

ზ. ჩიტიკე, ზ. ბალამაშაშვილი
მ. აბაიშვილი, ი. გელაშვილი

მერქნისა და მერქნული მასალების
დამმუშავებელი ჩარხები, საჩარხო
სისტემები და მჭრელი ინსტრუმენტები

სამ ტომად

„ტექნიკური უნივერსიტეტი“

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ზ. ჩიტიძე, ზ. ბალაშვილი
ვ. აბაიშვილი, ი. ბელაშვილი

მერქნისა და მერქნული მასალების
დამმუშავებელი ჩარხები, საჩარხო
სისტემები და მჭრელი ინსტრუმენტები

სამ ტომად



რეკომენდებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

თბილისი 2017

შპს 621.921.4 620.179.5

მერქნისა და მერქნული მასალების დამამუშავებელი ჩარხები, საჩარხო სისტემები და ინსტრუმენტები. I ნაწილი. ზ. ნიტძე, ზ. ბალამწარაშვილი, ვ. აბაიშვილი, ი. გელაშვილი „საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2016 წ. გვ. 250

წარმოდგენილია მერქნის და მერქნული მასალების დამამუშავებელი ჩარხების, საჩარხო სისტემების და ინსტრუმენტების საერთო ტექნიკური ცნობები, ჩარხების კლასიფიკაცია ჯგუფების მიხედვით, ტექნოლოგიური და კონსტრუქციული სქემები, მოწყობილობები. მოყვანილია კონსტრუქციების ვარიანტები, ტექნოლოგიური და კონსტრუქციული პარამეტრები. აღწერილია ჩარხების მუშაობისათვის აუცილებელი ძირითადი და დამხმარე მექანიზმები და მოწყობილობები. მოცემულია ტექნოლოგიური გაანგარიშებები ექსპლუატაციის პირობებთან დაკავშირებით, აგრეთვე ტექნოლოგიისა და მოწყობილობების თანამედროვე მდგომარეობა და განვითარების პერსპექტივები.

ნაშრომში განხილულია მერქნული მასალების ჭრით დამამუშავების საკითხები, კერძოდ მოცემულია კინემატიკური და დინამიკური თანაფარდობანი ჭრისას, ჭრის პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა, დამამუშავების ხარისხი, დამამუშავების სიზუსტე და სისუფთავე.

განხილულია მერქნული მასალების ჭრით დამამუშავების ძირითადი სახეები: მრგვალი ხერხებით, ლენტური ხერხებით, ჩარჩოხერხით ხერხვა, რანდვა, ფრეზვა, ახდა, ბურღვა, ხარატება და ხეხვა. მოცემულია აგრეთვე მერქნული მასალების ჭრა ზესალი იარაღებით.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია მერქნული მასალების დამამუშავების სპეციალისტების მიმართულების ბაკალავრების, მაგისტრანტების და დოქტორანტებისათვის, ასევე დახმარებას გაუწევს მერქნისა და მერქნული მასალების დამამუშავებელ საწარმოებში მომუშავე ინჟინრებსა და კონსტრუქტორებს პრაქტიკული საკითხების გადაჭრაში.

ცხრილები 53, ილუსტრაციები 78, ლიტერატურა 20

რედაქტორი: *თ. მჭედლიშვილი*

რეცენზენტები: *ლ. გიგინეიშვილი, თ. მეგრელიძე*

კომპიუტერული უზრუნველყოფა: ე. ზარიძე

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2016
ISBN

<http://www.gtu.ge/publishinghouse/>



Verba voland
scripta manent

ყველა უფლება დაცულია. ამ წიგნის არც ერთი ნაწილი (იქნება ეს ტექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) არანაირი ფორმით და საშუალებით (იქნება ეს ელექტრონული თუ მექანიკური), არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

შესავალი

ბოლო პერიოდში მერქნის და მერქნული მასალების დასამუშავებელმა ჩარხებმა და ინსტრუმენტებმა, რომლებიც შეტანილია ტექნიკური უმაღლესი სასწავლებლების სახელმძღვანელოებში, განიცადეს შესამჩნევი პროგრესი ტექნოლოგიაში და მერქნის მექანიკური დამუშავების ტექნიკაში.

ტექნიკური მოთხოვნების კომპლექსის გათვალისწინებით რაციონალური სტრუქტურის საპოვნელად და გასაუმჯობესებლად მნიშვნელოვანი კონსტრუქციული ცვლილებები განიცადეს მრუდწირული რთულპროფილიანი დეტალების დასამუშავებლად, მექანიკური, ჰიდრომექანიკური და ელექტროჰიდრომექანიკური მოთვალთვალე სისტემებით აღჭურვილმა მაკოპირებელმა ჩარხებმა და საჩარხო სისტემებმა, ჩარჩოხერხებმა, ლენტახერხიანი, მერქნის ტექნოლოგიურ ნაფოტად დასაქვცმაცებელმა ფართო-ლენტებიანმა სახერხმა ჩარხებმა და სხვა. მნიშვნელოვნად გაიზარდა მათი მწარმოებლობის პარამეტრები, აგრეთვე მექანიზაციისა და ავტომატიზაციის დონე.

აღნიშნული ცვლილებებისა და გაუმჯობესებების გათვალისწინებით და, არსებული მეთოდური მოსაზრებებიდან გამომდინარე, ჩარხების და საჩარხო სისტემების შესწავლის პრინციპი ჩამოყალიბებულია არა კონსტრუქციული ნახაზებიდან, არამედ, განზოგადოებული და გამარტივებული სქემების მიხედვით, რომლებიც იძლევიან წარმოდგენას მანქანის ტექნოლოგიური და საერთო კონსტრუქციული არსის შესახებ, რაც სტუდენტს დამატებით აძლევს მექანიზმების და მოწყობილობების მუშაობის პრინციპებისა და კონსტრუქციის გაანალიზების საშუალებას. აღნიშნული გამართლებული და შეპირობებულია იმითაც, რომ ხანგრძლივდება სასწავლო მასალის დაძველებისაგან დაცვა, იმის მიუხედავად, მოხდება თუ არა ჩარხების მოდელების დაძველება და ახლით შეცვლა. ამ მოსაზრებებით სახელმძღვანელოში, ჩარხების ტიპების თითოეული ჯგუფისათვის ჩამოყალიბებულია ტექნოლოგიურ-კონსტრუქციული საკითხების კომპლექსი. განხილული თითოეული ჯგუფის ჩარხებისა და საჩარხო სისტემების მოცემული კლასიფიკაცია უზრუნველყოფს ზომების ფართო ტიპ-ზომების ფართო მოცვას ტიპური მოდელის განზოგადოებული განხილვის ბაზაზე.

კონსტრუქციული აღწერის გარდა, მოცემულია რაციონალური ჭრის და მიწოდების სიჩქარეების განსაზღვრის მეთოდები, აუცილებელი საჭირო სიმძლავრის, ტექნოლოგიური დაწნევის და იმ პირობების, რომლებიც უზრუნველყოფენ დამუშავების მაღალ

ხარისხსა და სიზუსტეს, ოპტიმალურ მწარმოებლობას, დარეგულირების მეთოდებსა და სამუშაოს მართვას. სტატიკისა და დინამიკის ზოგიერთი ძალური მახასიათებლების გარკვევა დაკავშირებული ჩარხების სპეციფიური მუშაობის პირობებთან, მიზნად ისახავს აიხსნას დინამიკისა და სტატიკის ზეგავლენა მანქანაში წარმოქმნილ პროცესებზე.

დოქტორანტებისა და მაგისტრანტებისათვის სახელმძღვანელოში შეტანილია ჩარხებისა და საჩარხო სისტემების ახალი სქემების ანალიზი და მათი მარეალიზებელი მიმყოლი მექანიზმებისა და მოწყობილობების კვლევის საკითხები: მეთოდებისა და მეთოდიკების დამუშავება, მათემატიკური და დინამიკური გამოკვლევა, რომელთა მიზანს წარმოადგენს რაციონალური სტრუქტურის პოვნა და მისი ცალკეული რგოლების პარამეტრების დადგენა.

სახელმძღვანელო შედგენილია სპეციალობის – „მერქნული მასალების დამუშავება“ პროგრამის მიხედვით და ქვეყნდება პირველად. გათვალისწინებულია და მხედველობაშია მიღებული ის საკითხები, რომლებიც გამოყენებულია მერქნული მასალების ჭრით დამუშავების სახელმძღვანელოებში. დიდი ადგილი აქვს დათმობილი ავტორების მიერ შექმნილი და დამუშავებული ჩარხების და საჩარხო სისტემების სქემების ანალიზს და მათი მარეალიზებელი მიმყოლი მექანიზმებისა და მოწყობილობების კვლევის საკითხებს, სადაც გამოყენებულია მათ მიერ გამოქვეყნებული სამეცნიერო შრომები. აღნიშნული შრომების სიმრავლის გამო გადაწყდა სახელმძღვანელო მომზადდეს სამ ტომად. აქედან პირველ ტომში მოცემულია ხისდამმუშავებელი ჩარხების საერთო მონაცემები, კერძოდ განხილულია ზოლურა და ლენტახერხიანი, აგრეთვე მრგვალხერხიანი ჩარხების კონსტრუქციები, მუშაობის – ექსპლუატაციის პრინციპები და მათი ტექნოლოგიური გაანგარიშებები. სახელმძღვანელო განკუთვნილია მერქნული მასალების დამუშავების მიმართულების უმაღლესი პროფესიული განათლების, ბაკალავრების, მაგისტრანტების და დოქტორანტებისათვის.

წინასწარ ვუხდით მადლობას ყველა იმ პირს, ვინც გამოგვეხმარება ჩვენს გამოცემასთან დაკავშირებით.

გამოცემის და შენიშვნები გამოავაზანეთ მისამართზე: თბილისი, კოსტავას 70, სტ/შ, I კორპუსი, სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი, სატყეო-ტექნიკური დეპარტამენტი.

ავტორები

თა80 I

ჩარხების კონსტრუქცია და მერქნის მექანიკური დამუშავების მეთოდები

1.1. მერქნის და მერქნული მასალების ჩარხებზე მექანიკური დამუშავების ტექნოლოგიური პრინციპები

მექანიკური დამუშავების დროს მერქნის პირველადი ნედლეულისაგან ან მერქნული მასალებისაგან (ფანერა, ფილები და მერქნული პლასტიკატები) დებულობენ განსაზღვრული ზომების, ფორმების და ხარისხის დეტალებსა და ნაკეთობებს, აგრეთვე აწყობილ კვანძებსა და ნაკეთობებს აძლევენ საბოლოო ფორმას და ზომებს.

დამუშავების პროცესების მრავალსახეობაზე, დასამუშავებელი ნამზადების და მიღებული პროდუქციის სახეებისა და ზომების, აგრეთვე ხისდამუშავებელი მოწყობილობების საერთო ხასიათზე დაყრდნობით განიხილება მერქნის ჭრით დამუშავების საერთო ტექნოლოგიური სქემა მორიდან საბოლოო პროდუქციამდე.

მორს აქვს წაკვეთილი კონუსის არამრგვალი კვეთის ფორმა წოწებით (საშუალოდ 1-3 მ), ჩვეულებრივ დამახინჯებული გრძივი მრუდწირულობით, კორძებითა და გამსხვილებებით წოწების მოკვეთის არეში. ზომები (დიამეტრი 14-50 სმ და მეტი, სიგრძე 2,5-7 მ, მასა 50-700 კგ), რთული ფორმა და დეფექტები როკების, დამპლობის და სხვა სახით განსაზღვრავენ მორის პირველადი დამუშავების ტექნოლოგიას და დამამუშავებელი ჩარხების ძირითად მახასიათებლებს, აგრეთვე სატრანსპორტო და დამტვირთავ-განმტვირთავ საშუალებებს.

მორები რიგ შემთხვევებში ექვემდებარება გაქერქვას. ქერქს აცილებენ ხე-ტყის გადამამუშავებელ ქარხნებში. ქერქის წინასწარი მოხსნის მიზანდასახულობა დაკავშირებულია საჭრისების დაბლაგვების შემცირებასთან, მისი შემდგომი დამუშავების დროს მორის მინერალებით დაბინძურებული გარე ზონის მოცილების საშუალებით; გარდა ამისა გაქერქილი მერქანი იძლევა ქერქით ნარჩენებს ბურბუშელის, ნახერხის და ჩამონატრების სახით, რომლებიც შემდგომ გამოიყენება როგორც მეორადი ნედლეული ცელულოზის, მერქნის ფქვილის და დაწნეხილი ფილების წარმოებისათვის.

გარკვეული დამუშავების შემდეგ მორი შეიძლება გამოყენე-

ბული იქნას ბოძების მისაღებად, რომლებიც გამოიყენება საინჟინრო კონსტრუქციებში.

ნახ. 1.1-ზე წარმოდგენილია მერქნის მექანიკური დამუშავების საერთო ტექნოლოგიური სქემა.

ისარი I გვიჩვენებს მორების დამუშავებას ნაწილებად დაყოფის გარეშე, ისარი II დამუშავების ტექნოლოგიურ სქემას მოკლე ნაჭრებად დაყოფის დროს და ისარი III დამუშავების სქემას ფიცრებად და ძელებად გამოჭრის დროს.

გაუქერქავი 1 ან გაქერქილი 2 დერო შეიძლება გამოიწაროს 3. სამშენებლო მიზნისათვის მასში იღებენ ნახევრადწრიულ კილოებს 4, აწარმოებენ ოთხკანტიან დამუშავებას ან ჩამოჭრას 5, ხოლო ბოლოებში ასრულებენ კოდურ ამოჭრებს 6 კუთხით შესაკვრელად.

მორების დიდი ზომების გამო მოცემული ტექნოლოგიით დამუშავებისათვის საჭიროა მძიმე სახარხო მოწყობილობა, რომელიც ძირეულად განსხვავდება ანალოგიური მოწყობილობისაგან, რომლის დახმარებითაც მუშავდება მოკლე წვრილი ძელები.

იმავე სქემაზე II ისრით ნაჩვენებია მექანიკური დამუშავების პროცესების ჯგუფი მორის სიგრძეში მოკლე ნაწილებად (კოტრებად) წინასწარი დახერხვით, რომელთა სიგრძე ჩვეულებრივად შეადგენს 0,5-3 მ.

კოტრებს ხერხავენ შპალებად 8 ან ფირფიტებად, აგრეთვე აწარმოებენ მის პობას სხვადასხვა დანიშნულების ნამზადებად 9.

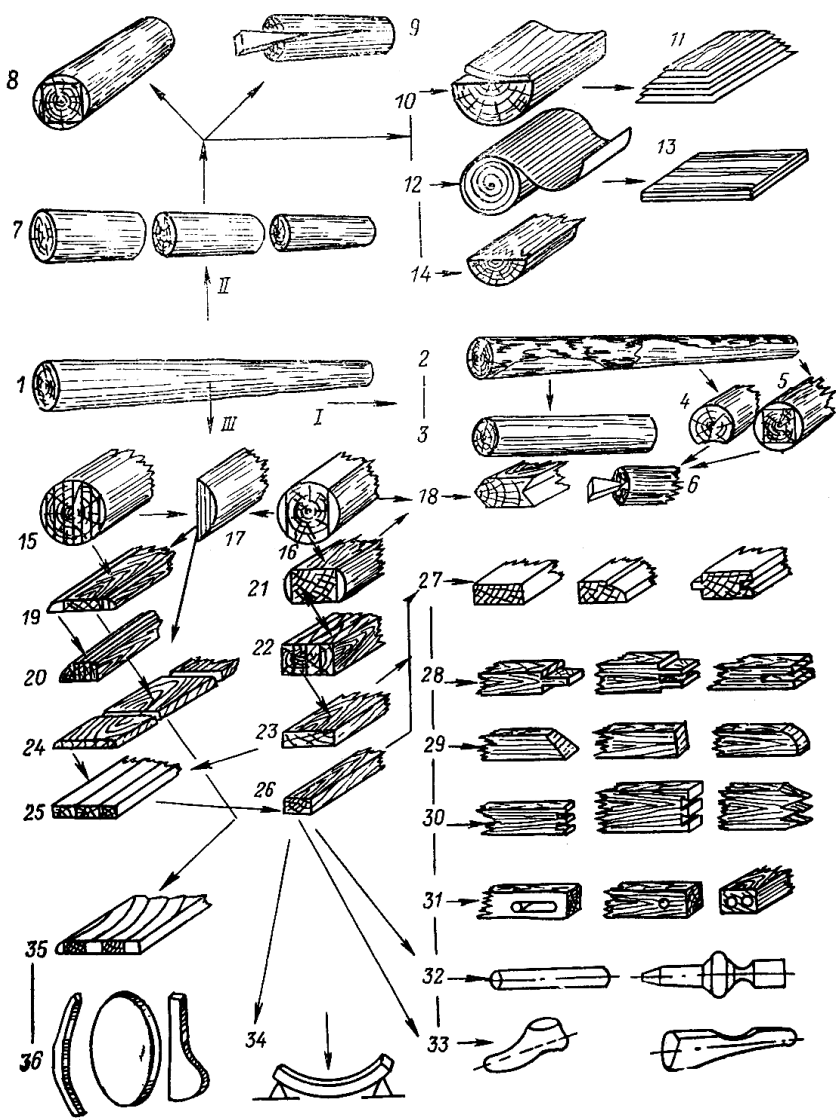
განივი რანდვის გზით კოტრისაგან ღებულობენ მოსაპირკეთებელ შპონს, ან ტარის ფიცარს 10 და 11, ხოლო გრძივი რანდვით – მერქნის შესაფუთ ბურბუშელებს 14.

ახლით 12, რომლის დროსაც მბრუნავი კოტრი იჭრება დანით, იშლება ფურცლად, როგორც ქაღალდის რულონი, შედეგად მიიღება 1-5 მმ სისქის ახლილი შპონი.

ახლილ შპონს ჭრიან მაკრატლით ფორმატისეულ ფურცლებად რომლებიდანაც აწებებენ შეწებილ ფანერას 13 ან სხვა სახის ფენოვან მერქანს. მოსაპირკეთებელ გარანდულ შპონს ჭრიან და აშალაშინებენ გრძივ წიბოებზე, შემდგომ საჭირო სივანის ფურცლების სახით დასაწებებლად.

ფურცლოვან მასალებს – გარანდულ შპონს, დაწებებულ ფანერას, მერქანბოჭკოვან ფილებს ამუშავებენ ჭრით, მათ შორის ტვიფრით ამოკვეთით ფიგურული ნაკეთობების მისაღებად.

ისარი III გვიჩვენებს მექანიკური დამუშავების პროცესების ჯგუფს, მორის წინასწარი გრძივი დახერხვის გზით დახერხილი მასალის მისაღებად. ამასთან ღებულობენ ჩამოუგანავ ფიცრებს 15,



ნახ. 1.1. ჩარხებზე მერქნული მასალების მექანიკური დამუშავების საერთო ტექნოლოგიური სქემა

ორკანტიან ძელებს 16 და ნაგვერდულებს 17. ორკანტიან ძელებს ზოგჯერ ამუშავებენ სამკუთხა კილოს და ქიმის 18 წარმოქმნით. უფრო ხშირად ძელებს ჭრიან ან ორ ნაშურ კანტზე 21, ან ხერხავენ ჩამოგანილ ფიცრებად 22.

ჩამოუგანავი ფიცრები მორის გახერხვის შედეგად წარმოადგენს ნედლეულს სხვადასხვა წარმოებისათვის ან დაიხერხება ჩამოგანილ ფიცრებად 19. ამის შემდეგ დარჩენილი ლარტყები 20 დაიხერხება წვირდ თამასებად.

ნაგვერდულებს (ყუაფიცრები) უფრო მეტი გამოყენებისათვის ჭრიან (ანაწილებენ) თხელ ფიცრებად 17. ნაგვერდულებს და წვირდ ლარტყებს ხშირად აქუცმაცებენ სანაფოტებელ მანქანებზე. ტექნოლოგიურ ნაფოტად ცელულოზის, მერქანბურბუშელოვანი ფილების და მერქანბოჭკოვანი ფილების საწარმოებლად.

დახერხილ მასალებს ჩამოგანილ ან ჩამოუგანავი ფიცრების სახით გამოჭრიან სიგანეზე 24 ან სიგრძეზე 25 მოკლე ძელურ ნამზადებად, რომლებიც ისევე, როგორც ზოგიერთ შემთხვევაში ჩამოგანილი ფიცრები 23 მიეწოდებიან ჩარხებზე საჭირო განივი კვეთის ფორმირებისათვის 27, ზუსტი ზომებით და სუფთა ზედაპირით.

ძელური დეტალებისათვის (სიგრძით 300-2000 მმ, სიგრძით 10-120 მმ და სისქით 10-80 მმ) გათვალისწინებულია ბოლოების დამუშავება კოტების ან ყუნწების სახით 28, ზუსტი დატორსვა სწორი ან ირიბი კუთხით ან მომრგვალებული ტორსის 29 წარმოქმნით, ყუთისებური სწორებით, მერცხლისკუდა ფორმის და დაკბილული შესაპირისპირებელი კოტების 30 ფორმით. ბუდეები (კილოები), აგრეთვე მრგვალი ნახვრეტები 31 დამახასიათებელია მნიშვნელოვანი რაოდენობის დეტალებისათვის.

ძელური ნამზადები გამოიყენება აგრეთვე სახარატო ჩარხებზე ბრუნვითი სხეულების 32 დეტალების მისაღებად ცილინდრული ან ფასონური მსახველებით.

დეტალები და ნაკეთობები, რომლებიც შემოფარგლულია სივრცითი მრუდწირული ზედაპირებით, იქმნება მოცულობითი კოპირების 33 გზით (ასევე ღებულობენ მხატვრულ ორნამენტებს).

ცალკე ჯგუფს შეადგენენ ბრტყელი დეტალები და ნაკეთობები, შემოფარგლული მრუდწირული კონტურებით (სკამის უკანა ფეხები, ოვალური სახურავები და ა.შ.). მრუდწირულ დეტალებს ღებულობენ ორი გზით – მოღუნვით 34 და ფიცრებისაგან მრუდწირულ კონტურზე გამოჭრით 35 შემდგომი მრუდწირული ზედაპირების 36 გაფრეზვით.

