნართის და ძაფების გამომუშავებისათვის, ქსტუ-ს საფეიქრო მრეწველობის ტექნოლოგიურ საწარმოო ლაბორატორიაში. მიღებული ნედლეულის გამოყენებით გამომუშავებული იქნა საყოფაცხოვრებო და ტექნიკური დანიშნულების ტრიკოტაჟის და ქსოვილის ექსპერიმენტული ნიმუშები, მაგალითად მეტროს ესკალატორის სახელურის ლენტა. სპეცდანიშნულების ტექნიკური ქსოვილი გადაცემული იქნა ქუთაისის შ.პ.ს."დინა"-ში რეზინ-ქსოვილოვანი კომპოზიციური მასალის მისაღებად.

**სამუშაოს აპრობაცია.** სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი შედეგები მოხსენებული და განხილული იყო: ქსტუ-ს “II საერთაშორისო სამეცნიერო – ტექნიკურ კონფერენციაზე” (1998), ქსტუ-ს საფეიქრო მრეწველობის ტექნოლოგიის, მოწყობილობების და საქონელმცოდნეობის“ კათედრაზე (2004-2006.); ქსტუ-ს ტექნოლოგიური ფაკულტეტის “საფეიქრო მრეწველობის, ტექნოლოგიის, მოწყობილობების და საქონელმცოდნეობის” საბჭოს სხდომაზე (2006 ).

**პუბლიკაციები.** ნაშრომის შედეგები და საინფორმაციო მასალა გამოქვეყნებულია 6 სამეცნიერო სტატიაში.

**სამუშაოს სტრუქტურა და მოცულობა.** დისრეტაცია შედგება შესავლისაგან, ოთხი თავისაგან, ძირითადი დასკვნებისა და დანართისაგან. სამუშაო შეიცავს კომპიუტერზე ნაბეჭდ 111 გვერდს, 19 ცხრილს, 40 ნახაზს და 83 გამოყენებული ლიტერატურის ჩამონათვალისაგან.

## სამუშაოს შინაარსი

**შესავალში** განხილულია სადისერტაციო ნაშრომის თემის აქტუალობა, განსაზღვრულია კვლევის მიზნები და ამოცანები, მისი მეცნიერული სიახლე და პრაქტიკული ღირებულება, კვლევის მეთოდები და საშუალებები.

**პირველ თავში** განხილულია კომბინირებული სტრუქტურის ძაფების მიღების ძირითადი მიმართულებანი. აღნიშნული საკითხების შესწავლაში დიდი წვლილი შეიტანეს ქარველმა და უცხოელმა მეცნიერებმა: კრაუზემ გ., რეიმ ლ., ბონდარენკომ ფ., ფედოტოვამ გ., ნიკიფოროვმა ი., სევასტიანოვმა ა., კრუპენჩიკოვმა ა.ვ, გოგოლაძემ მ., ბაკურაძემ ე. და სხვებმა. მათ ნაშრომებში განხილულია ტექნიკური და ტექნოლოგიური პროცესების სრულყოფის გზები მექანიკურ და პნევმომექანიკურ სართავ-საგრებ მანქანებზე, კომბინირებული, ერთგვაროვანი და ჰიბრიდული ძაფების გამომუშავების შემთხვევაში. ჩატარებული შრომების ანალიზი გვიჩვენებს ძაფების გამოყენების მიზანშეწონილობას საყოფაცხოვრებო და ტექნიკური დანიშნულების, საპროექტო თვისებებიანი ქსოვილების – ლენტების და ფართო ასორტიმენტის სხვა ნაკეთობათა წარმოებისათვის.

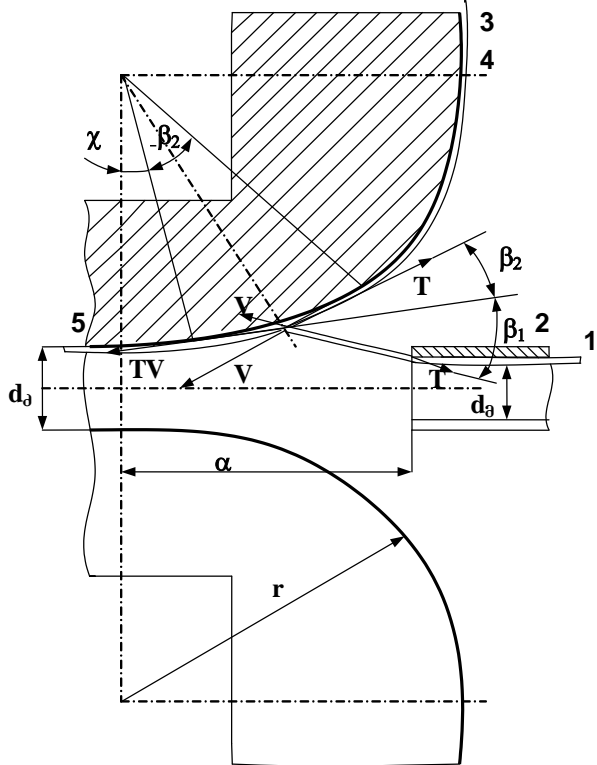
ლიტერატურული მოძიების საფუძველზე შეიძლება აღინიშნოს, რომ თითქმის არ არსებობს შრომები, სადაც შალის ნარჩენების და ქიმიური ბოჭკოების ერთდროული გამოყენება იქნა შესწავლილი პნევმომექანიკურ დართვაში, აქედან გამომდინარე კომბინირებული ძაფების მიღების შემოთავაზებული ახალი მეთოდები საშუალებას იძლევა ტრადიციულთან შედარებით მივიღოთ ახალი სტრუქტურის, განსაკუთრებული თვისებების ძაფები და ამასთან ერთად გავზარდოთ გამოყენებულ მანქანათა მუშა ორგანოების სიჩქარეები, მანქანათა მწარმოებლობა და მათი გამოყენების სფერო.