ჭრით მექანიკური ბოლო ოპერაციას წარმოადგენს დეტალის

ზედაპირებისათვის სიგლუვის მინიჭება, რაც უპირატესად ხორციელდება აბრაზიული ელემენტებით ხეხვით, ან 0,03-0,1 მმ სისქის ბურბუშელის მოხსნით ციკლოვის მეთოდით (რანდვით).

ნატურალური მერქნის გარდა, მექანიკურ დამუშავებას გადის მერქნული მასალები – ფანერა, საღურგლო, ბურბუშელოვანი, მერქანობჭკოვანი, მერქანფენოვანი ფილები, აგრეთვე დაწნეხილი მერქანი და მერქნის ნაწილაკებისაგან დაწნეხილი დეტალები. ამ მასალებს ფრეზავენ, ბურღავენ, ჩარხავენ და ხეხავენ.

სპეციალურ მოწყობილობებზე მექანიკურ დამუშავებას გადიან აწყობილი კვანძები და ნაკეთობები, რომლებსაც შეიძლება ჰქონდეთ სხვადასხვანაირი ფორმები და ზომები.

დიდი მნიშვნელობა შეიძინა არასაქმიანი მერქნის ან საწარმოო ნარჩენების ნაწილებად დაქუცმაცებამ, რომლებიც შემდეგ გამოიყენება როგორც ნედლეული პლასტმასისა და ფილების და, აგრეთვე როგორც ნედლეულმა ქიმიური წარმოებისათვის.

დასამუშავებელი მერქნული მასალების ზომებისა და ფორმების, აგრეთვე ტექნოლოგიური პროცესების და მიღებული პროდუქციის ფორმების მრავალსახეობა ასაბუთებს სხვადასხვა სახეობის საჩარხო მოწყობილობების საჭირო აუცილებლობას მერქნის მექანიკური დამუშავებისათვის.

1.2. მერქნის და მერქნული მასალების მექანიკური დამუშავების მეთოდები

მერქნის მექანიკური დამუშავება ხორციელდება ჭრით, პობით, წნევით, მსხვრევით, ხეხვით.

მერქნის ჭრით დამუშავების დროს კავშირი მასალის ნაწილებს შორის ირღვევა მკაცრად მოცემული მიმართულებით, როცა დასამუშავებელი ობიექტი იყოფა ნაწილებად ბურბუშელის წარმოქმნით ან მის გარეშე. ბურბუშელად ჩვეულებრივ გულისხმობენ მერქნის ნაწილს, რომელიც საჭრისით მოცილების პროცესში განიცდის დამახასიათებელ დეფორმაციებს (შეკუმშვას, შეკლებას, ღუნვას, დახლეჩვას).

ამ თვალსაზრისით ბურბუშელას წარმოადგენენ ნაწილაკები, რომლებიც ჩამოეჭრებიან ხერხვის, რანდვის, ფრეზვის, ბურღვის, მსხვრევის, დაშლის, ხეხვის, აგრეთვე ფიცარსაჭრელ ჩარხებზე განივი რანდვის დროს ჩამოჭრილი თხელი ფიცრები, ყავრის ფიცრები და ა.შ.

მერქნის ნაწილები, რომლებიც მოცილებულია მაკრატლებით ან ამოსაკვეთი შტამპით, არიან მონაჭრები.

მათი მოცილების პროცესში ძირითადად ადგილი აქვს დრეკად ზედაპირულ დეფორმაციებს. ბურბუშელისა და მონაჭრების მოცილების დროს დეფორმაციების სხვადასხვა ხასიათი განაპირობებს ჭრის ბურბუშელის წარმოქმნით და მის გარეშე პროცესებს შორის განსხვავებას.

გაპობა – მერქნის გაყოფა ფენების მიხედვით.

ცხრილი 1.1

მერქნის მექანიკური დამუშავების მეთოდები

დამუშავების მეთოდი	პროცესები	შენიშვნა
ჭრა: ბურბუშელის წარმოქმნით	ხერხვა, რანდვა, დაშლა, ფრეზვა, ბურღვა, ტეხვა, ხარატება, ხეხვა	პროცესი გამოიყენება მერქნის მექანიკური დამუშავების დროს
უბურბუშელო	ტვიფრვა-ამოკვეთა, მაკრატლით ან დანით გაჭრა.	ფანერის და სხვა ფურცლოვანი მასალების დამუშავება.
დაპობა	თხელი საჭრისით – ფირფიტით გაჭრა (გიბროჭრა) სოლით ფენებად დაყოფა	მეთოდმა ჯერ არ მიიღო საწარმოო გაგრძელება
დაწნევა	ლუნვა, დაწნეხვა	მეთოდი გამოიყენება ხეცის დამამზადებელ წარმოებაში და იშვიათად ხეცის დამუშავებაში
დამსხვრევა	დარტყმითი დამსხვრევა, აბრაზიული ცვეთა (დაფქვა)	პროცესები სრულდება წნეხებზე და ეკუთვნის სპეციალური წარმოების ვიწრო წრეს პროცესები გამოიყენება პლასტმასის, კარტონის და მერქანბოჭკოვანი ფილების წარმოების დროს

წნევით დამუშავება, ღუნვის ან დაწნევის გზით, ცვლის მერქნის ფორმას. მერქნის მცირე პლასტიკურობასთან დაკავშირებით უკანასკნელმა ხერხმა ვერ მიიღო საგრძნობი გაგრძელება.

განსაკუთრებით დგას საკითხი მერქნის მსხვრევის პროცესთან დაკავშირებით, რომლის დროსაც ნაწილებად დაყოფა წარმოებს არა ორგანიზებულად, ნაწილების მოცემული გეომეტრიის დაცვის გარეშე, ჩვეულებრივად მასალის უფრო მეტად სუსტი მიმართულებით. ასეთ პროცესს ადგილი აქვს დარტყმითი მსხვრევისა და აბრაზიული დაფქვის დროს.

ცხრილში 1.1 მოცემულია მერქნული მასალების მექანიკური დამუშავების კლასიფიკაცია.

მიუხედავად იმისა, რომ ჭრის დროს მერქნის ნაწილი გადაიქცევა ბურბუშელად, ამ მეთოდის შეცვლა უფრო პროგრესულ-დაწინეხვით ან ლითონის დამუშავებაში მიღებული ჩამოსხმისა და ტვიფრვის მეთოდების გამოყენებით გართულებულია, მერქნის სპეციფიური თვისებებისა და მისი ორგანული წარმოშობის გამო.

ნატურალური მერქნის პლასტიკურობის თვისება ძალიან დაბალია, ხოლო მაღალი ტემპერატურის დროს ირღვევა, ამიტომ მერქნის ბუნებრივი თვისებების მნიშვნელოვანი ცვლილების გარეშე შენარჩუნება შესაძლებელია მერქნის ჭრით დამუშავების დროს.

თა80 II

ჩარხების სტრუქტურა

2.1. ჩარხი, როგორც მუშა მანქანა

ხის დამამუშავებელი მჭრელი ჩარხი, როგორც მუშა მანქანა წარმოადგენს მექანიზმების შეუღლებას, რომლებიც ასრულებენ აუცილებელ მოძრაობებს გარკვეული სამუშაოს შესასრულებლად.

მუშა მანქანის დახმარებით იცვლება ფორმა, ზომები, თვისებები და სამუშაო ობიექტების მდგომარეობა. ხე-ტყის მჭრელი მუშა მანქანები, რომლებიც ცვლიან მერქნის ზომებსა და ფორმას, უწოდებენ ჩარხებს, იმ დროს როცა დაწნევის მეთოდით მომუშავე მანქანებს უწოდებენ წნეხებს.

დამხარისხებელი ან დასტამწვობი მანქანები იწოდებიან უბრალოდ მანქანებად, ხოლო მანქანები, რომლებიც დასამუშავებელ ობიექტზე ახორციელებენ ფიზიკო-მექანიკურ ზემოქმედებას აპარატები. პრაქტიკაში ამ დასახელებებს არა აქვთ ნამდვილი საზღვრები. ასე, ჩარჩო-ხერხს უწოდებენ ჩარხს, ხოლო ზოგჯერ ხე-ტყის სახერხს მანქანას; იგივე შეიძლება ითქვას შპონის მწარმოებელი დამშლელი მანქანები.

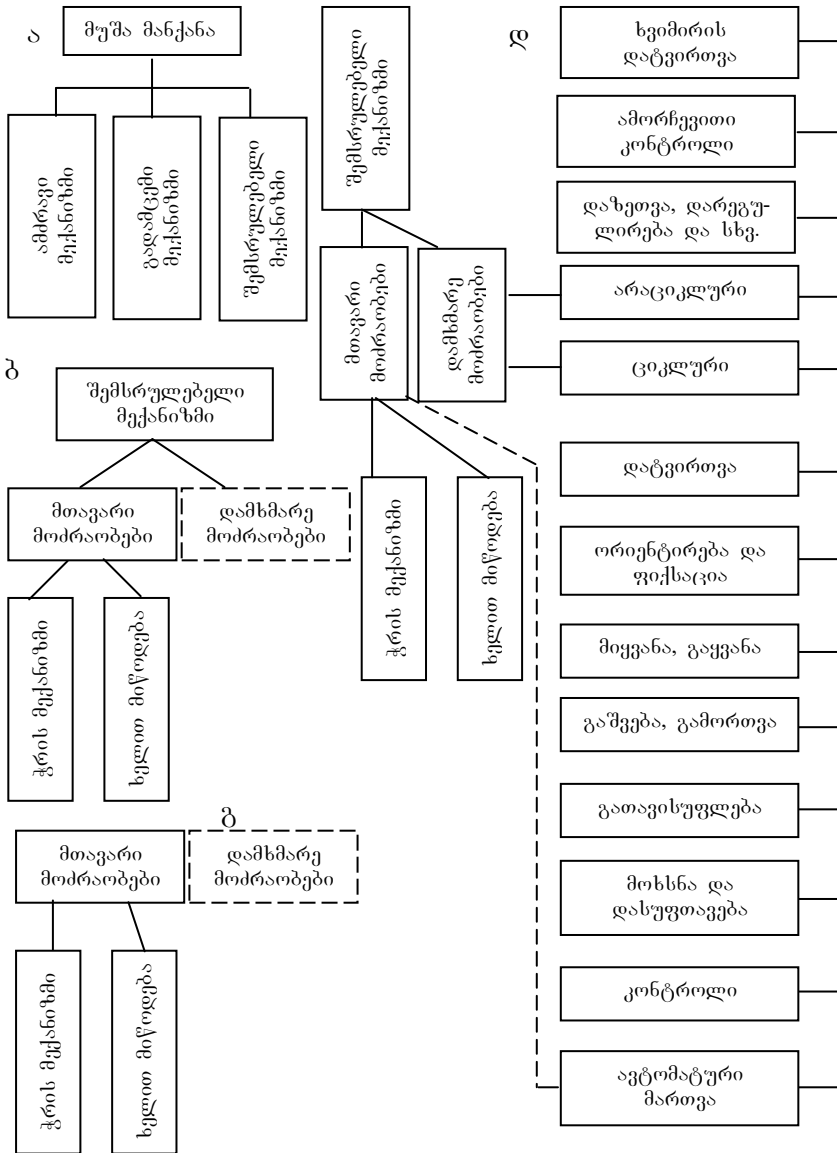
ჩარხზე (მანქანაზე) დამუშავების დროს ხდება დასამუშავებელ ობიექტსა და მუშა ორგანოებს შორის ურთიერთმოქმედება.

მუშა ორგანოები იყოფა მთავარ და დამხმარედ.

მთავარი (დამამუშავებელი) ორგანოები ასრულებენ მოძრაობებს, რომლებიც საზღვრავენ დამუშავების პროცესს, მაგალითად ჭრას, მიწოდებას, ხოლო დამხმარეები ასრულებენ ბაზირების, მიმართულების, დაჭერის, ფიქსაციის, დატვირთვა-გადმოტვირთვის, მარეგულირებლის, საკონტროლო და სხვა ფუნქციებს, რომლებიც თანხვედრიან დამუშავებას.

მუშა ორგანოები, ისევე როგორც დასამუშავებელი ობიექტი, შეიძლება ორივე იყოს მოძრავი, ან ერთ-ერთი მათგანი უძრავი. მათი ურთიერთმოქმედება ხორციელდება ფარდობითი მოძრაობის დროს.

მექანიკური დამუშავება ხორციელდება მხოლოდ იმ შემთხვევებში, თუ მუშა ორგანოს მხრიდან მოქმედებენ განსაზღვრული ძალები, რომლებიც გადალახავენ დასამუშავებელი ობიექტის ტექნოლოგიურ წინააღმდეგობებს. ამიტომ ურთიერთმოქმედება მუშა ორგანოსა და დასამუშავებელ ობიექტს შორის ყოველთვის ხასიათდება ორი ძირითადი პარამეტრით – კინემატიკური და



ნახ. 2.1. ხის დამამუშავებელი ჩარხების სტრუქტურული სქემები: ა – საერთო; ბ – ნახევრადმექანიზირებული ჩარხის შემსრულებელი მექანიზმის; გ – იგივე, მექანიზირებული ჩარხის; დ – მთავარი და დამხმარე მოძრაობების შემსრულებელი მექანიზმის მექანიზაციითა და ავტომატიზაციით

ძალური, რაც ვარაუდობს მუშა მანქანაში განსაზღვრული კინემატიკისა და სიმტკიცის მექანიზმების არსებობას.

ხის მჭრელი (დამამუშავებელი) ჩარხი, როგორც ყველა მუშა მანქანა, შედგება სამი მექანიზმისაგან: ამძრავი, გადამცემი და შემსრულებელი.

ელექტრო, ჰიდრო, პნევმო და სხვა სახის ამძრავი მექანიზმები დანიშნულია მუშა მანქანებისათვის მამოძრავებელი ენერჯის მისაცემად.

გადამცემი მექანიზმი გადასცემს მოძრაობას ძრავიდან შემსრულებელ მექანიზმამდე და წარმოადგენს მექანიკურ ან სხვადასხვა ტიპის გადაცემებს.

შემსრულებელი მექანიზმი ხშირად ასრულებს მხოლოდ დამამუშავებისათვის აუცილებელ (ჭრა ან მიწოდება) მუშა მოძრაობებს. ხოლო დამხმარე სამუშაოები სრულდება მუშის მიერ ხელით.

შემსრულებელი მექანიზმის მთლიანი განვითარება, როცა ჩარხი მექანიკურად აწარმოებს ყველა მუშა ოპერაციას, რომლებიც ადრე იწარმოებოდა მუშის მიერ, ანუ ოპერაციებს, რომლებიც აუცილებელია მასალის უშუალო დამამუშავებისათვის და მასთან დაკავშირებულ დამხმარე სამუშაოებთან დამამუშავებას მიეყვებათ ავტომატურ მუშა მანქანასთან.

ნახ. 2.1-ზე ნაჩვენებია ხის დასამუშავებელი ჩარხების სტრუქტურული სქემები.

საერთო სქემა ნახ. 2.1,ა გვიჩვენებს სამი მთავარი მექანიზმის აუცილებელ არსებობას, რომელიც დამახასიათებელია ყველანაირ მუშა მანქანისათვის. ნახ. 2.1,ბ სქემა ახასიათებს ჩარხების შემსრულებელ მექანიზმს მექანიზმული მიწოდებით, მხოლოდ ზოგიერთი დამხმარე ოპერაციების ხელით შესრულებით. ნახ. 2.1,დ სქემა გვიჩვენებს სრულად მექანიზირებული ჩარხის შემსრულებელი მექანიზმის სტრუქტურას.

შემსრულებელი მექანიზმების მოძრაობები ავტომატური ხდება მხოლოდ ავტომატური მართვის მექანიზმის არსებობის დროს, რაც განაპირობებს მოცემულ თანმიმდევრობას და ამ მექანიზმების მოძრაობების ურთიერთკავშირს.

2.2. ფუნქციონალური მექანიზმების სახეები ჩარხებში

ჩარხის სტრუქტურაში, როგორც მუშა მანქანაში, ძირითადად წარმოადგენენ შემდეგი მექანიზმები და ელემენტები: ჭრისა და

მიწოდების, ბაზირების, დამხმარე მოძრაობების, ამძრავი, გადამცემი, მარეგულირებელი ან მმართველი მოწყობილობები, საყრდენი ელემენტები და უსაფრთხოების მოწყობილობები.

განასხვავებენ ჭრის მექანიზმების სამ ძირითად სახეს: ბრუნვითი მოძრაობების შპინდელის სახით (ლილვების), რომლებიც მჭრელ იარაღთან ან დასამუშავებელ ნამზადთან ერთად ატარებენ; წინსვლით-უკუსვლითი არათანაბარი მოძრაობით (ჩარჩოხერხი); წინსვლით-უკუსვლითი თანაბარი მოძრაობით და რვეერსირებით მოძრაობის ბოლოებში (ფანერაასათლელი ჩარხის სუპორტი).

მიწოდების მექანიზმები. განასხვავებენ ფრიქციული მოქმედების მექანიზმებს მიმწოდებელი ვალცების სახით და კონვეიერებს, აგრეთვე მერქანზე ხისტი უშუალო მოქმედების კონვეიერებს (მაგალითად, ჯაჭვური კონვეიერების საბიძგელები) ან სუპორტები, ურიკები და კარუსელური მაგიდები – მათზე დამაგრებული ნამზადებით.

მოძრაობის ხასიათის მიხედვით მიწოდება შეიძლება იყოს თანაბარი ან არათანაბარი მოძრაობით, სწორხაზოვანი და მრუდხაზოვანი, ჩაკეტილი ან ღია ტრაექტორიით.

ბაზირების ელემენტები არიან გადაადგილების პროცესში მორინტირებელი (ფილები, სახაზავები, საყრდენები, წკირები, მაცენტრებელი მოწყობილობები და სხვა), მომჭერი (დამაფიქსირებელი) და მიმჭერი (ზამბარული, ჰიდრაულიკური, პნევმატიკური და სატვირთო-გრავიტაციული მოქმედების), რომლებიც დეტალის მუშა გადაადგილების პროცესში ახორციელებენ ორიენტაციის უცვლელობას.

დამრეგულირებელი ელემენტები უზრუნველყოფენ ტექნოლოგიური ელემენტების ზომიერ გადაადგილებებს (მჭრელი იარაღების ან ბაზირების ელემენტების) დამუშავების ან გადაადგილების მოცემულ ზომაზე, რომელიც შეპირობებულია აუცილებელი ტექნოლოგიური დაწოლით. ორივე შემთხვევაში დარეგულირების ზომა განისაზღვრება გაზომვით.

მოწყობილობები დარეგულირებისათვის შეიძლება იყოს ხელით მოქმედების, მექანიზირებული და პროგრამულ-დისტანციური.

დამხმარე ფუნქციონალური მექანიზმები ასრულებენ მრავალსახეობრივ ფუნქციებს. უფრო გაფრცვლებულია ჩასატვირთი და გადმოსატვირთი მექანიზმები და საკონტროლო მოწყობილობები. ჩასატვირთი მექანიზმები ივება ბუნკერების, სავაზნების, კონვეიერების, ასაწევი მაგიდების და პაკეტებში ჩამწყობების სახით. საკონტროლო მოწყობილობები, აკონტროლებენ ზომებს, ხარისხს,

ტექნოლოგიურ დაწოდებას, სინქარეს, ზღვრულ დატვირთვას, ჩარხის მექანიზმების მუშაობის პირობებს (საკისრების ტემპერატურას, ვიბრაციის ხარისხს და სხვა).

ამძრავი მექანიზმები ასორციელებენ მიწოდების, აგრეთვე ბაზირების და დამხმარე ფუნქციონალური მექანიზმების და ჭრის მუშა მთავარ მოძრაობებს.

გამოყენებული ენერჯის სახით განასხვავებენ ელექტრულს, ჰიდრავლიკურს და პნევმატიკურ ამძრავებს. ელექტრული ამძრავი შეიძლება იყოს ერთსიქარიანი, მრავალსიქარიანი, საფეხურებიანი და სიქარის უწყვეტი უსაფეხურო რეგულირებით. ჰიდრო და პნევმოამძრავებს აქვთ უსაფეხურო რეგულირება.

გაღამცემი მექანიზმები ემსახურებიან ამძრავი მექანიზმიდან მუშა ელემენტებზე მოძრაობების და ძალის გადაცემას. მათ ეკუთვნით ხრახნული, კბილანა, ღვედური, ჯაჭვური, ფრიქციული, დიფერენციალური გადაცემები, რედუქტორები, ვარიატორები, რეგერსორები. გადაცემის კოლოფები მექანიკურ გადაცემებში, აგრეთვე მუშა ცილინდრები, მკვეთარა გამანაწილებლები, წნევისა და სიქარის სარეგულირებლები და ა.შ. ჰიდრავლიკურ და პნევმოგადაცემებში.

საყრდენ ელემენტებს ეკუთვნიან ლილვების საყრდენები და სპეციალური მაგიდები.

ღვარები ჩარხებში ზიდავენ თავის თავზე ჩარხის ყველა ფუნქციონალურ და სხვა მექანიზმებს მათი ურთიერთმოქმედების შესაბამისობით; ისინი აგრეთვე ასრულებენ ვიბრაციების მიმდების და ჩარხის ფუნდამენტთან კავშირის როლს.

ხის დამამუშავებელი ჩარხების ღვარები ივება უპირატესად ჩამოსმული თუჯისაგან ან ფოლადისაგან, აგრეთვე შედუღებით. ამ უკანასკნელებს ძირითადად იყენებენ ერთეული მანქანების ან მცირე სერიის დამზადების დროს. ჩამოსხმული და შედუღებული ღვარების ვიბრაციების მიდების-ჩახშობის საშუალება ერთნაირია, თუ უზრუნველყოფილია კონსტრუქციის სათანადო სიხისტე.

ღვარებს ფორმის მიხედვით ანსხვავებენ მონოლითურს და ბლოკურს (ასაწყობი); უკანასკნელი დამახასიათებელია დიდი და განსაკუთრებით აგრეგატულ ჩარხებისათვის, აწყობილი დამოუკიდებელი აგრეგატებისაგან.

ლილვების საყრდენები ხის დამამუშავებელ ჩარხებში ზიდავენ, როგორც წესი, სწრაფმავალ მუშა შპინდლებს, რომლებსთვისაც იყენებენ ბურთულოვან რადიალურ-საბრჯენ ერთრიგის შპინდელის საკისრებს, ე.ი. მაღალი სიზუსტის კარგად დაბალანსირებული სეპარატორებით.

მუშა ლიღვების საშუალო სიჩქარეების დროს შეიძლება გამოყენებული იყოს ორრიგიანი სფერული ბურთულოვანი, ხოლო მძიმეებისათვის – გორგოლაჭოვანი საკისრები.

იშვიათად გვხვდება ნემსისებური გორვის საკისრები მცირე დიამეტრის ლიღვების საყრდენებისათვის და მცირე ცენტრთა-შორის მანძილებიან სისტემებში.

გადამცემი და სხვა მექანიზმების ნელსვლიან ლიღვებს რიგ შემთხვევებში აქვთ სრიალის საკისრები.

რეგულირების ან მართვის მექანიზმების ძირითადი დანიშნულებაა, ხელის ან ავტომატური, ძირითადი დასარეგულირებელი ან რეჟიმული პარამეტრების რეგულირება: მიწოდების ან ჭრის სიჩქარეები, ჭრის კუთხეები, დამუშავების კოორდინატები ამძრავის დატვირთვისაგან, დამუშავების ხარისხის, მრგვალი ნამზადების ცვლადი დიამეტრის ან დახერხილი მასალის სიგანისაგან დამოკიდებულებით.

გასამართი რეგულირებები შეიძლება განხორციელდეს შკა-ლების და სიჩქარეთა კოლოფების მანქანებლების მიხედვით და აგრეთვე ვარიატორების სახელურების ან სამართავი დილაკების დახმარებით. ჩვეულებრივ სიჩქარეების რეგულირება (საფეხურებიანი) სრულდება საფეხურებიანი ბორბლების, შესაცვლელი კბილანების, წყვილი პოლუსების ან დენის სისშირის ელექტრული გადართვის საშუალებით. რეჟიმული პარამეტრების უსაფეხურო რეგულირებისათვის გამოიყენება მექანიკური ვარიატორები, მუდმივი დენის ტირისტორული მართვის სარეგულირებელი ელექტრო ამძრავები, სრიალის ქუროები და სხვა.

რეგულირება შეიძლება იყოს ციკლური, როცა ის სრულდება დამუშავების ერთი ციკლის ცვლადი პარამეტრების შესაბამისად, და ხანგრძლივ დროში, როცა გამოიკვეთება სამუშაო პირობების არაკანონზომიერი ცვლილებები, მაგალითად ნედლეულის ზომები სახერხს ჩარხებზე ან გარე ფაქტორებზე დაქვემდებარებული ოპერაციული მოცემულობები.

ციკლური რეგულირების მაგალითს წარმოადგენს ხის სახერხს ჩარხებზე მიწოდების სიჩქარის რეგულირება წოწების გათვალისწინებით ან შპონსახდელი ჩარხის შპინდელის ბრუნთა რიცხვისა და ჭრის კუთხეების რეგულირება ნედლეულის დიამეტრის მიმდინარე ცვლილებით.

ციკლური რეგულირება შეიძლება განხორციელდეს ხელით ან ავტომატურად ზუსტი პროგრამების საშუალებით (მუშტებით, თარგებით, პერფორუქებით, მაგნიტური ლენტებით და სხვა) ან მიმყოლი სისტემებით.

უფრო თანამედროვე ავტომატებს აქვთ ხანგრძლივი მართვა იმპულსური სისტემების საშუალებით და, ოპტიმალური პარამეტრების ამოხსნით სპეციალურ ელექტრონულ მმართველ მოწყობილობებზე, ელექტრო-გამომთვლელი მანქანების გამოყენებით.

2.3. ჩარხების კინემატიკური სტრუქტურა და სქემატურობა

ჩარხების შემსრულებელი რგოლები ახორციელებენ იარაღის ან დასამუშავებელი ნამზადის განსაზღვრული მოძრაობის უშუალო გადაცემას.

შემსრულებელ რგოლებს შორის კინემატიკურ კავშირს ეწოდებათ შიგა კინემატიკური კავშირები, ხოლო ამ რგოლების კავშირს მოძრაობის წყაროსთან – გარე კინემატიკური კავშირი.

კინემატიკური კავშირები შედგებიან ერთი ან რამოდენიმე მექანიკური, ჰიდრავლიკური, ელექტრული და სხვა კინემატიკური ჯაჭვებისაგან.

ნახ. 2.2,ა ნაჩვენებია რეისმუსის ჩარხის კინემატიკური სტრუქტურის სქემა, სადაც ჭრის შემსრულებელი მოძრავი რგოლი – დანითი ლილევი 1 დაკავშირებულია უძრავ რგოლთან შიგა კინემატიკური კავშირით, რომელსაც წარმოადგენენ ლილევის საკისრები. გარე კინემატიკური კავშირია ლილევიდან 1 ძრავამდე 3 გადაცემა. ამ ჩარხის მიწოდების შემსრულებელ მექანიზმს აქვს აგრეთვე უბრალო შიგა კინემატიკური კავშირი მოძრავი რგოლის მიმწოდებელი ლილევა-კის 4 უძრავ რგოლთან – წარმოდგენილი საკისრებით 5.

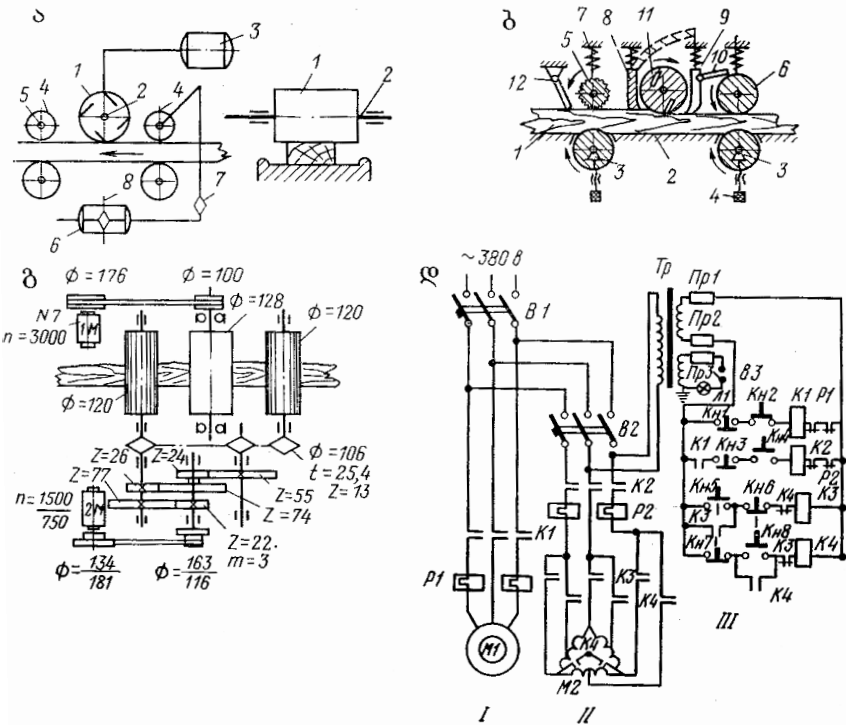
გარე კინემატიკური კავშირი წარმოდგენილია ძრავიდან 6 მიმწოდებელ ლილევაკამდე 4 გადაცემებით. ამ ჯაჭვში არის მექანიკური მართვის 7 სარეგულირებელი რგოლი სინქარეთა ყუთის სახით და, სარეგულირებელი რგოლი ელექტრული მართვის 8 ორსიჩქარიანი ელექტრო ძრავის სახით.

კინემატიკური სტრუქტურის სქემა გვიჩვენებს ჩარხის მექანიზმებს შორის საერთო კავშირების სქემას, მაგრამ არ იძლევა მის დაწვრილებით დახასიათებას.

კინემატიკური კავშირების დაწვრილებით დახასიათებას მექანიკური, ჰიდრავლიკური, პნევმატიკური და ელექტრული კავშირების დროს იძლევიან შესაბამისად მათი კინემატიკური სქემები.

ნახ. 2.2,ბ მოცემულია რეისმუსის ჩარხის კინემატიკური სქემა, რომელიც გვიჩვენებს ამძრავისა და ჭრის მიწოდების მექანიზ-

მების ელემენტების კონსტრუქციულ ხასიათს და რაოდენობრივ პარამეტრებს.



ნახ. 2.2. რეისმუსის ჩარხის კინემატიკური სტრუქტურა და სქემატურობა: ა - კინემატიკური სტრუქტურის სქემა; ბ - კინემატიკური სქემა; გ - ტექნოლოგიური სქემა; დ - ელექტრული სქემა; I - ჭრის ძრავას სისტემა; II - მიწოდების ძრავის სქემა; III - გაშვების და ბლოკირების სისტემა; B1, B2 - ავტომატური გამომრთველები; K1 - K4 - მაგნიტური გამშვები; P1, P2 - დენის თბური რელეები; M1 - ჭრის მექანიზმის ძრავა; M2 - მიწოდების მექანიზმის ძრავა (ორსიჩქარიანი) სამკუთხედიდან ორმაგ ვარსკვლავაზე გადართვით; T_p - ტრანსფორმატორი; Π₁₁- Π₁₃ - დამცველები; K_{ჩ1}- K_{ჩ8} - მართვის დილაკები

ტექნოლოგიური სქემა გადაცემის ჯაჭვების სქემებისაგან განსხვავებით გვიჩვენებს მუშა, მიმწოდებელი, ბაზირების, მიმჭერი და სხვა ელემენტების დასამუშავებელ ობიექტთან

ურთიერთქმედებას, რაც უზრუნველყოფს დამუშავების პროცესის ნორმალურ მიმდინარეობას და ჩარხების მაღალხარისხოვან საწარმოო და უსაფრთხო მუშაობას. რეისმუსის ჩარხის ტექნოლოგიურ სქემაზე (ნახ. 2.2,გ) ნაჩვენებია დასამუშავებელი დეტალი 1, რომელიც მაგიდაზე 2 ბაზირებულია სიმაღლეში ხრახნებით 4 რეგულირებადი გორგოლაჭებით 3. მიწოდება ხორციელდება წინა 5 და უკანა 6 ვალეცებით, რომელთა დაწოლა უზრუნველყოფილია ზამბარებით 7.

კარგი დამუშავება უზრუნველყოფილია ნამზადის საიმედო ბაზირებით და ვიბრაციის გამორიცხვით, რაც ხორციელდება წინა 8 და უკანა 9 მიმჭერების დაწოლის ძალის რეგულირებით და გასაწყობი სიმაღლით, აგრეთვე წინა მიმჭერის დრუბელით ბურბუშელის ალაგებით. ბურბუშელის დამუშავების ზედაპირზე ჩათეღვისაგან დამუშავების ზონის გადაღობვა წარმოებს უკანა მიმჭერის ამრეკლავი კედლითა და საჩეხით 10, რომელიც ფარავს ხერგელს უკანა მიმწოდებელი ლილგაკის წინ.

მუშაობის უსაფრთხოება მიიღწევა დანის ლილგის 11 სახურავით გადაღობვით, სამუხრუჭე ლარტყების 12 მოწყობილობით, რომლებიც აბრკოლებენ დეტალების ჩარხიდან გამოსროლას, მიმწოდებელი ვალეცების გადაღობვით სპეციალური ზემოფარგვლით, რომლებიც აგრეთვე იცავენ ხელების და ტანსაცმლის მიმწოდებელ ვალეცებში მოხვედრას.

რეისმუსის ჩარხის ელექტრული სქემა (ნახ. 2.2, დ) იძლევა ელექტროდენის კომუნიკაციებზე დაცვისა და ავტობლოკირების ჩართვის საშუალებებზე წარმოდგენას.

თავი III

ჩარხების კლასიფიკაცია

3.1. ძირითადი საკვალიფიკაციო კატეგორიები

დამუშავების მრავალფეროვნება, დასამუშავებელი მასალების ფორმა და ზომები, სიზუსტე და დამუშავების სისუფთავე, კინემატიკური ნიშან-თვისებები, ერთდროულად დასამუშავებელი ელემენტების რაოდენობა, უნივერსალობის ხარისხი, სპეციალიზაცია და ავტომატიზაცია წარმოადგენენ ჩარხების საკვალიფიკაციო ნიშან-თვისებებს (ნახ. 3.1).

გავრცელების ხარისხის ან ზოგადი დანიშნულების მიხედვით, განასხვავებენ ფართო გავრცელების ან საერთო დანიშნულებისა და სპეციალური წარმოების ჩარხებს.

პირველებს აქვთ გამოყენება სხვადასხვა წარმოებებში, მაგალითად მრგვალსახერხი ან საბურღი ჩარხები.

მაგალითად საკასრო ან საკოჭე, დამახასიათებელია მხოლოდ მოცემული წარმოებისათვის.

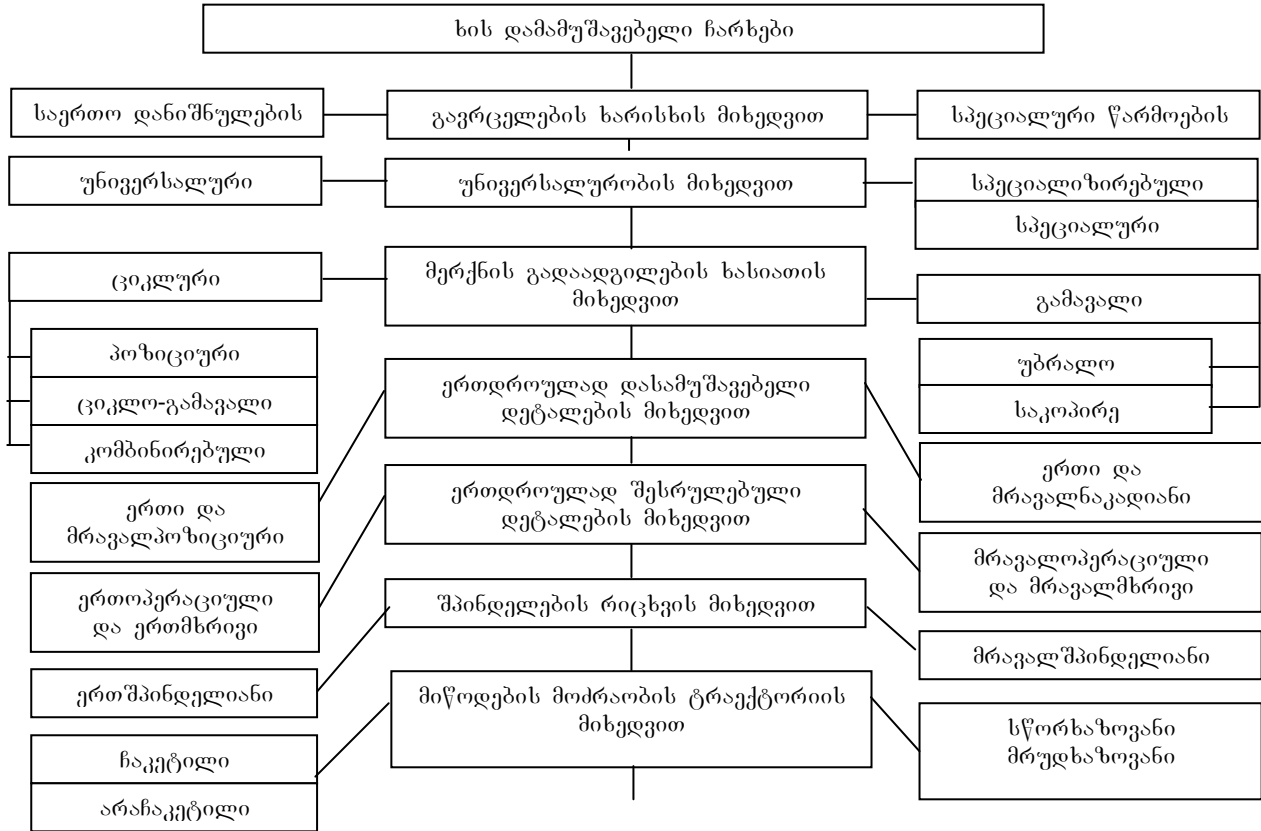
უნივერსალობის ან სპეციალიზაციის ხარისხის მიხედვით, ანსხვავებენ უნივერსალურ, სპეციალიზირებულ და სპეციალურ ჩარხებს.

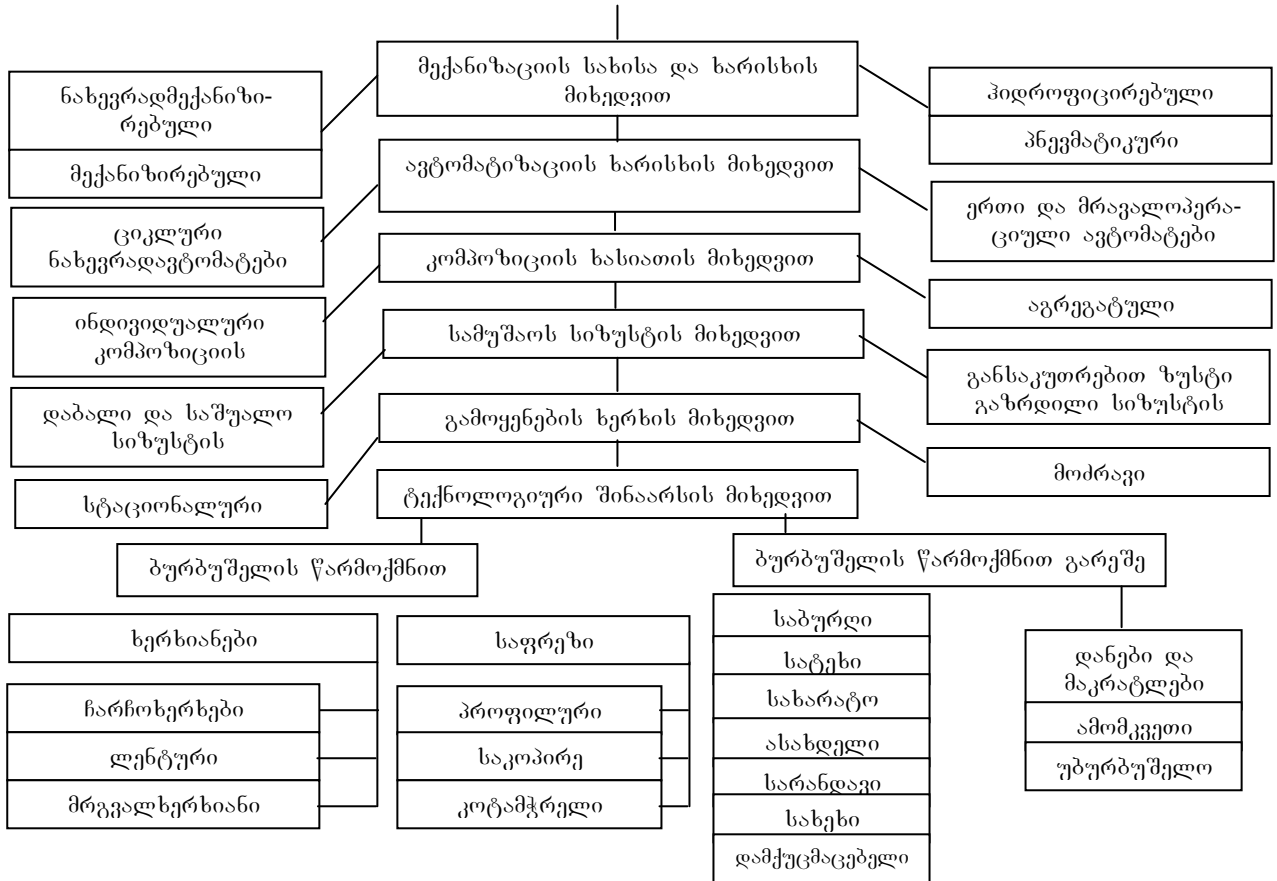
უნივერსალურ ჩარხებს ხასიათისა და ზომების მიხედვით შეუძლიათ შეასრულონ სხვადასხვა სამუშაოები. უნივერსალური ჩარხის მაგალითად შეიძლება დავასახელოთ ხელით მიწოდების საფრეზი ჩარხი, რომელზედაც შეიძლება შესრულდეს ბრტყელი, პროფილური, მრუდწირული, კოტასაჭრელი, საკოპირო საფრეზი და სხვა მთელი რიგი სამუშაოები.

არსებობენ ფართოუნივერსალური ჩარხები, რომლებიც აღჭურვილია სხვადასხვა უნივერსალური მიმართულებით საბრუნო შპინდლებით და აგრეთვე მოწყობილობებით, რაც იძლევა საშუალებას მასზე შესრულდეს სახერხი, საფრეზი, საბურღი და სხვა სამუშაოები.

სპეციალიზირებული ჩარხები (მაგალითად კოტასაჭრელი) ასრულებენ მხოლოდ განსაზღვრულ დამუშავებას, რომელთა ზომები შეიძლება შეიცვალოს ასაწყობის საშუალებით.

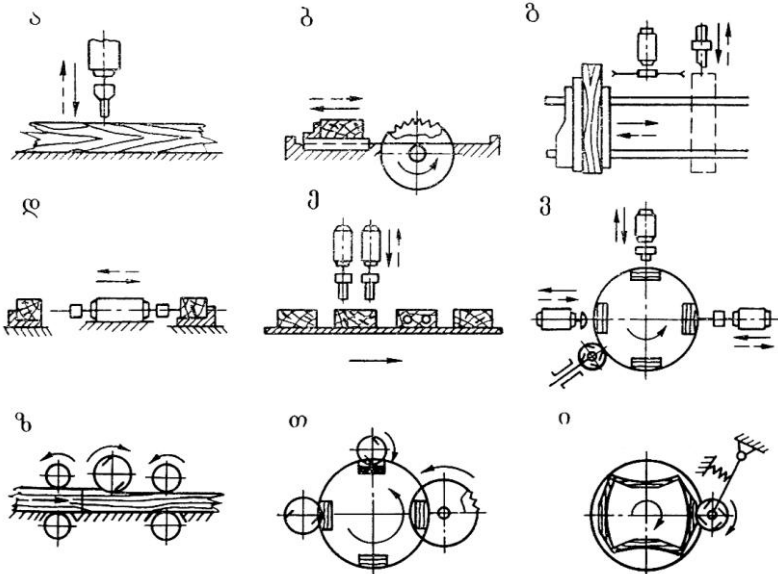
დასამუშავებელი დეტალის და მჭრელი იარაღის მიწოდების ფარდობითი გადაადგილების ხასიათის მიხედვით ჩარხები იყოფა ორ ჯგუფად: ციკლური-დეტალის ან საჭრისის წყვეტილი გადაადგილებით და გამჭოლი-დეტალის უწყვეტი გადაადგილებით. თითოეულ ჯგუფს აქვს სახეები და სხვადასხვა სახეობები.