**მეორე თავი** ეძღვნება კომბინირებული ძაფების მიღების პროცესის თეორიულ ანალიზს, აგრეთვე, კვლევის მეთოდების დამუშავებას.

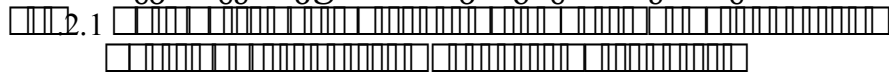
როგორც ცნობილია, გრეხილი ნართის სტრუქტურა დამოკიდებულია მისი ფორმირების პირობაზე. ჩვენს მიერ განხილული იქნა გრეხვისას მატრანსპორტირებელ არხსა და ნართმაფორმირებელ ძაბრს შორის ძაფის ურთიერთგანლაგების სქემა, რომელიც ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე. მოწყობილობაში წინასწარ ფორმირებული ნართი შედის ძმმ-იანი დიამეტრის მქონე შესასვლელი

ხვრელის საშუალებით მატრანსპორტირებელ არხში, სადაც შეერთდება დასართავ დაფთან, რომელიც მოძრაობს  $r$  რადიუსიან ძაბრის მხების მიმართ. ორივე ცალწვერა ძაფი წარმოქმნის გრეხილ ძაფს, ამ დროს მატრანსპორტირებელი არხი მდებარეობს გარკვეულ  $\alpha$  მანძილზე ძაბრის გამოსასვლელიდან.

ორივე ცალწვერა ძაფი განლაგებულია გრეხილი ძაფის ღერძის მიმართ  $\beta_1$  და  $\beta_2$  გარკვეული კუთხით, ასეთი განლაგება უზრუნველყოფს ბუნებრივი გრეხის სამკუთხედის წარმოქმნას.  $T_1$  ძალის მოქმედებისას, გრეხის ადგილი იმყოფება გარკვეულ  $\delta$  მანძილზე ძაბრის ზედაპირიდან, ხოლო ცალწვერა ძაფი და გრეხილი ძაფის უბნები განლაგებული იქნება მის მხებზე. ამგვარად, ძაფი კარგავს კონტაქტს ძაბრის ზედაპირთან და დახრილია  $\beta_2$  კუთხით, ხოლო გრეხილი ძაფის შესვლის ადგილი უნდა იყოს დაცილებული გამოსასვლელი ხვრელიდან  $\gamma$  კუთხით.



ნახ.2.1 ძაფების ურთიერთგანლაგების სქემა გრეხისას პნევმომექანიკურ სართავ საგრეხ მანაქანაზე



დაკვირვება გვიჩვენებს, რომ  $\alpha$  სიდიდის შეცვლით იცვლება სხვა პარამეტრებიც, მათ შორის კუთხე  $\gamma$ . აქედან გამომდინარე დასმული ამოცანის გადაწყვეტა დაიყვანება აღნიშნული სიდიდეების ურთიერთკავშირის განსაზღვრაზე.



დავადგინეთ დამოკიდებულება დასაგრები ძაფის სიჩქარეს, დაჭიმულობასა და გრეხვის კუთხეებს  $\beta_1$  და  $\beta_2$  შორის. განვიხილეთ გრეხილი ძაფის ფორმირების სქემა  $T$  დაჭიმულობისა და  $V$  სიჩქარის ცალწვერა ძაფებიდან დაჭიმულობებით  $T_1$  და  $T_2$  და სიჩქარეებით  $V_1$  და  $V_2$ .

დავაგეგმილებთ რა ძალებს ღერძზე, გრეხილი ძაფის ღერძის მართობულად, მივიღებთ:

$$T_1 \cdot \sin \beta_1 - T_2 \sin \beta_2 = 0$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_1} \quad (4)$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ  $T_1 \cos \beta_1 + T_2 \cos \beta_2 = T$ .