ნახ. 3.1. ხისდამამუშავებელი ჩარხების საკლასიფიკაციო სისტემა

ციკლური ჩარხების დახმარებით (ნახ. 3.2, ა-ვ) დამუშავება შეიძლება წარმოებდეს დეტალის პოზიციაზე განხრების დროს – პოზიციური ჩარხები (ნახ. 3.2, ა) ან მისი მოძრაობის დროს, ე.ი. როცა დეტალი გადის მჭრელი იარაღის გვერდის ავლით – ჩარხები ციკლურგამავალია (ნახ. 3.2, ბ). თუ დამუშავება ხდება პოზიციაზეც, და გადაადგილების დროსაც, ჩარხებს ეწოდებათ ციკლურ-კომბინირებული ან პოზიციურ-ციკლურგამავალი (ნახ. 3.2, გ, ვ).



ნახ. 3.2. ციკლური და გამავალი ჩარხების სქემები:

- ა – ერთპოზიციური ციკლური საბურღი; ბ – ციკლურგამავალი ერთპოზიციური სატორსი მრავალადგილიანი; გ – იგივე, ორპერაციული სატორს-საბურღი; დ – ორპოზიციური საბურღი; ე – მრავალპოზიციური ოთხშპინდელიანი საბურღი; ვ – ოთხშპინდელიანი კომბინირებული ციკლურგამავალი, ჩაკეტილი წრიული მოძრაობით; ზ – გამავალი ერთშპინდელიანი (რეისმუსი); თ – გამავალი სამშპინდელიანი წრიული, ჩაკეტილი მოძრაობით; ი – საკორპე გამავალი ერთშპინდელიანი ჩაკეტილი წრიული მოძრაობით

ციკლურ ჩარხებზე შეიძლება ოპერაციების თანმიმდევრობითი ან პარალელური შესრულება. პირველ შემთხვევაში ეს ჩარხები ერთპოზიციურია, რადგანაც დეტალს პოზიციაზე შეუძლია მიეწოდოს მხოლოდ წინა დეტალის გავლის შემდეგ (ნახ. 3.2, ა, ბ, გ).

ოპერაციების პარალელური (ერთდროული) შესრულების ჩარხებისათვის შეიძლება მათი დროში დამთხვევა. დეტალი ამ შემთხვევაში იკავებს რამოდენიმე პოზიციის, ხოლო ჩარხებს ეწოდებათ მრავალპოზიციური (ნახ. 3.2, დ, ე, ვ).

გამავალი ჩარხები არის ჩვეულებრივი და საკოპირე. გამავალ ჩარხებში დეტალები ერთმანეთის მიყოლებით, უწყვეტ ნაკადად, დამუშავების მიმართულებით მიეწოდებიან მჭრელ იარაღზე (ნახ. 3.2, ზ, თ).

საკოპირე ჩარხებში უწყვეტად მოძრავი დეტალები მუშავებიან მჭრელი იარაღებით, რომლებსაც კოპირისაგან აქვთ დამატებითი მიწოდება დეტალის მოძრაობის პერპენდიკულარული მიმართულებით (ნახ. 3.2, ი). გამავალი ჩარხები ციკლურთან შედარებით უფრო მაღალმწარმოებლია.

ერთდროულად დასამუშავებელი დეტალების (საგნების) ან ნაკადების რაოდენობისაგან დამოკიდებულებით ციკლური ჩარხები იყოფა ერთადგილიან და მრავალადგილიან ჩარხებად, ხოლო გამავალი – ერთ და მრავალნაკადურად.

დამუშავების დროს გამოყენებული შპინდლების რაოდენობის მიხედვით განასხვავებენ ერთ და მრავალშპინდელიან ჩარხებს.

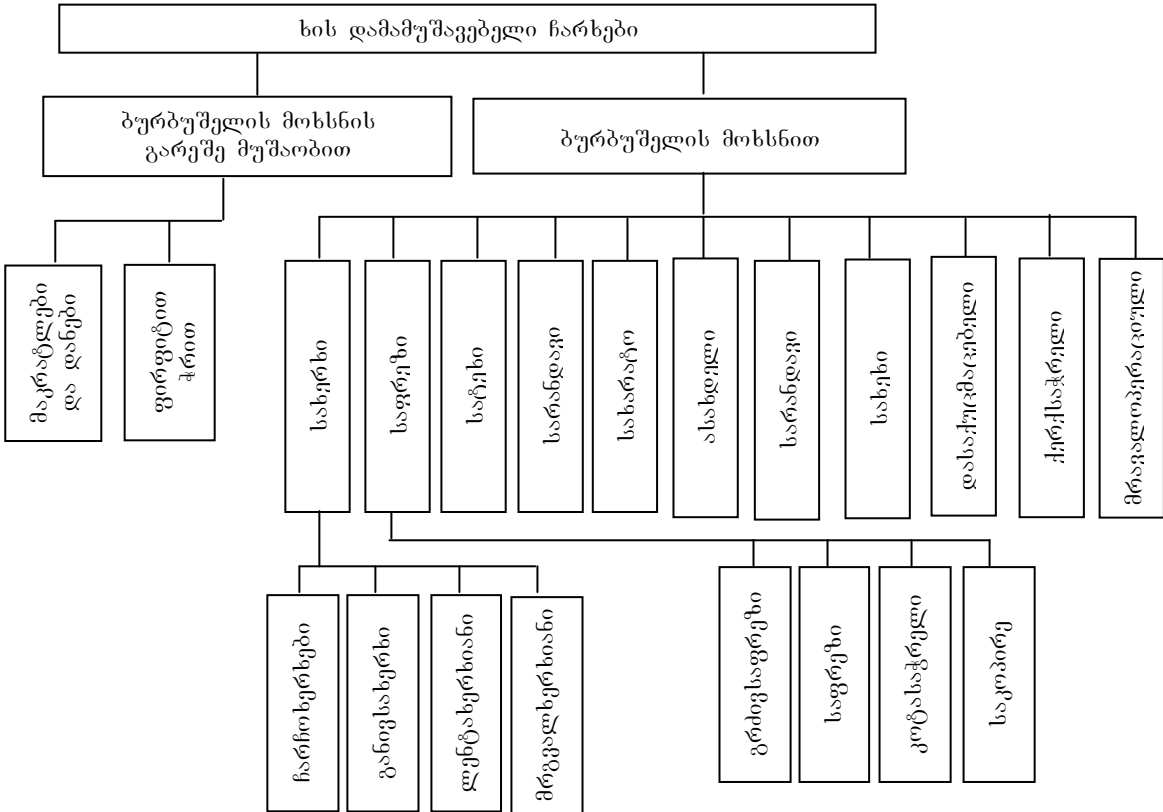
დეტალის მოძრაობის ფორმის მიხედვით ჩარხები არიან ჩაკეტილი (ნახ. 3.2, ვ, თ, ი) ან ღია (ნახ. 3.2, ე, ზ), სწორხაზოვანი ან წრიული ფორმის მოძრაობით.

ჩარხებზე შესრულებული ოპერაციების რაოდენობის მიხედვით განასხვავებენ ერთ და მრავალოპერაციულ ჩარხებს. შეიძლება იყოს აგრეთვე ერთი-ორი და მრავალმხრიანი ჩარხები დეტალზე დასამუშავებელი გვერდების რიცხვიდან გამომდინარე.

მექანიზაციის სახისა და ხარისხის მიხედვით განასხვავებენ, მექანიზირებულს, ჰიდროფიცირებულს, პნევმატურს, ნახევრად-მექანიზირებულს და მთლიანად მექანიზირებულ (ავტომატები) ჩარხებს.

ნახევრადმექანიზირებულ ჩარხებს მექანიზირებული აქვთ მხოლოდ მთავარი მუშა მოძრაობა (მაგალითად, ჩარხები ხელის მიწოდებით). ჩარხებს, რომლებსაც მექანიზირებული აქვთ მთავარი და დამხმარე მოძრაობები, მაგრამ არა აქვთ ავტომატური მართვა, ეწოდებათ მთლიანად მექანიზირებული ჩარხები ან ნაწილობრივ მექანიზირებული, თუ მექანიზირებულია ამ მოძრაობების ნაწილი.

ავტომატიზაციის ხარისხის მიხედვით განასხვავებენ ნახევრადავტომატებსა და ავტომატებს – ერთოპერაციულებს და მრავალოპერაციულებს.



ნახ. 33. ჩარხების ტექნოლოგიური კლასიფიკაცია

ნახევრადავტომატებს ნაწილი, ხოლო ავტომატებს ყველა მთავარი და დამხმარე ციკლური ოპერაციები ავტომატიზირებულია ე.ი. სრულდება მექანიკურად, გარკვეული თანმიმდევრობითა და ფორმით, ავტომატური მართვის საშუალებებისაგან დამოკიდებულებით.

ნახევრადავტომატებს უწოდებენ აგრეთვე ციკლურ ჩარხებს, რომლებიც ოპერაციების კომპლექსს ასრულებენ მხოლოდ ერთი ციკლის ფარგლებში.

ჩარხების ხაზში გაერთიანების დროს, საერთო ავტომატური მართვით, ყალიბდება ავტომატური ხაზი ან მანქანათა სისტემა.

კომპოზიციის ხასიათის მიხედვით განასხვავებენ ინდივიდუალურ და აგრეგატულ ჩარხებს. აგრეგატულები აწეობილია ცალკეული თავისთავადი, ხშირად ნორმალიზებული კვანძებისა და აგრეგატებისაგან (ძალური თვითმოქმედი ან უბრალო მუშა შპინდელებისაგან-თავებისაგან, მიწოდების მექანიზმებისაგან, ფიქსაციის მექანიზმებისაგან, ამძრავისაგან და ა.შ.).

ჩარხების აგრეგატირება ნორმალიზებული აგრეგატებისაგან (კვანძებისაგან) წარმოადგენს პროგრესულ მეთოდს სხვადასხვა დანიშნულების ჩარხების გამოსაშვებად.

დამუშავების სიზუსტის მიხედვით ჩარხები შეიძლება იყოს დაბალი სიზუსტის (H-კლასი), საშუალო სიზუსტის (C-კლასი), მაღალი სიზუსტის (II-კლასი), განსაკუთრებით ზუსტი (O-კლასი).

გამოყენების მიხედვით ჩარხები არიან სტაციონალური, რომლებიც დაყენებულია მუდმივ საძირკველზე და გადასადგილებელი-მოძრავი თვლიანი ან მუხლუხა სვლით.

შესასრულებელი სამუშაოს ტექნოლოგიური შინაარსის მიხედვით ჩარხების კლასიფიკაცია მოცემულია ნახ. 3.3, სადაც ხის დამამუშავებელი ჩარხები გაყოფილია შესასრულებელი ჭრის პროცესის ნიშნის მიხედვით.

3.2. ჩარხების ინდექსაცია

ჩარხებს მიეკუთვნება ნომრები ან ინდექსაციები, რომლებიც ახასიათებენ ტიპს და მოდელს.

ხის დამამუშავებელ ჩარხმშენებლობაში მიღებულია ასოსებრი ინდექსაცია, შემდგარი ჩარხის დასახელების ტიპის ან სახის საწყისი ასოებისაგან (პირველი ასო აღნიშნავს ტიპს, ხოლო მეორე და მესამე – ძირითად ნიშანს). ასოების შემდეგ მოყოლებული ციფრები ახასიათებენ ჩარხის ძირითად პარამეტრებს ან მოდელის მომდევნო ნომერს, მაგალითად: PD 75-3-ორსართულიანი

ჩარჩო 75 სმ-ის დიოთ, მესამე არის მოდელი; ЛС 80 – ლენტური სარანდავი ჩარხი 80 სმ შკივით; ЦКД-4 – წრიული ნაწილური (გრძივი) ჩარხი კონვეიერული მიწოდებით, მეოთხე მოდელი; ЦТ-4 წრიული ტორსული (განივი) ჩარხი, მეოთხე მოდელი; Ф-4 – საფრეხი ჩარხი, მეოთხე მოდელი.

ციფრული ინდექსაცია გამოყენებულია ლითონსაჭრელ ჩარხებზე. მის საფუძველში ჩადებულია ЭНИМС-ის ნუმერაციის ცხრილი, მხოლოდ ფართო გავრცელების ჩარხებისათვის დანიშნულებით. ცხრილი დაყოფილია ვერტიკალურად და ჰორიზონტალურად 10 ნაწილად. ვერტიკალური ციფრები ვერტიკალურად – არის ძირითადი ტიპების ნომრები, ხოლო ჰორიზონტალურად – ჩარხების ძირითადი ნიშნების ნომრები. მესამე და მეოთხე ნიშნები ადასტურებენ ჩარხის ხასიათსა და პარამეტრებს და მიენიჭება ჩვეულებრივად დამამზადებელი ქარხნის მიერ. ეს ინდექსაცია უფრო მეტად სრულყოფილია, რადგანაც უფრო მკაცრად ასახავს კლასიფიკაციის საერთო ტექნოლოგიურ პრინციპებს.

ხის დამამუშავებელი ჩარხებისათვის შეიძლება გამოყენებული იყოს ანალოგიურად შედგენილი ნუმერაციის ცხრილი.

თაზი IV

მერქნული მასალების ჭრით დამუშავება

ტექნოლოგია ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს მოძღვრებას ხელოვნებაზე. ტექნოლოგია არის გარკვეული წესითა და თანმიმდევრობით განხორციელებული ოპერაციების ერთობლიობა, რომელთაგანაც შედგება მასალის, ნაკეთობის დამუშავების პროცესი.

არსებობს ტექნოლოგია ორი სახე: ქიმიური და მექანიკური. მექანიკური ტექნოლოგია შეისწავლის მერქნის მასალის გარეგნული ფორმის ცვლილებას და ფიზიკურ პროცესებს. ტექნოლოგიის ამ სახეს ეკუთვნის მერქნის ღუნვის, ტეხის, ტვიფრვის ოპერაციები, რომელთა დროსაც არ ირღვევა ბოჭკოებს შორის კავშირი.

ისეთი ოპერაციები, როგორცაა მერქნის დანამცეცება, პობა და ჭრა ეკუთვნის მექანიკურ ტექნოლოგიას და მიმდინარეობს ბოჭკოებს შორის კავშირის რღვევით.

მერქნის ქიმიური ტექნოლოგია არის ტექნოლოგიური პროცესი, რომლის დროსაც იცვლება თვით მერქნის ნივთიერების თვისება (მაგალითად, სპირტის, სკიპიდარის მიღება და სხვ.).

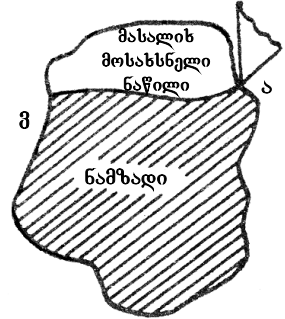
მერქნის მექანიკური ტექნოლოგიის ძირითადი ოპერაციაა ჭრა.

4.1. ჭრის პროცესის განმარტება

ჭრის პროცესის მიზანია დასამუშავებელი ობიექტიდან განსაზღვრული ფორმისა და ზომების ნაკეთობის ან დეტალის მიღება. ნაკეთობა შემოსაზღვრული უნდა იყოს მოცემული ზედაპირებით, რისთვისაც საჭიროა დასამუშავებელი ობიექტიდან მოიხსნას მისი არაწახაზული ნაწილი, რომელიც ჭრის პროცესში გადადის ბურბუშელაში (ნახ. 4.1). ამრიგად, ჭრა არის ისეთი ტექნოლოგიური პროცესი, რომლის დროსაც დასამუშავებელი ობიექტიდან უნდა მოიხსნას მისი ნაწილი სოლისებრი საჭრისის ზემოქმედებით, რათა მივიღოთ საჭირო ფორმის და ზომის ნაკეთობა.

დასამუშავებელი ობიექტის ასეთი გაყოფა შესაძლებელია სოლისებრი ფორმის მასალის გამოყენებით.

უმრავლეს შემთხვევაში ჭრის პროცესის დროს მიღებული ბურბუშეღა ითვლება ნარჩენად, მაგრამ არის მერქნის ჭრის პროცესის ისეთი შემთხვევა, როცა ბურბუშეღის მიღება არის დამუშავების მიზანი, ამ შემთხვევაში ნარჩენი იქნება მერქნის ის ნაწილი, რომელიც დარჩა ბურბუშეღის მოხსნის შემდეგ.

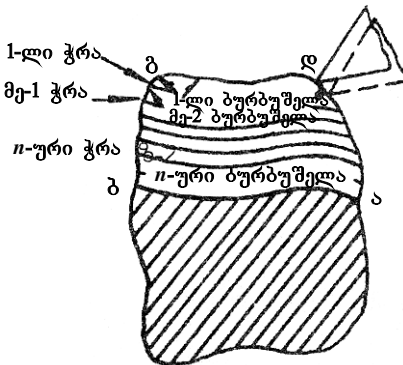


ნახ. 4.1. ჭრის პროცესის სქემა

4.2. ჭრისა და მიწოდების მოძრაობა

ჭრის პროცესის განსახორციელებლად საჭიროა საჭრისის და დასამუშავებელი ობიექტის ურთიერთფარდობითი მოძრაობა.

იმ შემთხვევაში, როდესაც საჭრისი ერთ სიბრტყეში მოძრაობს უძრავად დამაგრებული მერქნის მიმართ, მისი მჭრელი წიბო ქმნის დამუშავების ზედაპირს. ხშირად საჭიროა მერქნიდან მოიხსნას საკმაოდ დიდი ნაწილი (ნახ. 4.2, ა, ბ, გ, დ). ვინაიდან საჭრისის ჭრის უნარი ვერ უზრუნველყოფს ერთი გავლით მერქნიდან ჩამოჭრას მთელი მოსახსნელი ნაწილი, ამიტომ საჭირო



ნახ. 4.2. ბურბუშეღის მოხსნის თანმიმდევრობა

ხდება მისი ჩამოჭრა რამდენიმე გავლით. საჭრისის ყოველ გავლაზე მის მიერ მერქნიდან ჩამოიჭრება ნაწილი ან ბურბუშეღა. ბურბუშეღა ეწოდება მერქნის იმ ნაწილს, რომელიც ჩამოიჭრება დასამუშავებელი ობიექტიდან საჭრისის ერთი გავლით. მერქნის ეს ნაწილი ძალზე მცირეა და მისი ზომები დამოკიდებულია საჭრისის ჭრის უნარზე.

ჭრის პროცესის (ნახ. 4.2) შემთხვევაში საჭიროა შესრულდეს ორი მოძრაობა – პირველი საჭრისის ან დასამუ-

შავებელი ობიექტის რამდენიმეჯერ პერიოდული მოძრაობა და მეორე, მათი დამატებითი გადაადგილება, რომელიც არ ემთხვევა პირველს. საჭრისის ან დასამუშავებელი ობიექტის აბსოლუტურ მოძრაობას, რომელიც უზრუნველყოფს ერთი ბურბუშელის ჩამოჭრას, ჭრის მოძრაობა ეწოდება.

საჭრისის ან დასამუშავებელი ობიექტის აბსოლუტურ მოძრაობას, რომელიც უზრუნველყოფს თანამიმდევრობით ახალ-ახალი ბურბუშელის ჩამოჭრას, მიწოდების მოძრაობა ეწოდება.

4.3. ტრაექტორია

ჭრისა და მიწოდების მოძრაობა ხორციელდება ერთდროულად ან სხვადასხვა დროს. თუ ეს მოძრაობები ხორციელდება სხვადასხვა დროს, მაშინ ყოველ მოცემულ მომენტში ადგილი აქვს ერთ-ერთ მათგანს.

ტრაექტორიას, რომელსაც აღწერს საჭრისის მჭრელი პირი ან დასამუშავებელი ობიექტის შესაბამისი წერტილის ჭრის მოძრაობისას ჭრის ტრაექტორია ეწოდება.

ტრაექტორიას, რომელსაც აღწერს საჭრისის მჭრელი პირი ან დასამუშავებელი ობიექტის შესაბამისი წერტილი მიწოდების მოძრაობისას, მიწოდების ტრაექტორია ეწოდება.

როცა ჭრისა და მიწოდების მოძრაობა ხორციელდება ერთდროულად, მაშინ საჭრისის მჭრელი პირის და დასამუშავებელი ობიექტის ურთიერთმიმართ გადაადგილება ხდება ფარდობით, ანუ ნამდვილი ჭრის ტრაექტორიაზე. მოძრაობას, რომელსაც ახორციელებს საჭრისის მჭრელი პირი ამ ტრაექტორიაზე, არის ფარდობითი, ანუ ნამდვილი ჭრის მოძრაობა.

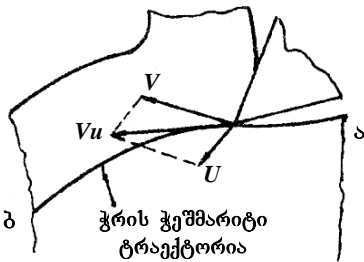
4.4. სიჩქარე

ჭრის სიჩქარე ეწოდება დროის ერთეულში საჭრისის მჭრელი პირის ან დასამუშავებელი ობიექტის შესაბამისი წერტილის გადაადგილებას ჭრის ტრაექტორიაზე.

ჭრის სიჩქარე აღინიშნება V ასოთი, მისი განზომილებაა მ/წმ.

მიწოდების სიჩქარეს უწოდებენ დროის ერთეულში საჭრისის მჭრელი პირის ან დასამუშავებელი ობიექტის შესაბამისი წერტი-

ლის გადაადგილებას მიწოდების ტრაექტორიაზე. იგი აღინიშნება U ასოთი, ხოლო განზომილებაა მ/წთ.



ნახ. 4.3. სიჩქარეები ჭრისას

დავუშვათ, ჭრის პროცესში ჭრისა და მიწოდების მოძრაობები მიმდინარეობს ერთდროულად, რომელთა სიჩქარეები მოცემულ მომენტში არის V და U (ნახ. 4.3).

თუ შევკრიბავთ სიჩქარეთა ვექტორებს გეომეტრიულად, მივიღებთ ჯამურ ვექტორს V_u , რომელიც არის ფარდობითი,

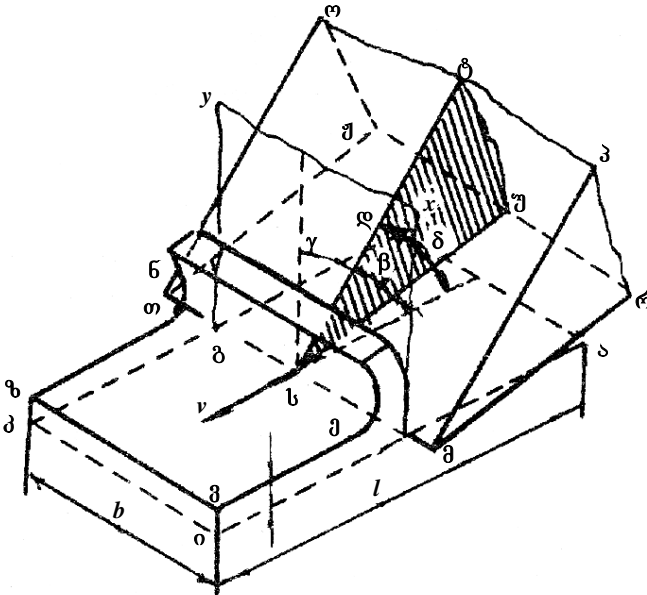
ანუ ჭრის ნამდვილი სიჩქარის ვექტორი. საჭრისის მჭრელი პირის მოძრაობის სიჩქარე ჭრის ნამდვილ ა-ბ ტრაექტორიაზე თანამედროვე ხის დამამუშავებელ ჩარხებში მნიშვნელოვნად აღემატება მიწოდების სიჩქარეს, ამიტომ კუთხე V -სა და V_u -ს შორის ძალიან მცირეა, რის გამოც ჭრის ნამდვილი სიჩქარე უმნიშვნელოდ განსხვავდება ჭრის სიჩქარისაგან, რაც საშუალებას გვაძლევს ჭრის ტრაექტორია ჩავთვალოთ ჭრის ნამდვილ ტრაექტორიად, ხოლო V_u -ს ნაცვლად ავიღოთ V სიდიდე. იმ შემთხვევაში, თუ ფარდობა $\frac{U}{V}$ არ არის მცირე სიდიდე, მაშინ ასეთი დაშვება შეუძლებელია.

4.5. ბურბუშელისა და საჭრისის გეომეტრია

ბურბუშელისა და საჭრისის გეომეტრია ეწოდება მათი ფორმის, ხაზობრივ და კუთხურ სიდიდეთა ერთობლიობას.

ნახ. 4.4-ზე მოცემულია სწორკუთხა პარალელეპიპედის ფორმის დასამუშავებელი ობიექტი, რომლის დამუშავება ხდება სოლისებრი საჭრისის საშუალებით. ჭრის პროცესში ბურბუშელის მოხსნის შემდეგ ვღებულობთ ახალ ზედაპირს, რომელსაც ჭრის ზედაპირი ეწოდება და რომელზეც ძევს საჭრისის მჭრელი პირის ნებისმიერი წერტილის ნამდვილი ტრაექტორია. ჩვენს შემთხვევაში ჭრის ზედაპირია 4.3 ნახაზზე აბგდ, რომელიც იზრდება საჭრისის

გადაადგილებასთან ერთად და საბოლოოდ მიიღება მთლიანი ჭრის ზედაპირი.



ნახ. 4.4. ელემენტარული ჭრის სქემა

მოსახსნელი ბურბუშელის ფენა (თუ არ ჩავთვლით აღუნულ ნაწილს) შემოსაზღვრულია გარედან ევზთ და შიგნიდან ბიკე სიბრტყეებით. საერთოდ კი ეს ზღვრული სიბრტყეები ჭრის ზედაპირებია, რომლებიც წამოიქმნა ბურბუშელის წინა ფენის მოხსნით. ამიტომ გეომეტრიული თვალსაზრისით ბურბუშელა არის მასალის ნაწილი, რომელიც მოთავსებულია წინა და მომდევნო ჭრის ზედაპირებს შორის.

ბურბუშელის ნომინალური l სიგრძე ეწოდება ჭრის ნამდვილი ტრაექტორიის სიგრძეს, რომელიც მოთავსებულია ბურბუშელის კონტურის საზღვრებში. მოხსნილი ბურბუშელის კონტურის საზღვრებში. მოხსნილი ბურბუშელის ფაქტიური სიგრძე ჩვეულებრივ მცირეა ნომინალურთან შედარებით შეკლების გამო.

ბურბუშელის ნომინალური b სიგანე ეწოდება ჭრის ზედაპირსა და ბურბუშელის გვერდითი ზედაპირების გადამკვეთ ხაზებს

შორის მანძილს. მოხსნილი ბურბუშელის სიგანე შეიძლება იყოს მეტი ნომინალურ ზომასთან შედარებით ბურბუშელის განივი გაფართოების გამო.

ბურბუშელის ნომინალური h სისქე მოცემულ წერტილში ეწოდება წინა და მომდევნო ჭრის ზედაპირებს შორის მოთავსებულ მანძილს, რომელიც გაზომილია ამ წერტილში მიღებული ზედაპირის ნორმაზე. მოხსნილი ბურბუშელის ფაქტიური სისქე ჩვეულებრივ მეტია ნომინალურთან შედარებით განივი გაფართოების გამო. ნახაზზე სოლისებრი საჭრისის წიბო **მნ** გადაადგილდება **აიკდ** სიბრტყეზე, რომელიც **აი** და **კდ** ხაზების პერპენდიკულარულია, ხოლო ნამდვილი ჭრის V_u ვექტორი, ჭრის V სიჩქარის ტოლია და მჭრელი პირის მართობულია.

საჭრისის ზედაპირს, რომელზეც ჭრის დროს ბურბუშელა გადაადგილდება, საჭრისის წინა წახნაგი ეწოდება – **მნოპ**.

საჭრისის ზედაპირს, რომელიც მიმართულია ჭრის ზედაპირის მხარეს, საჭრისის უკანა წახნაგი ეწოდება – **მნერ**.

მპრ და ნოჟ ზედაპირები საჭრისის გვერდითი წახნაგებია. საჭრისის წახნაგები ურთიერთგადაკვეთისას წარმოქმნიან წიბოებს: მთავარ მჭრელ წიბოს, **ანი** მჭრელ პირს – **მნ**, წინა გვერდით წიბოებს – **მპ** და **ნო** და უკანა გვერდით წიბოებს – **მრ** და **ნჟ**.

საჭრისის გეომეტრიული ელემენტებია: **ჭრის უკანა, ალესვის და წინა კუთხეები**.

ჭრის კუთხე ეწოდება საჭრისის წინა წახნაგსა და ჭრის ზედაპირს შორის მოთავსებულ კუთხეს, რომელიც აღინიშნება δ ასოთი.

უკანა კუთხე ეწოდება საჭრისის უკანა წახნაგსა და ჭრის ზედაპირს შორის მოთავსებულ კუთხეს, რომელიც აღინიშნება α ასოთი.

ალესვის კუთხე ეწოდება საჭრისის წინა და უკანა წახნაგებს შორის მოთავსებულ კუთხეს, რომელიც აღინიშნება β ასოთი.

წინა კუთხე ეწოდება საჭრისის წინა წახნაგსა და საჭრისის მჭრელ პირზე ჭრის ზედაპირის მართობულად აღმართულ სიბრტყეს შორის მოთავსებულ კუთხეს, რომელიც აღინიშნება γ ასოთი.

აღნიშნული კუთხეები იზომება საჭრისის მჭრელი პირის – მნს პერპენდიკულარულად გავლებულ სტუ სიბრტყეში.

ნახაზიდან ჩანს, რომ

$$\alpha + \beta = \delta ;$$

$$\delta + \gamma = 90^\circ .$$

4.6. ელემენტარული ჭრა. ელემენტარული ჭრის ნიშნები

მერქანი რთული ანატომიური აღნაგობისაა, რომელსაც განსხვავებული ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები გააჩნია, ამიტომ მერქნის ჭრა საკმაოდ რთული პროცესია. მისი შესწავლისათვის უმჯობესია დავიყვანოთ იგი ჭრის მარტივ პროცესად. ჭრას, რომელიც აღარ ექვემდებარება გამარტივებას, ელემენტარული ჭრა ეწოდება. იგი ხასიათდება ოთხი ნიშნით:

პირველი ნიშანი. ჭრა ხორციელდება საჭრისის მხოლოდ ერთი წიბოთი და ამასთან მჭრელი წიბოს, ანუ მჭრელი პირის სიგრძე დასამუშავებელი ობიექტის სიგანე მეტია (ნახ. 4.4).

საჭრისის წინა და უკანა წახნაგი ბრტყელია, ჭრის და უკანა კუთხე კი მუდმივი მჭრელი პირის მთელ მუშა სიგრძეზე. საჭრისს, რომელიც აკმაყოფილებს ამ მოთხოვნებს, სოლისებრი ფორმა აქვს და ელემენტარული საჭრისი ეწოდება.

ჭრას, რომელიც ხორციელდება ელემენტარული ჭრის პირველი ნიშნით, ღია ჭრა ეწოდება. წარმოებაში ღია ჭრა ხორციელდება საარმატურებელი და სარანდი ჩარხებით. უფრო ხშირია დახურული ჭრის შემთხვევები, როდესაც ბურბუშელის მოხსნაში მონაწილეობს 2 ან 3 მჭრელი პირი. ამ შემთხვევაში საჭრისის მთავარი მჭრელი პირის სიგრძე დასამუშავებელი მასალის სიგანე ნაკლებია. ასეთ ჭრას რთული ეწოდება.

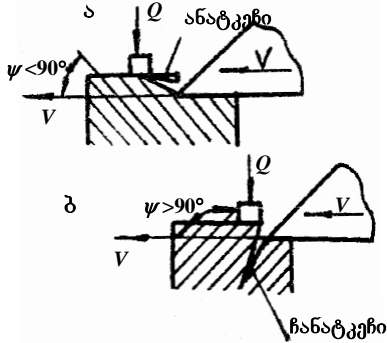
მეორე ნიშანი. საჭრისის ნებისმიერი წერტილის ტრაექტორია სწორხაზოვანია, საჭრისის სიჩქარე მუდმივია და მჭრელი პირი საჭრისის მოძრაობის მიმართულების პერპენდიკულარულია (ნახ. 4.5).

მესამე ნიშანი. ბურბუშელის სისქე მუდმივია როგორც სიგანის, ასევე ჭრის მიმართულებით (ნახ. 4.4).

მეოთხე ნიშანი. ჭრის მიმართულება გარკვეული კუთხით ორიენტირებულია ბოჭკოების მიმართულებასთან.

4.7. ბოჭკოების გადაკვეთის კუთხე

ბოჭკოების გადაკვეთის ψ კუთხე არის კუთხე ბოჭკოების მიმართულებასა (ბურბუშეელისაკენ) და ჭრის V სიჩქარის მიმართულებას შორის.



ნახ. 4.6. ა – ჭრა შრის გასწვრივ, $\psi < 90^\circ$; ბ – ჭრა შრის საწინააღმდეგოდ, $\psi > 90^\circ$;

როდესაც $\psi < 90^\circ$, მიმდინარეობს ჭრა (ნახ. 4.6, ა) შრის გასწვრივ. ამ შემთხვევაში შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ბურბუშეელის ატკეზას, რომელიც ჭრის ზედაპირის ხარისხზე გავლენას არ ახდენს. როდესაც $\psi \geq 90^\circ$, მიმდინარეობს ჭრა შრის საწინააღმდეგოდ, რომელიც იწვევს ჩანატკეზებს ჭრის სიბრტყის ქვემოთ და აუარესებს ჭრის ზედაპირის ხარისხს (ნახ. 4.6, ბ). ანატკეზის და ჩანატკეზის თავიდან

ასაცილებლად გამოიყენება მიმჭერი ხუნდი

4.8. რთული ჭრა

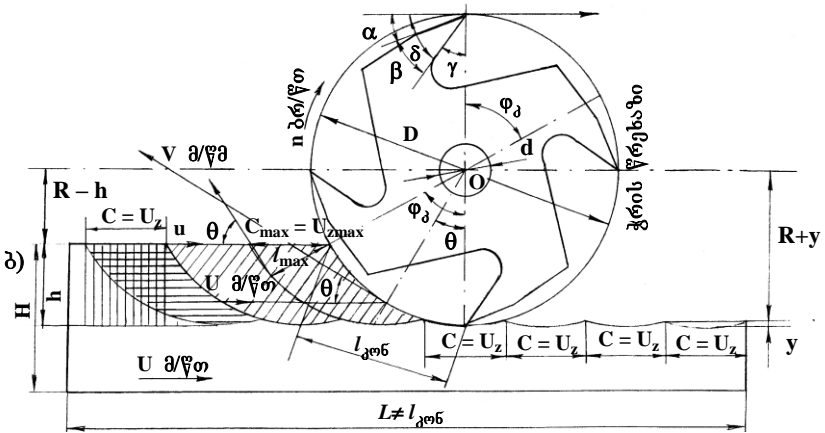
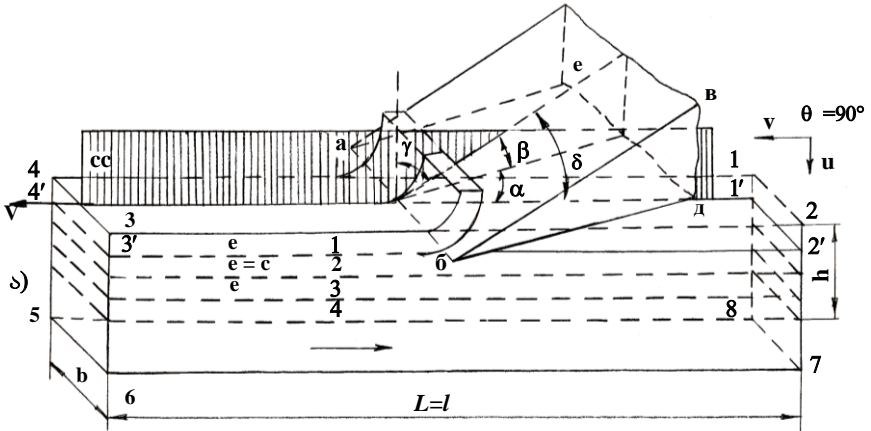
ჭრას, რომელიც თუნდაც ერთი ნიშნით მაინც განსხვავდება ელემენტარული ჭრისაგან, რთული ჭრა ეწოდება. რთულ ჭრას ეკუთვნის თითქმის ჭრის ყველა პროცესი, მაგ., ელემენტარული ჭრისაგან განსხვავებით, რომლის დროსაც წარმოიქმნება ერთი ჭრის ზედაპირი (ღია ჭრა) (ნახ. 4.7, ა), რთული ჭრის დროს არის შემთხვევები, როცა წარმოიქმნება ერთი (ნახ. 4.7, ბ) – ნახევრად ღია ჭრა ან ორი გვერდითი ჭრის ზედაპირები (ნახ. 4.7, გ) – დახურული ჭრა.

ნახ. 4.8, ა-ზე მოცემული გვაქვს რანდვის პროცესი, რომელიც შეესაბამება ელემენტარული ჭრის პირველ ნიშანს – ჭია ჭრას. ნახ. 4.8, ბ-ზე მოცემული გვაქვს რთული ჭრის პროცესი (ფრეზვა), როდესაც მბრუნავი ლილვი დანებით ხსნის ბურბუშეელას ნამგლისებრი პროფილით (ციკლოიდური ბურბუშელა).

ნახ. 4.8, ა-ზე ნაჩვენებია რანდვის პროცესის დროს წარმოიქმნება ერთი და იმავე h სისქის ბურბუშელა, რადგან θ კუთხე



ნახ. 4.7. ჭრის სქემები: ა - ღია ჭრა; ბ - ნახევრად ღია ჭრა; გ - დახურული ჭრა



ნახ. 4.8. რანდვისა და ფრეზის სქემები: ა - რანდვა ბოჭკოების გასწვრივ; ბ - ფრეზა;

ჭრის სიჩქარის მიმართულებასა და მიწოდების სიჩქარის მიმართულებას შორის არის მუდმივი და ტოლი 90° . θ კუთხეს კინემატიკური შეხვედრის კუთხეს უწოდებენ.

თუ კინემატიკური შეხვედრის θ კუთხე იცვლება 0-დან $\theta_{\text{კ}}$ მდე (ნახ. 4.8, ბ), მიიღება ცვალებადი სისქის ბურბუშელა.

თაზო V

ჭრისას ბასათვალისწინებაელი მერქნის კირითაღი თვისებები

ნებისმიერი მასალის ჭრის დროს მიმდინარეობს რთული მექანიკური, ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები, რომლებიც რთულ ურთიერთკავშირში იმყოფებიან, რის გამოც გაძნელებულია ჭრის პროცესის საერთო ანალიზური თეორიის შექმნა.

ჭრის პროცესის ანალიზური თეორია მერქნის მასალისათვის გართულებულია აგრეთვე იმ გარემოების გამოც, რომ იგი წარმოადგენს ანიზოტროპულ მასალას, გარფა ამისა, ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ერთი და იმავე მერქნისათვის, ზრდის ხანგრძლივობის სხვადასხვა პერიოდისათვის მორის სიგრძის სხვადასხვა ადგილებში საკმაოდ დიდ ფარგლებში იცვლება.

5.1. მერქნის არაერთგვაროვანი აგებულება. ანიზოტროპია

მერქანი არის მასალა, რომელსაც აქვს არაერთგვაროვანი აგებულება 3 ურთიერთმართობ სიბრტყეში (იხ. ნახ. 5.1). ტორსული (ტრ) – ხის ტანის პერპენდიკულარული, რადიალური (რდ) – ხის ტანის ღერძზე და რადიუსზე გამავალი და ტანგენციალური (ტგ) – რადიალური და ტორსული სიბრტყეების პერპენდიკულარული.

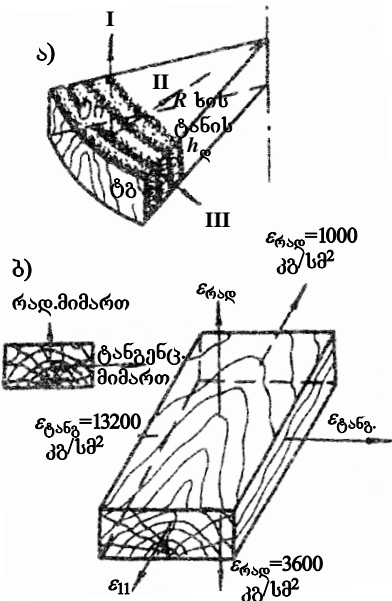
მერქანი არის რთული უჯრედოვანი ცოცხალი ორგანიზმი, რად განაპირობებს მის ზრდას. მასში ყოველწლიურად წარმოიქმნება უჯრედის ახალი შრეები (ადრეული და გვიანი მერქანი). მერქნის სამ ურთიერთმართობ სიბრტყეს შეესაბამება სამი მთავარი მიმართულება: I – ღერძული, ტორსული სიბრტყის მართობული;

II – რადიალური, ტანგენციური სიბრტყის მართობული;

III – ტანგენციური, რადიალური სიბრტყის მართობული.

მერქანი წარმოადგენს ანიზოტროპულ მასალას, რაც ნიშნავს, რომ მას გააჩნია სხვადასხვა მიმართულების სხვადასხვა თვისებები, მაგალითად, წიფლის მერქნის ხლეჩაზე დროებითი წინაღობა რადიალურ სიბრტყეში შეადგენს 35-38 კგ/სმ², ხოლო ტანგენციურ სიბრტყეში – 62-120 კგ/სმ².

მერქანი არის აგრეთვე ორთოტროპული მასალა, ე.ი. სამი ურთიერთპერპენდიკულარული მიმართულების I, II, III, მისი თვისებები მკვეთრად განსხვავებულია. მაშასადამე, მერქანი არის ანიზოტროპულ-ორთოტროპული მასალა, ბოჭკოვანი – შრიანი სხვადასხვა უჯრედოვანი აგებულებით. მერქნის ეს თავისებურებანი კიდევ უფრო ართულებს ერთიანი ჭრის თეორიის საკითხების გადაწყვეტას. მერქნის ჭრის თეორიის საკითხების გადაწყვეტას ართულებს ის გარემოებაც, რომ მერქნის სხვადასხვა ჯიშებს გააჩნიათ სხვადასხვა მექანიკური თვისებები, რომლებიც დამოკიდებულია მერქნის ზრდის პირობებზე და სტრუქტურულ მრავალფეროვნებაზე, აგრეთვე იმაზე, თუ მერქნის რომელი ნაწილიდანაა აღებული ნიმუში, კინტიდან თუ წვეროდან, ცილის ნაწილია თუ გულისა და სხვ.



ნახ. 5.1. მერქნის აგებულების სქემა: ა – ხის ტანის ჭრილი, ბ – ძალთა მოქმედების სამი ძირითადი მიმართულება

ასე. მაგალითად, დროებითი წინაღობა კუმშვაზე ბოჭკოების გასწვრივ ფიჭვისათვის არის 250-650 კგ/სმ², მუხისათვის – 450-625 კგ/სმ², რაც ზემოთქმული დებულების ნათელი დადასტურებაა.

მერქნის ჭრის თეორიაში მიღებულია შემდეგი პირობითი აღნიშვნები: \perp – ტორსული ჭრა, II – გრძივი ჭრა, # – განივი ჭრა.