როცა  $\beta_1 = \beta_2 = \beta$  და  $T_1 = T_2 = T_0$ , გვექნება

$$T = 2 T_0 \cdot \cos \beta$$

განვიხილეთ  $V$  სიჩქარით მოძრავი გრეხილი ძაფის უბნის ფორმირების პროცესი, გამოვსახეთ გრეხილი ძაფის მოძრაობის სიჩქარე შესაბამისი ცალწვერა ძაფის სიჩქარით და გრეხილი ძაფის ღერძთან მისი დახრის კუთხით, მივიღეთ:

$$V_1 = V_2 \cdot \cos \beta_1,$$

$$V = V_2 \cdot \cos \beta_2,$$

საიდანაც

$$V_1 \cdot \cos \beta_1 = V_2 \cdot \cos \beta_2,$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \quad (5)$$

მიღებული გამოსახულება ადგენს გრეხის კუთხის დამოკიდებულებას გრეხილი ძაფის დაჭიმვასა და სიჩქარეზე. მცირე კუთხე შეესაბამება დიდ დაჭიმულობას და მცირე სიჩქარეს. საჭიროა ავლნიშნოთ, რომ გრეხილი ნართის ფორმირებისას შეიძლება მივიღოთ

$$V_1 = V_2 = V_0.$$

დავადგინეთ ზღვრული პირობები (ნახ. 2) მდგომარეობაში როცა  $\gamma = 0$ , გრეხილი ძაფის სწორხაზოვანი უბანი  $AB$  განლაგდება ძაბრის ზედაპირის მხებზე. ამასთან  $A$  და  $B$  წერტილები იქნება  $MN$  წრფეზე. მატრანსპორტირებელი არხის გამოსასვლელი ხვრელი შეიძლება მდებარეობდეს მინიმალურ მანძილზე ძაბრის გამოსასვლელი ხვრელიდან.

შემთხვევაში როცა  $\gamma=\beta$ , ძაფი შეიძლება გამოვიდეს მატრანსპორტირებელი არხიდან MN წრფის პარალელურად, ამისათვის არხის გამოსასვლელი ხვრელი ძაბრიდან შეიძლება იყოს დაშორებული დიდი მანძილით.

განვსაზღვრეთ დაშორება  $\Delta$  (ღრეჩო) ცალწვერა ძაფის შეერთების (შეგრების) წერტილებსა და ძაბრის ზედაპირს შორის.

როცა  $d_{\alpha\beta} = d_{\alpha\gamma}$ , 
$$\Delta = \sqrt{r^2 + a^2} - r \tag{1}$$

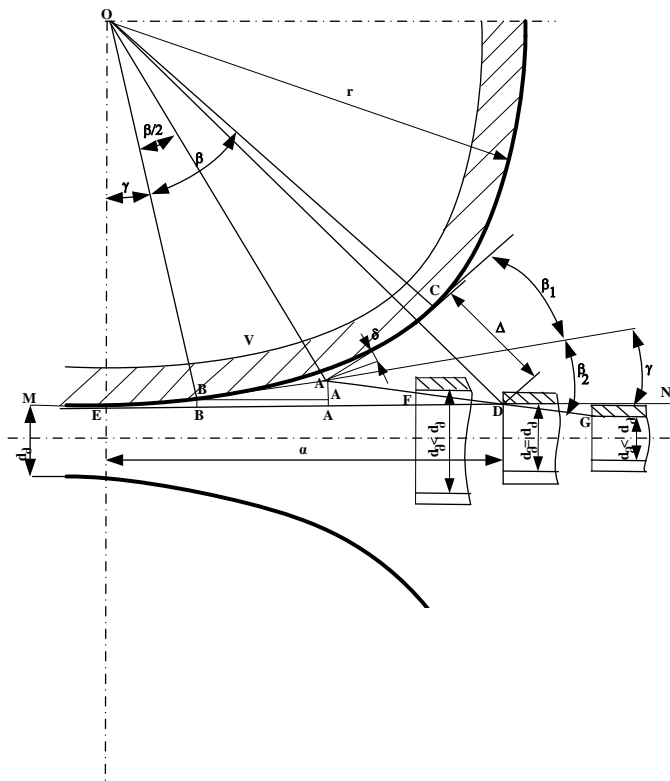
როცა  $d_{\alpha\gamma} > d_{\alpha\beta}$

$$\Delta = \sqrt{\left(r - \frac{d_T - d_\beta}{2}\right)^2 + a^2} - r \tag{2}$$

როცა  $d_{\alpha\gamma} < d_{\alpha\beta}$ ,

$$\Delta = \sqrt{\left(r - \frac{d_\beta - d_T}{2}\right)^2 + a^2} - r \tag{3}$$

ჩვენს შემთხვევაში მოცემული ნართის მაფორმირებელი ძაბრის პარამეტრებია  $r = 7$  მმ და  $d_\alpha = 2$  მმ, მატრანსპორტირებელი არხის გამომსვლელი ხვრელის დიამეტრი  $d_\alpha = 2$  მმ, ღრეჩო  $\Delta = 1,4$  მმ. ცნობილია გრების პროცესის ტექნოლოგიური პარამეტრები, ცალწვერა ძაფის და გრებილი ნართის მოძრაობის სიჩქარეთა თანაფარდობა  $V_0/V=1,01...1,03$ . განვსაზღვრეთ მანძილი  $\alpha$ , მატრანსპორტირებელი არხის გამოსასვლელ ხვრელსა და მაფორმირებელ ძაბრს შორის  $\Delta$  ღრეჩოზე დამოკიდებულებით.