თაზი VI

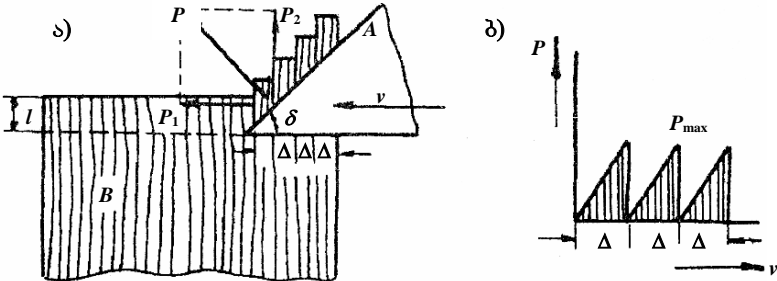
პირითადი კინემატიკური და დინამიკური თანაფარდობანი ჭრისას

მერქნის ჭრა სამი ძირითადი მიმართულებით

მერქნის ჭრით დამუშავებისას განიხილება ჭრის სამი ძირითადი შემთხვევა.

6.1. ტორსული ჭრა \perp

ტორსული ჭრა \perp ეწოდება ჭრის ისეთ სახეს, როდესაც ბურბუშელის მოხსნა მიმდინარეობს ბოჭკოების მართობულად. ამ შემთხვევაში საჭრისი A გადაადგილება ბოჭკოების მართობულ სიბრტყეში (ნახ. 6.1, ა, ბ). ამ შემთხვევაში განიხილულია ჭრის პროცესი აბსოლუტურად ბასრი საჭრისით ($\delta = 45^\circ$, $\alpha = 0^\circ$, $l = 1$ მმ), სადაც უგულვებლყოფილია ყველა ის მოვლენა, რომელიც



ნახ. 6.1. ტორსული ჭრა: ა - ბურბუშელის წარმოქმნა,
ბ - ძალების ცვალებადობის დიაგრამა

მიმდინარეობს გაყოფის ზედაპირის ქვემოთ (დეფორმაცია და ხახუნი), მხოლოდ გათვალისწინებულია P ძალის ზრდა სწორი ხაზის კანონით. P არის ნორმალური ძალა, რომლითაც წინა წახნაგი ზემოქმედებს მერქანზე, ხოლო P_1 და P_2 შესაბამისად მისი შემდგენებია. P_1 ჭრის ძალაა, რომელიც ჭრის სიჩქარის (V) პარალელურია. P_2 ძალა მოქმედებს ბურბუშელაზე და იწვევს მისი ელემენტის ხლეჩას ბოჭკოების გასწვრივ. როდესაც ეს

უკანასკნელი მიაღწევს მრღვევ სიდიდეს, ბურბუშელის ელემენტი იხლინება და ყველა ძალა ნულამდე ეცემა. შემდეგ იწყება მეორე ელემენტის წარმოქმნა, შესაბამისად იზრდება P , P_1 და P_2 ძალები საჭრისის მერქანში შეჭრის სიდიდის მიხედვით.

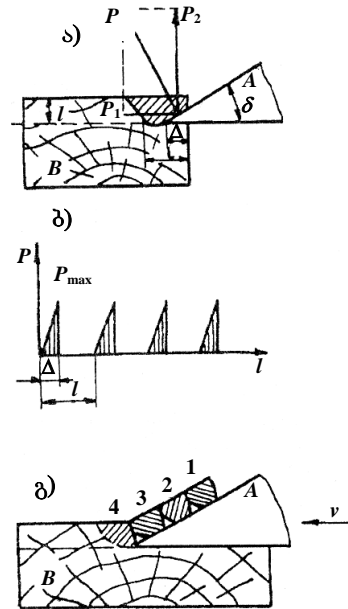
ნახ. 6.1, ბ-ზე ნაჩვენებია ჭრის ძალების სიდიდის ცვლილება. დიაგრამაზე დაშტრისული სამკუთხედის ფართობები გამოსახავს მუშაობას, რომელიც ბურბუშელის თითოეული ელემენტის მოხსნაზე იხარჯება.

6.2. ჭრა ბოჭკოების განივად – განივი ჭრა

განივი ჭრა ეწოდება ბურბუშელის მოხსნას საჭრისით, რომლის მჭრელი პირი ბოჭკოების პარალელურია. საჭრისი გადაადგილება ბოჭკოების სიბრტყეში მათი მიმართულების მართობულად. ამ შემთხვევაში ჭრის ზედაპირზე მიიღება ამონაგლეჯები (ნახ. 6.2, ა, ბ, გ).

ბურბუშელის სისქე e და ჭრის კუთხე δ მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს დეფორმაციის ხასიათსა და მის სიდიდეზე.

ჭრის სიბრტყის ქვედა ამონაგლეჯი მიიღება იმის გამო, რომ ბოჭკოების მიკროელემენტებს აქვთ გარკვეული სიმტკიცე და ჭრის ძალის გაზრდის შემთხვევაში მათი გადაჭრისათვის საჭირო ძალა მეტია, ვიდრე ქვემოთ მდებარე ნაკლებად სუსტი ელემენტების მოწვეტაზე ამოგლეჯაზე საჭირო ძალა. ამიტომ განივად ჭრის დროს ხდება ბურბუშელის გამოყოფა მოწყვეტით და ამოგლეჯით. ამ შემთხვევაში დამუშავებული ზედა-



ნახ. 6.2. ჭრა ბოჭკოების განივად:
 ა – ბურბუშელის წარმოქმნა;
 ბ – ბოჭკოების ცვალებადობის დიაგრამა; გ – ბურბუშელის წარმოქმნის სქემა

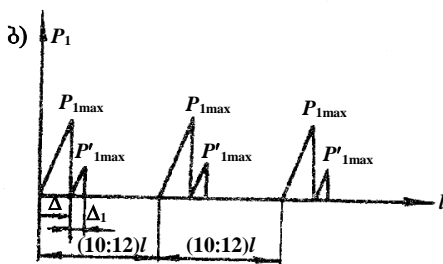
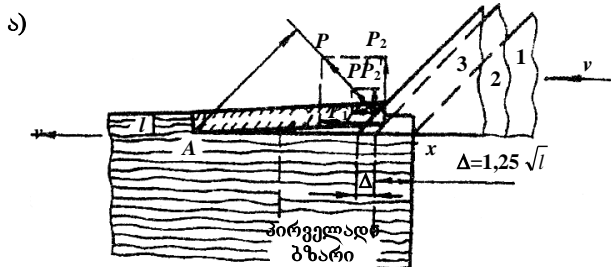
პირი მიიღება არადამაკმაყოფილებელი სისუფთავის და იგი დამოკიდებულია δ ჭრის კუთხეზე, ψ ბოჭკოების გადაკეობის კუთხეზე, V ჭრის სიქარზე, e ბურბუშელის სისქეზე და სხვა მრავალ ფაქტორზე.

ნახ. 6.2, ბ-ზე ნაჩვენებია ჭრის ძალის ცვალებადობის გრაფიკი, საიდანაც ჩანს, რომ საჭრისის Δ მანძილზე გადაადგილებისას ჭრის ძალა იზრდება, ხოლო $l - \Delta$ მანძილზე გადაადგილებისას – ნულის ტოლია. ეს უბანი იქნება ბურბუშელის ამოხლეჩის უბანი. ტორსული ჭრის შემთხვევაში $l - \Delta = 0$, ე.ი. საჭრისის გადაადგილებას ჭრის ძალის გარეშე ადგილი არა აქვს. აღსანიშნავია აგრეთვე ის გარემოებაც, რომ როგორც ჭრის ძალა, ასევე ჭრაზე დახარჯული მუშაობა განივი ჭრის შემთხვევაში ნაკლებია, ვიდრე ტორსული ჭრისას.

6.3. ჭრა ბოჭკოების გასწვრივ – გრძივი ჭრა II

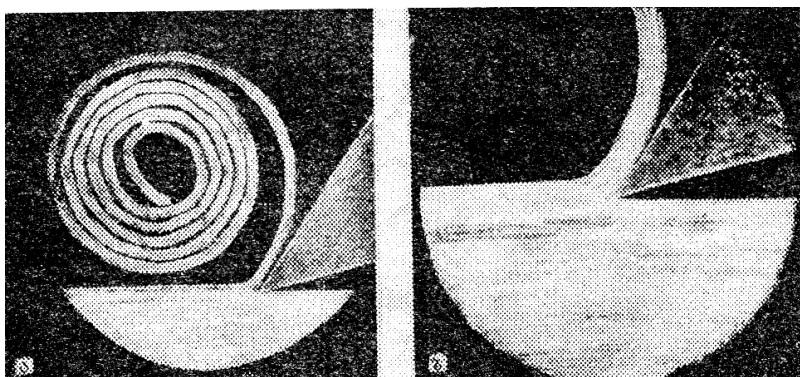
გრძივი ჭრა ეწოდება ბურბუშელის მოხსნას საჭრისით, რომლის მჭრელი პირი ბოჭკოების პერპენდიკულარულია და გადაადგილდება ბოჭკოების სიბრტყეში მათი მიმართულების პარალელურად.

გრძივი ჭრისას (ნახ. 6.3, ა) P ძალის Δ სიდიდით ზრდის შესაბამისად წარმოიქმნება წინმსწრები ბზარი და საჭრისის ძალიან მცირე Δ_i გადაადგილების დროს ბურბუშელის ელემენტის ანატკეჩი $(10...12)l$ სიგრძის, რის შემდეგ ჭრის ძალა ეცემა ნულამდე (ნახ. 6.1, ბ) და საჭრისი გაივლის $(10...12) (l - \Delta - \Delta_i)$ მანძილს მუშაობის დაუხარჯავად, რის შემდეგაც პროცესი თავიდან მეორდება. ჭრის ძალის წინაღობები ტორსული, გრძივი და განივი ჭრის შემთხვევებში შეეფარდება, როგორც 6:3:1, ხოლო მუშაობათა ფარდობა სათანადოდ იქნება 15:1,5:1. შეიძლება ეს მონაცემები მთლიანად ზუსტი არ იყოს, მაგრამ აქედან ნათლად ჩანს, თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს მერქნის დამუშავებისას ბოჭკოების მიმართულებას. მერქნის გრძივი ჭრის დროს შეიძლება მიღებულ იქნას 3 ფორმის ბურბუშელა: სპირალური, მრავალკუთხა-ტეხილი და წყვეტილი.



ნახ. 6.3. გრძივი ჭრა: ა – ბურბუშელის წარმოქმნა; ბ – ძალების ცვალებადობის დიაგრამა

სპირალური ბურბუშელა წარმოიქმნება იმ შემთხვევაში, როდესაც მისი სისქე 0,1-0,2 მმ-ზე ნაკლებია. ამ შემთხვევაში ჭრის კუთხის სიდიდეს მნიშვნელობა არა აქვს (ნახ. 6.4, ა, ბ).



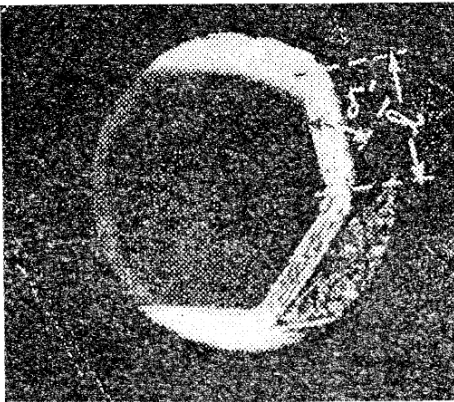
ნახ. 6.4. გრძივი ჭრისას წარმოქმნილი სპირალური ბურბუშელა: ა – მცირე გადიდებისას; ბ – დიდი გადიდებისას

მრავალკუთხა ბურბუშელა შედარებით მეტი სისქისაა ($e > 0,1 - 0,2$ მმ) (ნახ. 6.5). იგი შედგება დაახლოებით ერთნაირი l სიგრძის მონაკვეთებისაგან (ელემენტებისაგან), რომლებიც შემოსაზღვრულია ორივე მხრიდან ტეხილი ხაზებით.

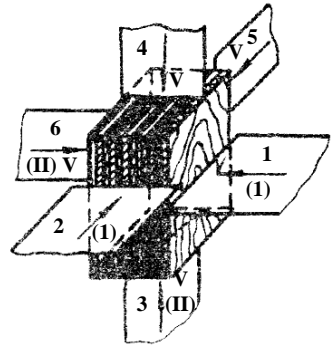
მრავალკუთხა ბურბუშელა მიიღება მშრალი მერქნის ჭრის დროს ($\delta = 20^\circ \dots 70^\circ$).

წვევტილი ბურბუშელა წარმოიქმნება დიდი ჭრის კუთხის დროს, როცა $\delta > 70^\circ$ და ბურბუშელის სისქე $e > 1$ მმ.

თუ მხედველობაში მივიღებთ მერქნის შრეულობას, ფაქტიურად მიიღება არა სამი, არამედ ჭრის ექვსი მიმართულება (ნახ. 6.6). ტორსულ-რადიალური (პოზიცია 1), ტორსულ-ტანგენციური (პოზიცია 2), გრძივ-ტანგენციური (პოზიცია 3), გრძივ-რადიალური (პოზიცია 4), განივ-ტანგენციური (პოზიცია 5), განივ-რადიალური (პოზიცია 6).



ნახ. 6.5. მრავალკუთხა ბურბუშელა მცირე გადიდებისას



ნახ. 6.6. შრეული მერქნის ნიმუში ჭრის სქემები

რადგანაც წარმოებაში ყველა ამ შემთხვევის პრაქტიკულად გამოყენა შეუძლებელია, ამიტომ გამოთვლებში იყენებენ დეფორმაციაზე საჭირო წინაღობების გასაშუალებულ მნიშვნელობებს, ე.ი. ტორსულ-რადიალურს, ტორსულ-ტანგენციურს, გრძივ-რადიალურს, გრძივ-ტანგენციურს, განივ-რადიალურს და განივ-ტანგენციურს.

6.4. ჭრის კუთხის წინაღობა

ჭრის კუთრი წინაღობა K ეწოდება ჭრის წინაღობის ძალას, რომელიც მოდის ბურბუშმელის განივი კვეთის ფართობის ერთეულზე

$$K = \frac{P}{F}, \quad (6.1)$$

სადაც P ჭრის წინაღობის ძალაა, კგ; F – ბურბუშმელის განივი კვეთის ფართობი, მმ²; K – ჭრის კუთრი წინაღობა, კგ/მმ².

ბურბუშმელის განივიკვეთის ფართობი

$$F = e \cdot b, \quad (6.2)$$

სადაც e ბურბუშმელის სისქვა, მმ; b – ბურბუშმელის სიგანე, რომელიც დასამუშავებელი ობიექტის სიგანის ტოლია, მმ.

მაშინ

$$K = \frac{P}{e \cdot b}. \quad (6.3)$$

თუ ჩავთვლით, რომ $b = 1$ მმ. მივიღებთ

$$K = \frac{P}{e}. \quad (6.4)$$

განვსაზღვროთ ჭრის კუთრი მუშაობა.

მუშაობა A არის P ძალისა და ჭრის პროცესში საჭრისის გადაადგილების მანძილის L ნამრავლი:

$$A = P \cdot L, \quad \text{კგმ}. \quad (6.5)$$

ბურბუშმელის ნომინალური მოცულობა Ω , რომელიც მოიხსნება საჭრისის მიერ L მანძილზე ტოლია

$$\Omega = F \cdot L, \quad \text{სმ}^3. \quad (6.6)$$

ჭრის კუთრი მუშაობა ეწოდება ჭრის მუშაობას, რომელიც მოდის ბურბუშმელის ნომინალური მოცულობის ერთეულზე.

აღვნიშნოთ ჭრის კუთრი მუშაობა K' . განსაზღვრიდან გამომდინარეობს რომ

$$K' = \frac{A}{\Omega}, \quad \frac{\text{კგ} \cdot \text{ნმ}}{\text{სმ}^3}. \quad (6.7)$$

(6.5)...(6.7)-დან ვღებულობთ

$$K' = \frac{P}{F}, \quad (6.8)$$

მაგრამ $\frac{P}{F} = K$, აქედან გამოდის, რომ $K = K'$.

ამრიგად ჭრის კუთრი წინაღობისა და ჭრის კუთრი მუშაობის სიდიდეები რიცხობრივად ტოლია.

ჭრის მუშაობა მიღებულია გამოსახული იქნა კვ-ში, ბურბუ-შელის მოცულობა – სმ³-ში.

თუ ჭრის კუთრ მუშაობას გამოვსახავთ ამ ერთეულებში, მაშინ რიცხობრივად იგი ჭრის კუთრი წინაღობის ტოლი იქნება, რადგან

$$\frac{\text{კვ} \cdot \text{მ}}{\text{სმ}^3} = \frac{\text{კვ} \cdot 1000 \text{ მმ}}{(100)^3} = \frac{\text{კვ} \cdot \text{მმ}}{\text{მმ}^3} = \frac{\text{კვ}}{\text{მმ}^2}.$$

მაგრამ მათი ფიზიკური არსი სხვადასხვაა: K კვ/მმ² წნევა სტატიკურ მდგომარეობაში, ხოლო K' კვ/სმ³ – დინამიკურში.

მერქნის ჭრის თეორიაში მიღებულია ჭრის ძალების შემდეგნაირი აღნიშვნები: P_{\perp} – ტორსული ჭრის დროს, P_{\parallel} – გრძივი ჭრის დროს, $P_{\#}$ – განივი ჭრის დროს, ხოლო საშუალო კუთრი წინაღობებია:

$$K_{\perp} = \frac{P_{\perp}}{eb}; \quad K_{\parallel} = \frac{P_{\parallel}}{eb}; \quad K_{\#} = \frac{P_{\#}}{eb}. \quad (6.9)$$

ჭრის ყველა გარდამავალი შემთხვევისათვის ცდებით დადგენილია შემდეგი დამოკიდებულებანი:

გრძივ-ტორსული ჭრისათვის

$$K_{\parallel\perp} = K_{\parallel} + (K_{\perp} - K_{\parallel}) \frac{\Psi}{90^{\circ}}, \quad \frac{\text{კვ}}{\text{მმ}^2}; \quad (6.10)$$

განივ-ტორსული ჭრისათვის

$$K_{\#\perp} = K_{\#} + (K_{\perp} - K_{\#}) \frac{\Psi}{90^{\circ}}, \quad \frac{\text{კვ}}{\text{მმ}^2}; \quad (6.11)$$

განივ-გრძივი ჭრისათვის

$$K_{\#\parallel} = K_{\#} + (K_{\parallel} - K_{\#}) \left(1 - \frac{\Psi}{90^{\circ}}\right), \quad \frac{\text{კვ}}{\text{მმ}^2}. \quad (6.12)$$

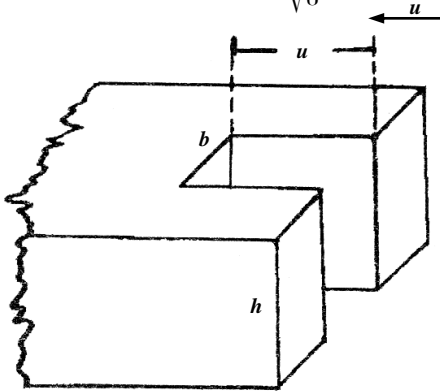
6.5. ჭრის ძალა და სიმძლავრე

ჭრის ძალა და სიმძლავრე ჭრის ყველა შემთხვევისათვის განისაზღვრება ერთი და იმავე წესით. მაგალითისათვის განვიხი-

ლოთ ამ პარამეტრების განსაზღვრა მერქნის ხერხვით დამუშავებისას.

ერთ წამში მოხსნილი მერქნის მოცულობა O , როდესაც მიწოდების სიჩქარეა U მ/წთ, განახერხის სიგანე – b მმ, განახერხის სიმაღლე h მმ, ტოლია (ნახ. 6.7).

$$O = b \cdot h \cdot U, \frac{\text{სმ}^3}{\text{წმ}}. \quad (6.13)$$



ნახ. 6.7. განახერხის ზომები

თუ ცნობილია ჭრის კუთრი მუშაობა K' კგმ/სმ³, მაშინ სიმძლავრე, რომელიც იხარჯება 1 წმ-ში ჭრაზე, ტოლია

$$N = K' O = K' \cdot b \cdot h \cdot U, \frac{\text{კგ} \cdot \text{მ}}{\text{წმ}}. \quad (6.14)$$

N სიმძლავრე იქნება

$$N = \frac{K' \cdot b \cdot h \cdot U}{102}, \text{ კვტ.} \quad (6.15)$$

თუ ვიცით ჭრის ძალა და ჭრის სიჩქარე, მაშინ ჭრის სიმძლავრე

$$N = \frac{P \cdot V}{102}, \text{ კვტ.} \quad (6.16)$$

(6.15) და (6.16) ფორმულებიდან ვპოულობთ ჭრის ძალის საშუალო მნიშვნელობას

$$P = \frac{102 \cdot N}{V} = \frac{K' \cdot b \cdot h \cdot U}{V}, \text{ კგ.} \quad (6.17)$$

ე.ი. აუცილებელია ჭრის კუთრი მუშაობის (K') ცოდნა, რომელიც დამოკიდებულია მერქნის ჯიშზე, ტენიანობაზე, ბოჭკოებთან გადაკვეთის კუთხეზე (Ψ), ბურბუშელის სისქეზე (e), ჭრის კუთხეებზე, ჭრის სიჩქარეზე და ა.შ.

ვიციოთ რა K' , დამუშავების მოცემული პირობებისათვის შეიძლება განვსაზღვროთ N და P . თუ ცნობილია N , მაშინ მიწოდების სიჩქარეა

$$U = \frac{102 \cdot N}{K' \cdot b \cdot h}, \frac{\text{მ}}{\text{წთ}}; \quad (6.18)$$

მიწოდების სიმძლავრეა

$$N_{\text{ა}} = \frac{QU}{102}, \text{ კვტ}, \quad (6.19)$$

სადაც U მიწოდების ძალაა; კვ; U – მიწოდების სიჩქარე, მ/წთ.