ნახ.2. სართავ-საგრები მოწყობილობის პარამეტრების სქემა.



მოვებნეთ შესაბამისი  $a$  მანძილის სიდიდე, შემდეგი დიამეტრების შემთხვევაში:

1) როდესაც  $d_{მბგ} > d_{ბბ}$  მაშინ

$$a = ED - \frac{d_T - d_b}{2tg(\beta - \chi)}; \quad (6)$$

2) როდესაც  $d_{მბგ} < d_{ბბ}$ , მაშინ

$$a = ED + \frac{d_B - d_T}{2tg(\beta - \chi)}. \quad (7)$$

მესამე თავი მოიცავს კომბინირებული ნართის ფორმირების ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებს.

ექსპერიმენტულად განსაზღვრულია ნართის დაჭიმულობა, სართავი კამერის ბრუნთა რიცხვზე, ნართმაფორმირებელი ძაბრის კონსტრუქციაზე

დამოკიდებულებით.

მიღებულია განტოლებები, რომლებიც ამყარებს დამოკიდებულებას სართავი კამერის სიჩქარესა, ძაბრის კონსტრუქციასა და ნართის დაჭიმულობას შორის:

$$Y_{P_1} = 97,82 - 39,3X + 5,56X^2; \quad (8)$$

$$Y_{P_2} = 205,8 - 81,8X + 10X^2; \quad (9)$$

$$Y_{P_3} = 111,5 - 45,86X + 6,72X^2; \quad (10)$$

$$Y_{P_4} = 45,73 - 19,48X + 4,16X^2, \quad (11)$$

სადაც  $Y_{P_1} \dots Y_{P_4}$  – ნართის დაჭიმულობის საანგარიშო მნიშვნელობებია ;

□ – სართავი კამერის ბრუნთა რიცხვი.

ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს ნართმაფორმირებელი ძაბრის კონსტრუქციას.

ძაბრზე ძაფის მოძრაობის სიჩქარე განისაზღვრება ფორმულით:

გლუვ ზედაპირიანზე

$$V = \sqrt{u + \omega^2 r}; \quad (12)$$

სპირალურ ზედაპირიანზე

$$V = \sqrt{(ctga \cdot \omega r_0 |^{ctga \cdot \omega t} + u)^2 + \omega^2 r}, \quad (13)$$

სადაც  $u$  – ღერძული სიჩქარეა (გამოშვების სიჩქარე), მ/წთ;

$\omega^2 r$  – ტანგენციალური სიჩქარე კამერის ბრუნვისას, მ/წთ;

$a$  – სპირალის დახრის კუთხე გრადუსებში.

გამოკვლეულია, აგრეთვე, ნართმაფორმირებელი ზედაპირზე ნართის მოძრაობის ხასიათი და შექმნილია ორიგინალური მოწყობილობა და მეთოდი ხახუნის კოეფიციენტის □ს განსაზღვრისათვის სხვადასხვა სიჩქარესთან დამოკიდებულებაში:

$$K=1,143 P^{-0,55}, \quad V=100 \text{ მ/წთ};$$

$$K=0,958 P^{-0,46}, \quad V=200 \text{ მ/წთ};$$

$$K=0,905 P^{-0,43}, \quad V=300 \text{ მ/წთ};$$

$$K=0,804 P^{-0,38}, \quad V=400 \text{ მ/წთ}.$$

ასევე მესამე თავში მოყვანილია კომბინირებული ნართის სტრუქტურისა და თვისებების ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები.

ძაფის თვისებასა და სტრუქტურაზე გავლენას ახდენს შესაბამისი

კომპონენტების მოძრაობის სიჩქარე, ან მათი დაჭიმულობა. გრეხილი ნართის წარმოებისას, რომელსაც აქვს გამგლეჯი დატვირთვის მაქსიმალური მნიშვნელობა, უზრუნველყოფილი უნდა იქნას გრეხილი ძაფების სიჩქარესა და დაჭიმულობის ტოლობა.

გრეხილი ძაფის სიმტკიცე განისაზღვრება გრეხის პროცესის ინტენსივობით, რომლის ფარდობითი შეფასება არის გრეხის კოეფიციენტი. ამ ფაქტორის დონე შეიძლება ავირჩიოთ, ერთის მხრივ, ნართის ოპტიმალური ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებისაგან გამომდინარე (მაგალითად, გამგლეჯი დატვირთვის მაქსიმალური მნიშვნელობა), ხოლო მეორეს მხრივ ექსპერიმენტული მოწყობილობის ტექნიკური შესაძლებლობის ზღვარის დადგენის მიზნით (მაგალითად, მაქსიმალური მწარმოებლობა).