6.6. ჭრის სიჩქარე

თუ მერქნის დამუშავება ხდება ბრუნვითი მოძრაობის მჭრელი იარაღით (ფრეზვა, ხერხვა და სხვ.), მაშინ ჭრის სიჩქარე შეიძლება მივიღოთ მიახლოებით საჭრისის აბსოლუტური სიჩქარის ტოლი, ასეთი დაშვება მისაღებია, ვინაიდან საჭრისის აბსოლუტურ სიჩქარესთან შედარებით მიწოდების სიჩქარე მცირეა. ჭრის სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით

$$V = \frac{\pi D n}{60 \cdot 1000} = - \frac{z t n}{60000}, \quad (6.20)$$

სადაც D ჭრის წრეხაზის დიამეტრია, მმ; t – ბიჯი, მმ; z – კბილთა რიცხვი; n – ლილვის ბრუნვათა რიცხვი წთ-ში.

სხვა სახის ჩარხებისათვის, სადაც საჭრისის მოძრაობა ზემოაღნიშნულისაგან განსხვავებულია, ჭრის სიჩქარეები გამოითვლება სათანადოდ მათი კინემატიკის გათვალისწინებით.

6.7. მიწოდების სიჩქარე

მიწოდების სიჩქარე U დამოკიდებულია საჭრისის ერთ ჭრაზე (c) ან ერთ ბრუნვაზე (Δ) მიწოდების სიდიდეზე, აგრეთვე მერქანში მუშა სვლისას შეჭრილი იარაღის კბილთა რიცხვზე

(z), ე.ი. ციკლის იმ მონაკვეთზე, რომლის განმავლობაშიც ხდება ჭრა, ასევე იარაღის ბრუნვათა რიცხვზე წუთში და გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$U = \frac{czn}{1000} = \frac{\Delta n}{1000}, \frac{მ}{წთ}, \quad (6.21)$$

სადაც $\Delta = c \cdot z$ მმ.

თაზო VII

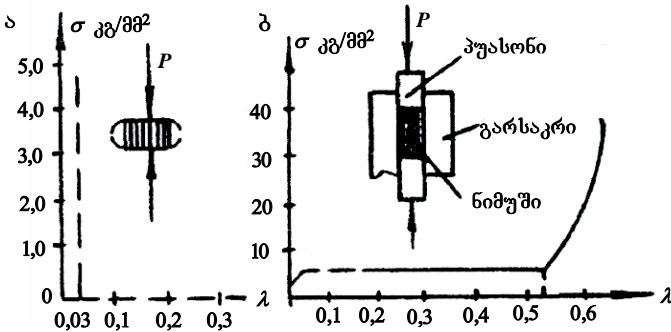
ჭრის პროცესის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევა

7.1. მერქნის საჭრისის საერთო კანონზომიერებები

მერქანში საჭრისის შესვლისას მიმდინარეობს მერქნის არათავისუფალი კუმშვა ნახევრად დახურულ სივრცეში. კუმშვის ეს შემთხვევა მკვეთრად განსხვავდება წნეხში ნიმუშის თავისუფალი კუმშვისას (ნახ. 7.1)

$$\lambda = \frac{L-l}{L}, \quad (7.1)$$

სადაც L ძელაკის პირვანდელი სიგრძეა; l – შეკუმშული ძელაკის სიგრძე; λ – მერქნის შეკლება.



ნახ. 7.1. მერქნის თავისუფალი (ა) და არათავისუფალი (ბ) კუმშვა

წნევა (σ) გადაზომილია ორდინატთა ღერძზე, ხოლო λ – აბსცისათა ღერძზე. ნახ. 7.1, ა-დან ჩანს, რომ λ -ის გაზრდით $\lambda=0,03$ -მდე σ იზრდება სწორხაზოვნად, რომლის დროსაც მიმდინარეობს ძელაკის რღვევა ნიმუშის გვერდითი გამონახუნეკის გამო.

სხვა სურათი მიიღება დახურულ სივრცეში ძელაკის დაწნევისას ფოლადის გარსაკრიში.

ნახ. 7.1-დან ჩანს, რომ წნევა σ რჩება მუდმივი შეკლების $\lambda=0,6$ მნიშვნელობამდე, ან მოცულობის 2,5-ჯერ შემცირებამდე.

ამის შემდეგ მოცულობის მცირე ცვლილება იწვევს წნევის (σ) მნიშვნელოვან ზრდას 40-50 კგ/მმ²-მდე და ზემოთ.

წნევის (σ) მუდმივობა აიხსნება მერქნის უჯრედოვანი და შრეული აგებულებით. თავიდანვე მიმდინარეობს ადრეული მერქნის ბოჭკოების კუმშვა, სანამ მათი კედლები არ დაკარგავს მდგრადობას. ამის შემდეგ იწყება ბოჭკოების კედლების დარღვევა და მათი შემკვრივება, რის შედეგადაც იწყება გვიანი მერქნის ბოჭკოების დეფორმაცია და ადრეული მერქნის დაწნევა, წნევა σ იწყებს ზრდას. არაერთგვაროვანი მერქნის დაწნეხილი ნიშუში უახლოვდება უფრო ერთგვაროვან ნივთიერებას.

ჭრის დროს მიღებული ბურბუშეღა არასოდეს არც ერთ პროცესში არ აღწევს ასეთ შეწნეხას. ბურბუშეღის შეკლება (λ) ნაკლებია 0,45-ზე.

მაშასადამე ბურბუშეღის წარმოქმნა მიმდინარეობს σ წნევის მუდმივობის დროს.

ამ ურთიერთდამოკიდებულებას სადურგლო-მექანიკური წარმოების ყველა პროცესისათვის, როდესაც ბურბუშეღის სისქე e მერყეობს 0,1-დან 2 მმ-მდე და $\lambda \leq 0,45$, პროფ. ა. ბერშადსკიმ უწოდა ჭრის საერთო კანონზომიერება.

მერქნის, როგორც ბოჭკოვან-შრეული აგებულების მასალის ეს მნიშვნელობანი თვისება საშუალებას გვაძლევს ავხსნათ ურთიერთქმედება მერქანსა და საჭრის სწორის.

7.2. იდეალური და რეალური საჭრისი

საჭრისის წინა და უკანა წახნაგების მნობ და მწურ სიბრტყეების გადაკვეთისას მიიღება მნ ხაზი, რომელსაც მჭრელ პირს უწოდებენ, ანუ მჭრელ წიბოს (ნახ. 4.4). საჭრისის მჭრელი პირი არის მისი ძირითადი ნაწილი. იგი პირველი ეხება მერქანს, არღვევს ბოჭკოებს შორის კავშირს – ახდენს ჭრას.

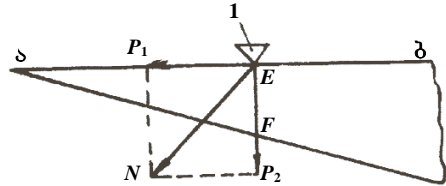
წინა წახნაგის დანიშნულებაა მერქნის მოსაშორებელ ნაწილს (ბურბუშეღას) მიანიჭოს განსაზღვრული მიმართულება და მოახდინოს ბურბუშეღის გადაადგილება საჭრისის წინა წახნაგზე.

წინა და უკანა წახნაგების გადაკვეთის ხაზი, თეორიულად არის წერტილთა გეომეტრიული ადგილი, ე.ი. მას არა აქვს სისქე და სიგანე. ე.ი. მჭრელი პირი არის არა ხაზი, არამედ ზედაპირი.

ეს გამოწვეულია იმით, რომ საჭრისის მჭრელ პირზე მოქმედებს მერქნის წინაღობა, რაც იწვევს საჭრისის წვერის მოტეხას.

მჭრელი პირის, როგორც ზედაპირის წარმოქმნა ხდება უპირველესად ალესვით. ალესვა ხორციელდება აბრაზიული იარაღებით. განვიხილოთ საჭრისის ალესვის პროცესი (ნახ. 7.2).

ალესვის შემთხვევაში გამოვეყნოთ აბრაზიული იარაღის მარცვალი 1, რომელიც ზემოქმედებს საჭრისის აბ წახნაგზე. აბრაზიული მარცვლის იარაღზე ზემოქმედება განიხილება ორი ძალით: ერთი P_1 , რომელიც აბ-ს გასწვრივია მიმართული, მეორე კი P_2 – აბ-ს პერპენდიკულარულად. N არის P_1 და P_2 ძალების ჯამი. ამ შემთხვევაში σ ძაბვა ტოლია



ნახ. 7.2. საჭრისის ალესვის პროცესი

$$\sigma = \frac{P_2}{S_{EF}},$$

სადაც S_{EF} არის EF კვეთის ფართობი.

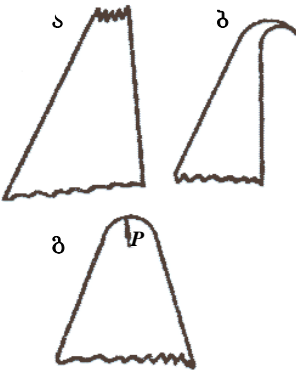
საღესი იარაღის გადაადგილებისას Δ წვეროსკენ, $S_{EF} \rightarrow 0$,

ძალა კი რჩება იგივე, შესაბამისად

$$\frac{P_2}{S_{EF}} \rightarrow \infty, \text{ ე.ი. } \sigma \rightarrow \infty,$$

რაც იწვევს წვეროს მოტეხას.

მჭრელი პირის ზედაპირს, რომელსაც მივიღებთ ალესვით, არა აქვს სწორი გეომეტრიული ფორმა (ნახ. 7.3, ა, ბ, გ), მაგრამ ჭრისას მერქანთან ურთიერთქმედების გამო მიიღებს მომრგვალებულ ფორმას, რომელიც ხასიათდება მომრგვალების ρ რადიუსით, ეს უკანასკნელი კი რეალური საჭრისის დამატებითი პარამეტრია.

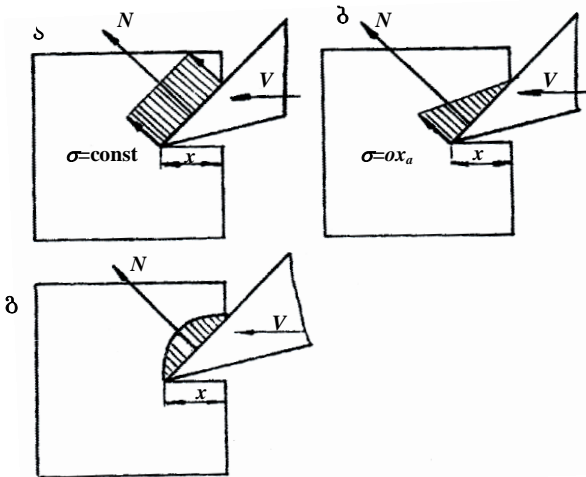


ნახ. 7.3. რეალური საჭრისი:
 ა – საჭრისის წვეროს მოტეხა ალესვისას;
 ბ – ხიწვი ალესვისას;
 გ – მჭრელი პირის მომრგვალების მუშაობისას

7.3. საჭრისისა და მერქნის ურთიერთმოქმედება

საჭრისის ზედაპირზე ნორმალური წნევების განაწილების ხასიათი გავლენას ახდენს საჭრისის დაბლაგევაზე. ასეთი განაწილების ზუსტი სურათი ჯერჯერობით ცნობილი არ არის, რაც გამოწვეული მერქნის რთული აღნაგობით, მისი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მრავალფეროვნებით და სხვა ფაქტორებით. ამიტომ ჭრის თეორიას მრავალფეროვნებით და სხვა ფაქტორებით. ამიტომ ჭრის თეორიას საფუძვლად უდევს ჰიპოთეზა წნევის განაწილების თანახმად საჭრისის ზემოქმედება მერქანზე განისაზღვრება განისაზღვრება საჭრისის წინა წახნაგსა და მერქანს შორის კონტაქტის სიდიდე შეიძლება უგულებელვყოთ, ხოლო გვერდითი წახნაგების ზემოქმედება შეიძლება გავითვალისწინოთ, როგორც წინა წახნაგის განაპირა მცირე უბნის ზემოქმედება.

ნახ. 7.4-ზე ნაჩვენებია ნორმალური წნევების განაწილების გრაფიკები, კერძოდ აბგ გრაფიკებით შემოსაზღვრული S ფართობი.



ნახ. 7.4. ნორმალური წნევების განაწილების გრაფიკი:
 ა – თანაბარი; ბ – სამკუთხედისებრი; გ – პარაბოლური

თითოეული მათგანი განსაზღვრავს წახნაგისადმი ნორმალური მიმართულების ყველა ძალის ტოლქმედი N ძალის სიდიდეს.

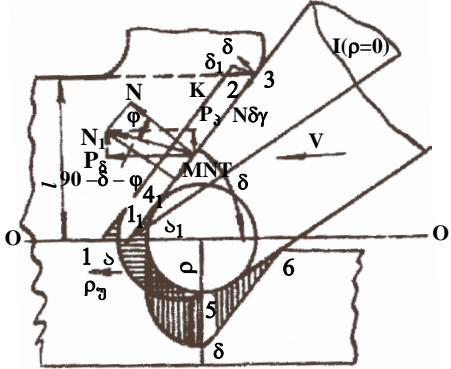
ი. ტიმეს და ს. ვოსკრესენსკი მიხედვით ეს ძალა ჭრის სინქარის მიმართულებით საჭრისის მერქანში შესვლის x სიდიდის პირდაპირპროპორციულია. პ. აფანასიევის და მ. დეშევის მიხედვით კი ეს ძალა მერქანში საჭრისის შესვლის სიდიდის კვადრატის პროპორციულია.

ყველა ზემოთ აღნიშნულ ჰიპოთეზაში წინა წახნაგზე ნორმალური დაბევის განაწილება განიხილება მერქნის დეფორმაციის პროცესზე საჭრისის მოძრაობის სინქარის გავლენის გარეშე.

მ. მაკენზის მიერ ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ ჭრის სინქარის გავლენა მის ენერგოტეკვადობაზე უმნიშვნელოა, რის გამოც მაკენზიმ დაასკვნა, რომ მერქნის დეფორმაციის სინქარე არაა დამოკიდებული მერქნის მექანიკურ თვისებებზე. იგივე აზრისაა პ. კოხი (აშშ), რომელიც აღნიშნავს, რომ ჭრის სინქარის გავლენა ჭრის პროცესის ენერგეტიკაზე გამოიხატება იმ დამატებითი მუშაობის დახარჯვით, რომელიც საჭიროა მოხსნილი მერქნის კინეტიკური ენერგიის გაზრდისათვის.

ნორმალური დაბევის განაწილების კანონზომიერების განსაზღვრა ჭრის თეორიის ერთ-ერთი რთული ამოცანაა, რომლის გადაჭრაც აუცილებელია საჭრისის ცვეთის შესამცირებლად. გარდა ამისა, საჭრისის წინა წახნაგის მერქანზე ზემოქმედების ძალის განსაზღვრა აუცილებელია იმიტომაც, რომ ამ ძალის მნიშვნელობა შედის საჭრისის სიმტკიცის საანგარიშო და ჭრის პროცესის დროს დახარჯული სიმძლავრის გამოსათვლელ ფორმულებში.

მერქანში საჭრისის შეღწევისას საჭრისის მერქანთან შეხების წერტილში წარმოიქმნება დაბევი, რომლებიც აუცილებელია ახალი ზედაპირების წარმოქმნისათვის.



ნახ. 7.5. დაბლაგული საჭრისის ურთიერთმოქმედება მერქანთან

დაბლაგული საჭრისის მერქანთან ურთიერთქმედების შემთხვევაში (ნახ. 7.5) მერქნის ნაწილაკები, რომლებიც წონასწორულ მდგომარეობაშია, იქცევა ბურბუშელად, ეს უკანასკნელი მიბჯენილია საჭრისის წინა წახნაგზე. ამ გადასვლისათვის საჭიროა მნიშვნელოვანი ძაბვები.

ცდები გვიჩვენებს, რომ რეალური საჭრისის მჭრელი პირით ჭრისას, ძაბვები აღემატება 50-60 კგ/მმ², რაც უზრუნველყოფს მერქნის ნაწილაკების გადასვლას ბურბუშელაში.

პროფ. ა. ვერშადსკი განიხილავს გადასვლით ეპიურას აბსოლუტური ბასრი საჭრისიდან რეალურ საჭრისამდე, რომლის დროსაც გაყოფის ზედაპირის წარმოქმნა მიმდინარეობს 00 ხაზის გასწვრივ (ნახ. 7.5) საჭრისის სწორხაზოვანი მოძრაობისას. თუ შევაჯამებთ σ მუდმივ წნევებს, მივიღებთ საერთო N ძალას, რომელიც საჭრისის წინა წახნაგის პერპენდიკულარულია. ბურბუშელის გადაადგილებისას წინა წახნაგზე საჭრისის მჭრელი პირიდან a წერტილის ზემოთ წარმოიქმნება ხახუნის ძალა $T = \mu N$, სადაც μ ხახუნის კოეფიციენტი.

ხახუნის ძალა ბურბუშელაზე ყოველთვის მოქმედებს მისი მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით, ე.ი. T იქნება მიმართული საჭრისის მჭრელი პირის a წერტილისაკენ. N და T ძალების ვექტორული ჯამი იქნება

$$\bar{N}_1 = \bar{N} + \bar{T} \quad \text{ან} \quad \bar{N}_1 = \bar{N} + \mu\bar{N}. \quad (7.1)$$

N_1 ძალის გადახრის კუთხეს ნორმალური N ძალიდან ხახუნის φ კუთხე ეწოდება, რომელიც იცვლება 20°–25°-მდე. მექანიკიდან ცნობილია, რომ

$$\mu = tg\varphi.$$

ამრიგად, ხახუნის კოეფიციენტი μ ხახუნის კუთხის ტანგენსის ტოლია. დავშალოთ N_1 ძალა ჭრის სინქარის პარალელურ და პერპენდიკულარულ მიმართულებებზე, მივიღებთ ჭრის ძალას P_{\parallel} , რომელის მოქმედებს საჭრისის წინა წახნაგზე და მის მართობ P_{\perp} ძალას, რომელიც ბურბუშელაზე მოქმედებს. P_{\parallel} ძალა არ არის მუდმივი მხები და წნევათა ჯამი, რომელიც დამოკიდებულია ბურბუშელის e სისქეზე

$$P_{\parallel} = ke, \quad (7.2)$$

სადაც k მხები დაწნევაა ბურბუშელის სისქის ერთეულზე.

ბურბუშელაზე მოქმედი ძალა

$$P_{\delta} = P_{\varphi} \operatorname{tg}(90^{\circ} - \delta - \varphi). \quad (7.3)$$

ამრიგად, მივიღეთ გაყოფის 00 ხაზის ზემოთ მოქმედი ძალები.

7.4. დაბლაგული საჭრისის და მერქნის ურთიერთქმედება

როგორც აღენიშნეთ, საჭრისის მჭრელი პირი არ შეიძლება იყოს მიღებული ორი წახნაგის გადაკვეთით სწორ ხაზზე. იგი არის მდორე მრუდი, რომელიც აერთიანებს წინა და უკანა წახნაგებს (იხ. ნახ. 7.5). ამ მრუდს მიახლოებით თვლიან წნეხაზად დაბლაგვის ρ რადიუსით. რეალური საჭრისის მნიშვნელოვან ცვლის წარმოდგენას ძალებზე ბურბუშელის წარმოქმნისას. როდესაც დაბლაგვების რადიუსია ρ ა წერტილიდან, საჭრისის მერქანთან შეხებისას ადგილი აქვს ძაბვების კონცენტრაციას და თანდათან მიმდინარეობს მერქნის გაყოფა 00 ხაზზე.

ამ შემთხვევაში მრუდხაზოვანი წინა წახნაგი ა₁4₁ მოქმედებს ბურბუშელაზე 00 გაყოფის ხაზის ზემოთ, ხოლო უკანა წახნაგი ა₁56 – დამუშავების ზედაპირზე საჭრისის სიჩქარის მიმართულებით გადაადგილების დროს. P_{δ} მოწნეხის (განწოლის) ძალა წნეხს მის ქვემოთ მერქანს და ამავე დროს თელავს ზედა შრეს 00 გამყოფი ხაზის ქვემოთ წახნაგზე მოქმედი P_{ψ} ძალით. მაშასადამე, რეალური საჭრისის დროს წარმოიშობა ძალების ორი სისტემა: 00 ხაზის ზემოთ ბურბუშელაზე მოქმედი და უკანა წახნაგზე მოქმედი ძალები:

$$P_{\psi} \parallel V_{\varepsilon}, \quad P_{\delta} \perp V, \quad P_{\psi} = P_{\delta} f. \quad (7.4)$$

f კოეფიციენტი ითვალისწინებს როგორც ხახუნს, ასევე პლასტიკურ დეფორმაციას, მას დაყვანილი ხახუნის კოეფიციენტი ეწოდება:

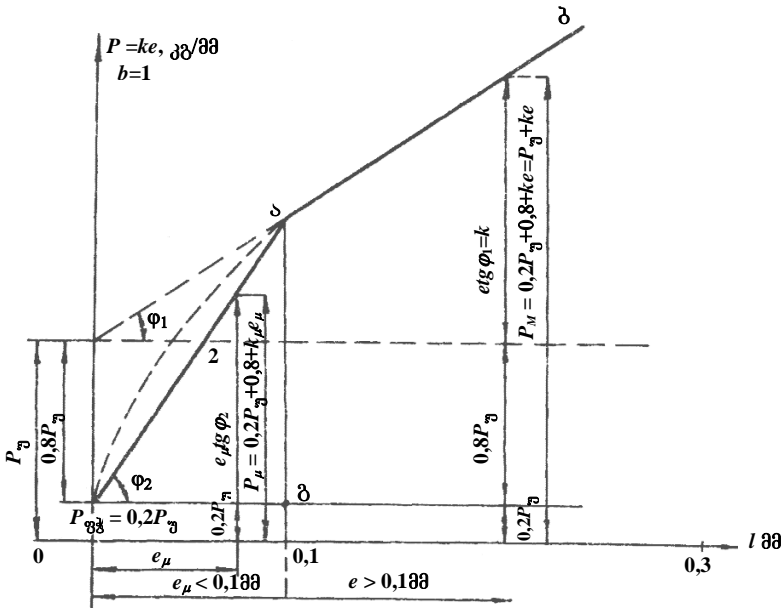
$$f = \frac{P_{\psi}}{P_{\delta}}. \quad (7.5)$$

წინა წახნაგზე წნევის ეპიურა დაბლაგული საჭრისის დროს იქნება ა,ა,423ა. ეს ფართობი დაწნევის 14234 ფართობის ტოლია, რადგან 1 4 და 1, 4, ა, ε ფართობები ტოლია.