ჩამოთვლილი ფაქტორები, როგორც ადასტურებს გამოკვლევები, მნიშვნელოვანია პნევმომექანიკურ სართავ-საგრეხ მოწყობილობაში გრეხილი ნართის ფორმირების პროცესისათვის.

კომბინირებული ნაგრეხი ნართის მისაღებად ძირითადად გამოყენებული იქნა ნართი ხაზობრივი სიმკვრევით 12,4 ტ და 25,2 ტ დიაპაზონში ( $X_1$ ). ამასთან, აუცილებელია აღვნიშნოთ, რომ პირველი მნიშვნელობა ითვლება მინიმალურ შესაძლებელად და მთელი დიაპაზონი კი მოიცავს ნართის ფართო ასორტიმენტს.

$X_2$  – არის გრეხის კოეფიციენტი, რომელიც იცვლება 30-50 ტ დიაპაზონში, სადაც მაქსიმალური მნიშვნელობა რეკომენდირებულია ჩვეულებრივი პნევმომექანიკური ნართისათვის. გრეხის ეს კოეფიციენტი საშუალებას გვაძლევს გავზარდოთ მწარმოებლობა დაახლოებით 2,5-ჯერ.

$X_3$  – არის ნართის რადიალური ნაწილის დაჭიმულობა, რომელიც დამოკიდებულია სართავი კამერის ბრუნთა რიცხვზე (30000-60000 ბრ/წთ; მისი გაზრდა შესაძლებელია 70000 ბრ/წთ-მდე).

$X_4$  – არის ქიმიური ძაფის, როგორც მისაგრეხი კომპონენტის, დაჭიმულობა. შესწავლილი იქნა ნართის თვისებების ტრადიციული ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები, მათ შორის:

$Y_1$  – ფარდობითი გამგლეჯი დატვირთვა, გ·ძ;

$Y_2$  – საშუალო კვადრატული უთანაბრობა (P გამგლეჯი დატვირთვის

მიხედვით), %;

$Y_3$  – ფარდობითი წაგრძელება, %;

$Y_4$  – საშუალო კვადრატული უთანაბრობა წაგრძელებისას, %;

$Y_5$  – საშუალო კვადრატული უთანაბრობა ხაზობრივი სიმკვრივის მიხედვით, %.

მაჩვენებლები, რომლებიც ახასიათებს ნართის სტრუქტურასა და ტექნოლოგიურ პროცესს:

$Y_6$  – ნართის დიამეტრი, მმ;

$Y_7$  – მიწოდებული ნართის გაქანების სიდიდე, %;

$Y_8$  – გამძლეობა ცვეთისადმი, %.

შევირჩიეთ ოთხფაქტორიანი მოდელები, რომლებშიც უგულებელყოფილი იქნა მცირე სიდიდეები გამორიცხვის მეთოდის საშუალებით. რეგრესიის განტოლებებს აქვთ შემდეგი სახე გამოსასვლელი პარამეტრებისათვის:

$$Y_1 = 11,34 - 1,12X_1 + 1,77X_2 + 0,9X_1^2 - 1,28X_2^2; \tag{14}$$

$$Y_2 = 8,95 - 1,01X_1 - 1,23X_2 + 0,85X_4 - 1,16X_1X_2; \tag{15}$$

$$Y_3 = 6,95 - 0,56X_1 - 0,47X_3 + 0,24X_4 - 0,4X_1^2; \tag{16}$$

$$Y_4 = 10,18 + 1,97X_2^2; \tag{17}$$

$$Y_5 = 18,71 - 0,65X_1 - 1,09X_1^2; \tag{18}$$

$$Y_6 = 0,266 + 0,048X_1 - 0,038X_2; \tag{19}$$

$$Y_7 = 1,6 + 0,27X_1 + 0,82X_2 - 0,5X_4 + 0,34X_1X_2 - 0,35X_2X_4 - 0,51X_1^2; \tag{20}$$

$$Y_8 = 192,3 + 56X_1 + 89,3X_2 + 20,3X_3 + 35X_1X_2 - 141X_2X_3 + 15,4X_3X_4 - 35,5X_3^2.$$

(21)

სართავ-საგრებ მანქანებზე დამუშავებული მეთოდით სხვადასხვა სტრუქტურისა და დანიშნულების კომბინირებული ნართის მიღებისას შეიძლება გამოვიყენოთ შემდეგი ვარიანტები:

- როდესაც გვაქვს ძირითადი ღერძი – ქიმიური ძაფი, ხოლო შალის ნართი ეხვევა ამ ღერძს;
- როდესაც შალის ნართიც და ქიმიური ძაფიც თანაბრადაა ერთმანეთის მიმართ განაწილებული და ძაფს აქვს მაქსიმალურად მაღალი წინააღმდეგობა გამგლეჯი დატვირთვისადმი;
- როდესაც ძირითადი ღერძი შტაპელური ბოჭკოა და ქიმიური ძაფი ეხვევა ამ

ღერძს.

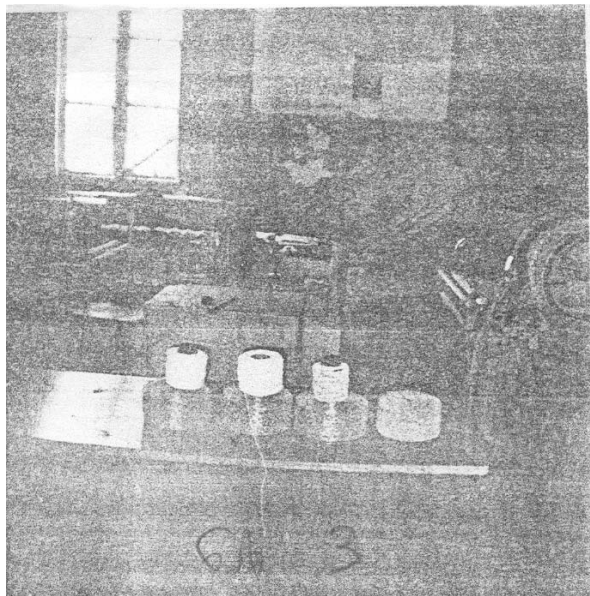
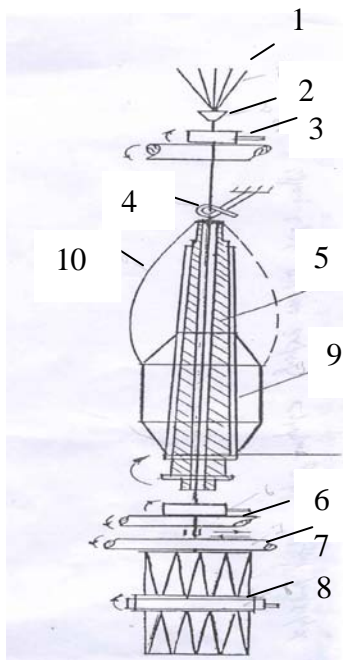
ექსპერიმენტული ნართის უპირატესობად შეიძლება ჩაითვალოს მისი გამოყენების ფართო არე, რომელიც მოიცავს როგორც ტრიკოტაჟის, ასევე ტექნიკური დანიშნულების საფეიქრო მასალების წარმოებას.

თუ გავანალიზებთ კომბინირებული ნართის მიღების ტექნიკისა და ტექნოლოგიის სრულყოფის შედეგებს, შეიძლება გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ ყველაზე პერსპექტიულად შეიძლება ჩაითვალოს კომბინირებული ნართის მიღება ქიმიური ძაფების გამოყენებით.

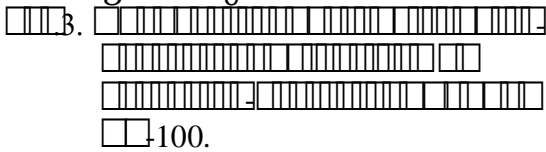
**მეოთხე თავში** მოყვანილია კომბინირებული ძაფის მიღება მექანიკურ სართავ-საგრეხ მანქანაზე. მექანიკური სართავ-საგრეხი მანქანა ძირითადად განკუთვნილია მარტივი სტრუქტურის ნართის ფორმირებისათვის, მაგრამ ჩვენს მიერ დამუშავებული ტექნოლოგიით შესაძლებელია მასზე სხვადასხვა სტრუქტურის და დანიშნულების კომბინირებული ძაფის ფორმირებაც. ტექნოლოგია გამოირჩევა იმითაც, რომ ძაფის ფორმირებისას მაქსიმალურადაა შენარჩუნებული ღერძული შემადგენელის საწყისი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, რაც შეუძლებელია ტრადიციული მეთოდით ძაფის ფორმირებისას. აღნიშნული განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ისეთი საფეიქრო მასალების გამომუშავებისას, რომლებიც წარმოადგენს მზიდ ელემენტს კომპოზიციური მასალებისათვის, როგორცაა სხვადასხვა სახის ტრანსპორტიორების ლენტები, ამძრავი ღვედები და სხვა.

ღერძულ და გარსულ შემადგენელთა ვარირებით, შეგვიძლია მივიღოთ ნებისმიერი საპროექტო მახასიათებლებიანი ძაფები. ჩვენს შემთხვევაში ვაწარმოეთ ბამბის და შალის ბოჭკოვანი ლენტის და ფთილის, ბამბის ნართის და სპანდექსის, ქიმიური და ბუნებრივი ბოჭკოების ერთობლივი გამოყენება, საჭირო სტრუქტურის და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ძაფების გამოსამუშავებლად.

ჩვენს მიერ დამუშავებული მეთოდით ძაფის ფორმირება სართავ-საგრეხ მანქანაზე მიმდინარეობს შემდეგნაირად (ნახ.3).

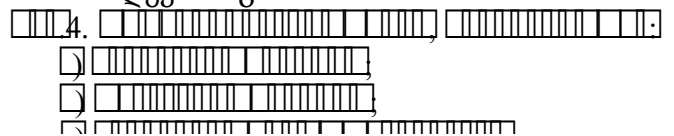


ნახ.3. ПК-100 სართავ-საგრებ მანქანაზე ღერძულ-გარსული ძაფის ფორმირება.



ნახ.4. კომბინირებული ძაფები.

ა) ბამბის ფთილისაგან; ბ) შალის ფთილისაგან; გ) ბამბის ნართის და სპანდექსისაგან.



სპეციალურ თაროზე მოთავსებულ ნახვევებიდან 1 ხდება ღერძული ძაფებით მანქანის კვება. მათი რაოდენობა და სახე დამოკიდებულია ძაფის საპროექტო მახასიათებლებზე. ძაფები გაივლის ძაბრს 2, მკვებავ ლილვაკებს 3, მიმმართველ თვალს 4 და ტარდება ღრუ თითისტარში 5. თითისტარიდან გამოსული ძაფები გაივლის გამომშვებ წყვილს 6 და, ამომხვევი ლილვაკის 7 საშუალებით, ეხვევა კოჭაზე 8 ცილინდრული ნახვევის სახით. თითისტარის ბრუნვის გამო მასზე დასმული მასხვეულიდან 9 მიწოდებული ძაფი 10, შემოეხვევა ღერძულ ძაფებს და ფორმირდება კომბინირებული სტრუქტურის ძაფი. თითისტარის და ამხვევი ლილვაკის ბრუნვის სიხშირის რეგულირებით შესაძლებელია მივიღოთ გარსული სტრუქტურის ცვლილების დიდი დიაპაზონი, რომელიც ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია ძაფის ღერძული მდგენელის საწყისი სიმტკიცის მაქსიმალური სიდიდის შესანარჩუნებლად



მოცულობითი ეფექტის შექმნისათვის ლენტების გამომუშავება ხდებოდა კომბინირებული ძაფებისაგან. ძაფთა ღერძულ სტრუქტურას წარმოადგენდა ბამბის და შალის სხვადასხვა რაოდენობის შეერთებათა ფთილა, ბამბის ნართი, პოლიეთერის ძაფები და სპანდექსი, ხოლო გარსულ შემადგენლად გამოყენებული იქნა ბამბის ნართი, პოლიეთერის ძაფები და სპანდექსი (რეზინის თვისებებიანი ძაფი).

კონვეიერის ლენტისათვის მზიდ ელემენტს წარმოადგენს საპროექტო სიმტკიცის მქონე ტექნიკური ქსოვილი ლენტების სახით, რომელიც მზადდება ღერძული სტრუქტურის შემადგენელი ძაფების შერჩევით. ქსოვილის ზედაპირზე სპანდექსის მდგენელი (ვულკანიზირებულ რეზინთან ერთად) შექმნის, როგორც თვით ლენტში, ასევე ფენათა შორის მტკიცე კავშირს.

ნახ.4-ზე წარმოდგენილია ჩვენს მიერ გამომუშავებული კომბინირებული ძაფები.

უმაქო ლენტსაქსოვ ტიხ-80 დაზგაზე ქსტუ-ს საფეიქრო მრეწველობის ტექნოლოგიის ლაბორატორიაში გამომუშავებული იქნა საანგარიშო თვისებების ტექნიკური ლენტები.

ახალი სტრუქტურის ქსოვილის გამოყენებით ქუთაისის შ.პ.ს."დინა"-ში დამზადებული იქნა კონვეიერის ლენტის ექსპერიმენტული ნიმუშები, რომელთა ლაბორატორიულმა გამოცდამ გვიჩვენა, რომ ახალი მეთოდით მიღებული ნაკეთობის ადჰეზია 1,5-ჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე ჩვეულებრივი მეთოდით დამზადებული ლენტების გამოყენების დროს.

დამუშავებული კომპოზიტის საექსპლუატაციო მახასიათებლების გასაზრდელად, ნაშრომში შემოთავაზებულია მისი დამზადებისათვის ალტერნატიული ტექნოლოგიური მიდგომა, ახალი სტრუქტურის ძაფებისაგან დამზადებული საფეიქრო მასალების გამოყენებით.

**დანართში** განიხილება ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტურობა. საფეიქრო წარმოების ტექნოლოგიურ დანადგართა სრულყოფისათვის ჩატარებული მრავალი მიმართულების სამუშაოთა რეალიზაციის მიუხედავად, ტექნოლოგიური ოპერაციები და დანადგარები ჯერ კიდევ მოითხოვს გაუმჯობესებას, რომელთა მოქმედება არსებით გავლენას ახდენს ძაფთა წყვეტიანობაზე, დანადგართა ნაყოფიერებაზე, გამოსამუშავებელი პროდუქციის სტრუქტურასა და ხარისხზე.

დაზგების საერთო მოცდენის უდიდესი ნაწილი მოდის ძაფთა წყვეტიანობაზე. აქედან ნათელია, რა დიდი ეკონომიკური ეფექტურობის მომტანი იქნება საფეიქრო მრეწველობისათვის, ამ მაჩვენებლის შემცირება.

ჩატარებული სამუშაოს შედეგების რეალიზაცია, ძაფების წყვეტიანობის შემცირებით განაპირობებს დანადგართა ნაყოფიერების ამაღლებას, გამოსამუშავებელი პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებას.

უსარგებლო დაჭიმულობას, რომელიც ძირითადი ფაქტორია ძაფის წყვეტიანობისა, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ტექნოლოგია მინიმუმამდე ამცირებს.

მეტროს ესკალატორის უნიფიცირებული სახელურებისათვის სპეციალური ქსოვილის მისაღებად გამოყენებული ტექნოლოგია საშუალებას გვაძლევს შევამციროთ ოთხი ტექნოლოგიური გადასვლა ტრადიციულ მეთოდთან შედარებით, რის შედეგადაც მიიღება ეკონომიკური ეფექტი. ამასთანაღმასაღლის თვითღირებულება მცირდება თითქმის 2-ჯერ.

### ძირითადი დასკვნები

1. დამუშავებულია მაღალი სიმტკიცის ხარისხიანი ძაფის მიღების ახალი ტექნოლოგია შალის ნარჩენებისაგან ქიმიური ბოჭკოს დამატებით პნევმომექანიკურ სართავ-საგრებ მანქანაზე.
2. დამუშავდა და დაინერგა ტექნოლოგია, რომელიც საშუალებას იძლევა გაიზარდოს მანქანის მწარმოებლობა თითქმის 2-ჯერ, ნართის სიმტკიცისა და გამოშვების სიჩქარის ზრდის ხარჯზე.
3. უზრუნველყოფილია კომბინირებული ნართის ფორმისა და ძაფის დაჭიმულობის ტექნოლოგიურად ოპტიმალური მნიშვნელობა პნევმომექანიკურ სართავ-საგრებ მანქანაზე მატრანსპორტირებელი არხისა და ნართმაფორმირებელი ძაბრის ურთიერთგანლაგების რეგულირების ხარჯზე.
4. ექსპერიმენტულად დადგენილია დამოკიდებულება ნართის დაჭიმულობასა და კამერის ბრუნთა რიცხვს შორის ძაბრის სხვადასხვა კონსტრუქციისას.
5. ექსპერიმენტულად დადგენილია კომბინირებული ნართის ფიზიკო-მექანიკურ თვისებებსა და მანქანის პარამეტრებს შორის დამოკიდებულებები. შემოთავაზებულია მათი აპროქსიმაცია პოლინომინალური სახით.

6. დამუშავებული იქნა სხვადასხვა ხაზობრივი სიმკვრივის ღერძულ-გარსული კომბინირებული ძაფების მიღების ტექნოლოგია მოდერნიზებულ PK -100 სართავ-საგრეხ მაქნაზე.
7. პირველად იქნა გამოიმუშავებული მაღალი ადჰეზიური ეფექტის მქონე ტექნიკური დანიშნულების საფეიქრო მასალები, მაგალითად მეტროს ექსკალატორის სახელურის ლენტები შემოთავაზებული ღერძულ-გარსული სტრუქტურის ძაფების გამოყენებით.

**დისერტაციის ძირითადი დებულებები ასახულია შემდეგ შრომებში:**

1. ჩიტორელიძე ი. კომბინირებული ნართის მიღება პნევმომექანიკური დართვის მეთოდით. /ქსტუ-ს შრომები. – № 1(10). – ქუთაისი: საქართველო, 2002. – გვ.97-98.
2. ჩიტორელიძე ი., გოგოლაძე მ. გრეხილი ნართის ფორმირების პროცესის გამოკვლევა.. /ქსტუ-ს შრომები. – № 2(11). – ქუთაისი: საქართველო, 2002. – გვ.14-16.
3. ჩიტორელიძე ი., გოგოლაძე მ. სართავ-საგრეხი მოწყობილობის გეომეტრული პარამეტრების განსაზღვრა. /ქსტუ-ს შრომები. – № 2(11). – ქუთაისი: საქართველო, 2002. – გვ.16-18.
4. გოგოლაძე მ., ბაკურაძე ე., ჩიტორელიძე ი. სართავი კამერის გამთანაბრებელი მოქმედება ნაზავის შემადგენლობის მიხედვით. /ქსტუ-ს შრომები. – #2(13). – ქუთაისი: საქართველო, 2003. – გვ.142-144.
5. გოგოლაძე მ., ჩიტორელიძე ი., ბაკურაძე კ. გრეხვის პროცესის კვლევა პნევმომექანიკური დართვის დროს. /ქსტუ-ს შრომები. – № 1(14). – ქუთაისი: საქართველო, 2004. – გვ.132-135.
6. ჩიტორელიძე ი. ნართის ხახუნის კოეფიციენტის განსაზღვრა ზედაპირზე მოძრაობისას. /ქსტუ-ს შრომები. – № 2(15). – ქუთაისი: საქართველო, 2004 . – გვ.170-175.