მაშასადამე, $P_{\nabla} = ke = const$, რადგან დაწნევის ფართობები თანაბარი სიდიდისაა, ე.ი. $P_{\nabla} = ke$ დამოკიდებულია e -ზე, მაგრამ არ არის დამოკიდებული დაბლაგვებაზე. ასევეა $P_{\nabla} = P_{\nabla} \operatorname{tg}(90^{\circ} - \delta - \varphi) = const$. P_{δ} და $P_{\nabla} = fP_{\delta}$ ძალები არ არის დამოკიდებული ბურბუშელის სისქეზე, ისინი დამოკიდებულია ρ -ზე. ჭრის საერთო ძალა

$$P = P_{\nabla} + P_{\nabla} = fP_{\delta} + ke. \quad (7.6)$$

ნახ. 7.6-ზე ნაჩვენებია ჭრის ძალის ცვლილების გრაფიკები ბურბუშელის სისქეზე დამოკიდებულებით.



ნახ. 7.6. ჭრის ძალის ცვლილებადობის გრაფიკები ბურბუშელის სისქეზე დამოკიდებულებით

ორდინატთა ღერძზე გადაზომილია კუთრი ძალა - $P = ke$ კგ/მმ, აბსცისათა ღერძზე კი ბურბუშელის სისქე e (მმ).

ნახაზიდან ჩანს, რომ $P = P_{\nabla} + ke$ არის აბ წრფის განტოლება, ამ შემთხვევაში $k = \operatorname{tg} \varphi_1$, სადაც φ_1 აბ წრფის აბსცისათა ღერძისადმი დახრის კუთხეა.

ცდებით დადგენილია, რომ მიკრობურბუშეფლისათვის, როდესაც $e_\mu < 0,1$ მმ, ჭრის ძალის ცვალებადობის გრაფიკი გამოსახება აზა წრფის მონაკვეთით, რომელიც დახრილია აბსცისათა ღერძისადმი φ_2 კუთხით, რომელიც $=k_\mu$:

$$\varphi_2 > \varphi_1 \text{ ე.ი. } k_\mu > k ,$$

k_μ ჭრის კუთრი წინაღობაა წინა წახნაგზე მიკრობურბუშეფლის ზონაში ($e_\mu < 0,1$ მმ); k - ჭრის კუთრი წინაღობა წინა წახნაგზე მაკრობურბუშეფლის ზონაში ($e > 0,1$ მმ).

ცდებით დადგენილია აგრეთვე, რომ O აზ მონაკვეთი გამოსახავს უკანა წახნაგზე მოქმედ ფაქტიურ ძალას:

$$O_{\Delta 2} = P_{\text{უზ}} = 0,2P_{\text{უ}} . \quad (7.7)$$

ზონისათვის $e_\mu < 0,1$ მ.

$$P_\mu = P_{\text{უზ}} + k_\mu e_\mu = 0,2P_{\text{უ}} + tg\varphi_2 e_\mu , \quad (7.8)$$

სადაც

$$K_\mu = tg\varphi_2 = \frac{\Delta \delta}{\Delta 2 \delta} = \frac{0,8P_{\text{უ}} + 0,1k}{0,1} = 8P_{\text{უ}} + k .$$

ა წერტილისათვის, როდესაც $e = 0,1$ მმ.

$$P = P_{\text{უზ}} + ke = 0,2P_{\text{უ}} + tg\varphi_2 \cdot 0,1 . \quad (7.9)$$

$e > 0,1$ მმ ზონისათვის წინა წახნაგზე მოქმედი ძალა

$$P_{\text{წ}} = 0,8P_{\text{უ}} + ke = 0,8P_{\text{უ}} + tg\varphi_1 e , \quad (7.10)$$

სოლო საერთო ჭრის ძალა

$$P = 0,2P_{\text{უ}} + 0,8P_{\text{უ}} + \bar{K}e . \quad (7.11)$$

თუ ჭრის ძალა P გავეყოფთ ბურბუშეფლის e სისქეზე, მივიღებთ საშუალო ჭრის წნევების შემდეგ მნიშვნელობებს:

როდესაც $e = 0,1$ მმ,

$$k_{\text{წ}\mu} = \frac{P_{\text{წ}\mu}}{e_\mu} = 8P_{\text{უზ}} + k ; \quad (7.12)$$

$$k_{\text{უ}\mu} = \frac{0,2P_{\text{უზ}}}{e_\mu} ; \quad (7.13)$$

$$K_{\mu} = k_{\nu\mu} + k_{\gamma\mu} = 8P_{\gamma} + k + \frac{0,2P_{\gamma}}{e_{\mu}} . \quad (7.14)$$

$e > 0,1$ მმ ზონისათვის ვღებულობთ:

$$k_{\nu} = \frac{P_{\nu}}{e} = \frac{0,8P_{\gamma}}{e} + k ; \quad (7.15)$$

$$k_{\gamma} = \frac{0,2P_{\gamma}}{e} ; \quad (7.16)$$

$$K = k_{\nu} + k_{\gamma} = k + \frac{P_{\gamma}}{e} . \quad (7.17)$$

(7.14) და (7.17) ფორმულები მართებულია ბასრი საჭრისისათვის.

დაბლაგული საჭრისის შემთხვევაში ჭრის ძალა, როდესაც $e_{\mu} < 0,1$ მმ,

$$P_{p\mu} = (a_p - 0,8)P_{\gamma} + k_{\mu}e_{\mu} , \quad (7.18)$$

ხოლო $e > 0,1$ მმ ზონისათვის

$$P_p = a_p P_{\gamma} + ke , \quad (7.19)$$

სადაც a_p არის დაბლაგვის კოეფიციენტი.

ბასრი საჭრისისათვის $a_p = 1$. დაბლაგული საჭრისისათვის $a_p > 1$.

(7.18) და (8.19) ფორმულებიდან ვღებულობთ საშუალო ჭრის წნევების მნიშვნელობებს დაბლაგული საჭრისისათვის.

როდესაც $e > 0,1$ მმ, მაშინ

$$K_p = \frac{P_p}{e} = k + \frac{q_p P_{\gamma}}{e} . \quad (7.20)$$

როდესაც $e < 0,1$ მმ, მაშინ

$$K_{p\mu} = \frac{P_{p\mu}}{e} = k_{\mu} + \frac{(a_p - 0,8)P_{\gamma}}{e_{\mu}} . \quad (7.21)$$

ეს ფორმულები მართებულია გრძივ-ტორსული დია ჭრისათვის.

7.5. დამოკიდებულება ρ , P , $k_{\varphi\mu}$ და a_ρ შორის

(7.8) ფორმულიდან ჩანს, რომ $P_\mu = 0$, როცა

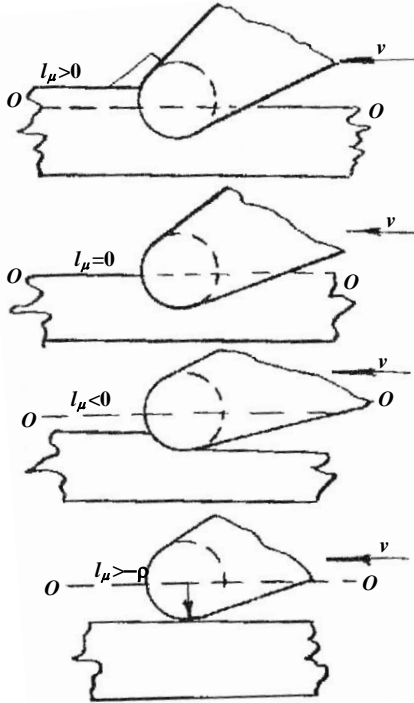
$$0,2P_\mu + tg\varphi_2 e_\mu = 0,$$

ანუ

$$e_\mu = \frac{0,2P_\mu}{tg\varphi_2} = -\frac{0,2P_\mu}{k_{\varphi\mu}}. \quad (7.22)$$

გავაგრძელოთ რა აა2 ხაზს აბსცისთა ღერძის გადაკვეთამდე (ნახ. 7.6), მივიღებთ ღერძზე საერთო უარყოფით მნიშვნელობას $-e_\mu = -\rho_b$. ნახ. 7.7-დან ჩანს, თუ e_μ -ს ავითვლით 00 ხაზის ზემოთ (+) ნიშნით, ხოლო 00 ხაზის ქვემოთ (-) ნიშნით, მივიღებთ

$$P_\mu = 0, \text{ თუ } -e_\mu = -\rho_b.$$



ნახ. 7.7. e_μ -ს უარყოფითი და დადებითი მნიშვნელობები

ამგვარად

$$\rho_{\delta} = \frac{0,2P_{\text{ა}}}{tg\varphi_2} = \frac{0,2P_{\text{ა}}}{k_{\text{ფ}\mu}} = \frac{(1-0,8)P_{\text{ა}}}{k_{\text{ფ}\mu}}. \quad (7.23)$$

გავზრდით რა საწყის ρ_{δ} -ს, რომლის დროსაც მიღებული იყო $a_{\rho} = 1 \dots \rho$ -მდე, როცა $a_{\rho} > 1$ (7.23) ფორმულით ვღებულობთ

$$\rho = \frac{(a_{\rho} - 0,8)P_{\text{ა}}}{k_{\text{ფ}\mu}}. \quad (7.24)$$

(7.23) და (7.24)-დან ვღებულობთ

$$\frac{\rho}{\rho_{\delta}} = \frac{a_{\rho} - 0,8}{0,2}, \quad (7.25)$$

საიდანაც

$$a_{\rho} = \frac{0,2\rho}{\rho_{\delta}} + 0,8. \quad (7.26)$$

აღნიშნოთ საწყისი დაბლაგვების რადიუსის ნაზრდი $\Delta\rho$, მივიღებთ

$$\rho = \rho_{\delta} + \Delta\rho \quad (7.27)$$

და (7.26) ფორმულით

$$a_{\rho} = \frac{0,2(\rho_{\delta} + \Delta\rho)}{\rho_{\delta}} + 0,8 = 1 + \frac{0,2\Delta\rho}{\rho_{\delta}}. \quad (7.28)$$

ვიციოთ რა საწყისი დაბლაგვების რადიუსი $\rho_{\delta} = (5-10)\mu$ და ნაზრდი $\Delta\rho$ საჭრისის მერქანთან კონტაქტის მანძილზე, (7.28) ფორმულით განვსაზღვრავთ a_{ρ} , a_{ρ} -ს საშუალებით განვსაზღვრავთ f -ს, რომელიც საჭიროა მიწოდების, ნორმალური და რადიალური ძალების გამოსათვლელად.

დაყვანილი სახუნის კოეფიციენტისათვის მიახლოებით ვღებულობენ ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში აღნიშნულ შემდეგ მნიშვნელობებს:

ცხრილი

$a_{\rho} =$	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	და მეტი
$f =$	2	1,5	1,25	1,1	1,0	0,9	0,8	0,75	0,7

7.6. ხახუნის გათვალისწინება დახურული ჭრის დროს

დახურული ჭრის დროს (მაგალითად ხერხვის პროცესი) უნდა გავითვალისწინოთ ხახუნის განახერხის კედლებზე. c მიწოდებისა და განახერხის h სიმაღლისას ბურბუშელის გვერდითი ზედაპირის ფართობი იქნება hc და ხახუნის ძალა

$$F = ahc, \quad (7.29)$$

სადაც a ხახუნის ინტენსიურობაა, ანუ ხახუნის ძალა, რომელიც მოდის ბურბუშელის გვერდითი 1 მმ^2 -ზე. ეს ძალა მოქმედებს ბურბუშელის bc კვეთზე.

მაშასადამე, ჭრის დამატებითი წნევა წახნაგზე იქნება

$$K_{\text{ხახუნის}} = \frac{F}{bc} = \frac{ahc}{bc} = \frac{ah}{b} \frac{\text{კგ}}{\text{მმ}^2}, \quad (7.30)$$

სადაც b განახერხის სიგანეა.

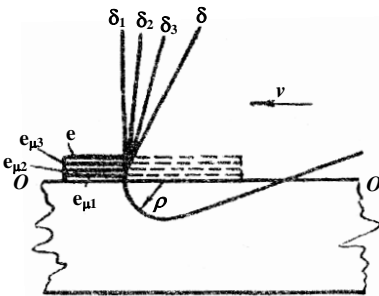
ცხადია, რომ $k_{\text{ხახუნის}}$ არ არის დამოკიდებული საჭრისის ρ დაბლაგვებაზე, მაშასადამე ხერხვისათვის (7.20) და (7.21) ფორმულებში ემატება $k_{\text{ხახუნის}}$.

$e > 0,1$ მმ დროს

$$K_{\rho} = k + \frac{ah}{b} + \frac{q_{\rho} P_{\text{წ}}}{b}, \quad (7.31)$$

$e_{\mu} < 0,1$ მმ დროს

$$K_{\rho\mu} = k_{\mu} + \frac{ah}{b} + \frac{(a_{\rho} - 0,8) P_{\text{წ}}}{e}. \quad (7.32)$$



ნახ. 7.8. ბურბუშელის სისქის გავლენა ჭრის კუთხეებზე (მიკრობურბუშელის ზონა)

ასეთია ფორმულების საერთო სახე ჭრის საშუალო წნევისათვის (წინაღობის) K_{ρ} კგ/მმ² ან ჭრის კუთრი მუშაობისათვის K'_{ρ} კგმ/სმ³.

მოკლედ ავხსნათ, თუ რატომ იცვლება აბ წრფის კანონი (ნახ. 7.6) აბ წრფის კანონით, სადაც $tg \phi_2 > tg \phi_1$ ე.ი. $k_{\mu} > k$, ნახ. 7.8-დან, რომ e მოსახსნელი შრის

სისქის შემცირებით ჭრის კუთხე δ ბლაგვი საჭრისის დროს იზრდება და მაშასადამე ჭრა ზონაში $e_\mu = 0 \dots 0,1$ მიმდინარეობს ჭრის კუთხეების ცვლილებით $\delta_\mu \geq \delta$. ამის გამო მიიღება აბ წრფის გარდატეხა ა წერტილთან (ნახ. 7.6), რომელიც შეესაბამება მმ, რადგან ჭრის კუთხე δ იზრდება ბურბუშელის სისქის შემცირებასთან ერთად 0,1 მმ-ის ქვემოთ, ამიტომ $k_\mu > k$.

7.7. საანგარიშო ფორმულები და საცნობარო მონაცემები გრძივ-ტორსული ჭრისას

დაბლაგვების კოეფიციენტი $a_\rho = 1$ ბასრი საჭრისისათვის, $\rho_\phi = 4-5$ მიკრ. დანისათვის და $\rho_\phi = 6-10$ მიერ. ხერხისათვის. ცდების განზოგადებით მიღებულია, რომ $a_\rho = 1 + \frac{0,2\Delta\rho}{\rho_\phi}$, სადაც

$\Delta\rho$ დაბლაგვების ρ რადიუსის ნაზრდია ρ_ϕ -თან შედარებით საჭრისის მერქანთან კონტაქტის L სიგრძეზე,

$$\Delta\rho = \rho - \rho_\phi \quad \text{ან} \quad \rho = \rho_\phi + \Delta\rho \quad (7.33)$$

$\Delta\rho$ ნაზრდი კონტაქტის სიგრძის პროპორციულია:

$$\Delta\rho = \varepsilon L, \quad (7.34)$$

სადაც ε პროპორციულობის კოეფიციენტია, რომელიც გვიჩვენებს ნაზრდს მიკრონებში კონტაქტის 1 მ სიგრძეზე.

ერთი შემობრუნებისას კონტაქტის რკალის სიგრძეა L .

კონტაქტის სიგრძე საჭრისის 1 წუთის განმავლობაში ბრუნვისას მეტრებში ტოლი იქნება

$$L = \frac{ln}{1000},$$

ხოლო T წუთში კონტაქტის სიგრძე ტოლი იქნება

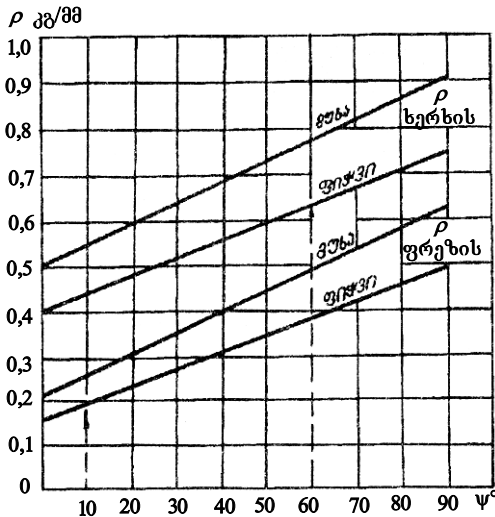
$$L = \frac{Tln}{1000}. \quad (7.35)$$

ε -ის მნიშვნელობა დადგენილია ცდებით და მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში

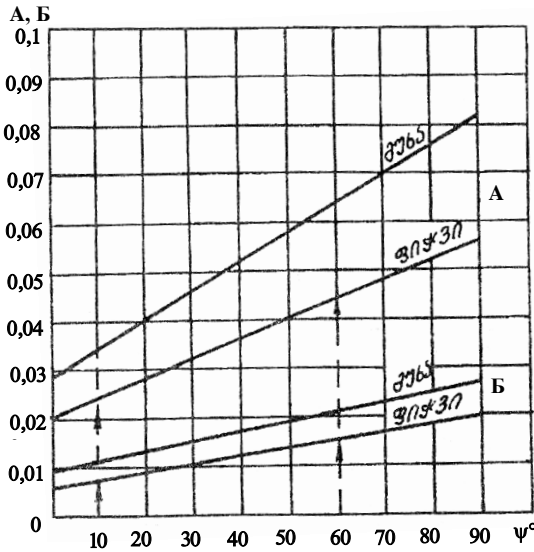
ჯიში	E-ის მნიშვნელობა		
	ფრეზვა	ლენტური და მრგვალი სერხებით სერხვა	ჩარჩო სერხით სერხვა
წიწვოვანი	0,0008	0,0010	0,002
ფოთლოვანი	0,0010	0,0013	0,0026

7.8. k , k_μ და P -ს საანგარიშო გრაფიკები ღია ჭრის და სერხვის დროს

ღია ჭრისა II- \perp და სერხვის დროს ჩატარებული ცდების (სხვადასხვა ჯიშისა და სხვადასხვა e , ψ , δ და V მნიშვნელობებისათვის) და ჭრის საერთო კანონზომიერებების განზოგადების შედეგად დადგენილია P_ψ , k და k_μ მნიშვნელობები (ნახ. 7.9, 7.10). ნახ. 7.9-ზე აბსცისათა ღერძზე გადაზომილია ψ კუთხეები, რომლებიც ჩვეულებრივ შემთხვევაში, როდესაც მიწოდება ბოჭკოების პარალელურია, ტოლია Θ კუთხის, ხოლო ორდინატთა ღერძზე გადაზომილია კუთრი ძალა P კგ/მმ ($B = 1$ მმ).



ნახ. 7.9. საჭრის უკანა წახნაგზე კუთრი ძალის (P) განსაზღვრის ნომოგრამა ψ კუთხეზე დამოკიდებულებით



ნახ. 7.10. A და B კოეფიციენტების განსაზღვრის ნომოგრამა ψ კუთხეზე დამოკიდებულებით

ნახ. 7.10 და 7.11-ზე მოცემულია A, B, B და B_μ კოეფიციენტები, რომლებიც შედიან საერთო ფორმულებში:

$e > 0,1$ მმ დროს

$$k = A\delta + BV - B, \quad (7.36)$$

$e_m < 0,1$ მმ დროს

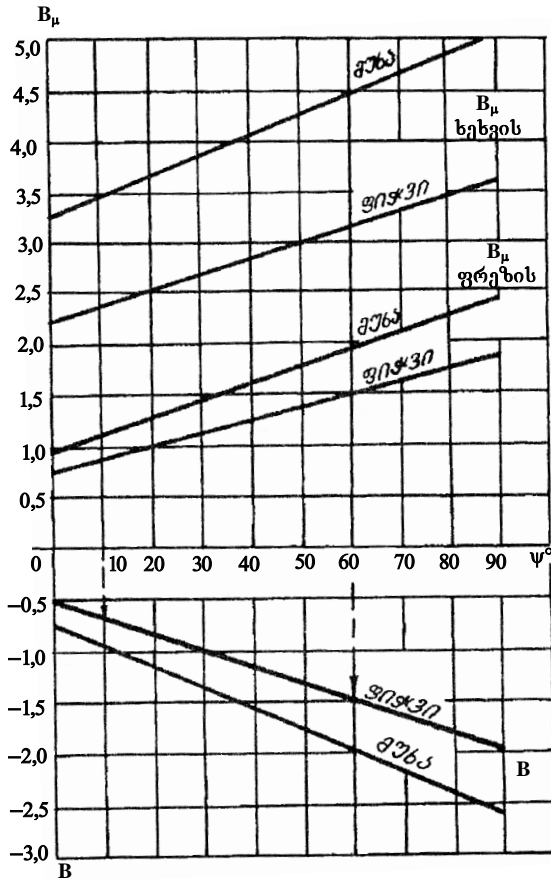
$$k_\mu = A\delta + BV - B_\mu. \quad (7.37)$$

თუ $V < 50$ მ/წმ, V-ს ნაცვლად აიღება $(90 - V)$, რადგანაც $V = 20$ მ/წმ, ჭრის სიქარის შემთხვევასთან შედარებით ადგილი აქვს ჭრის კუთრი წინაღობის - K კვ/მმ² (ჭრის კუთრი მუშაობის K კვ/სმ³) შემცირებას $V < 50$ მ/წმ-მდე და პირიქით ზრდას, როცა $V > 50$ მ/წმ. (იხ. ნახ. 9.1 და ცხრ. 9.4).

ჭრის საერთო დაწნევა განახერხის კედლებზე ბურბუშელის ხახუნის გათვალისწინებით ტოლი იქნება:

$e > 0,1$ მმ დროს

$$K = k + \frac{ch}{b} + \frac{a_p P_{\text{წ}}}{e}, \quad (7.38)$$



ნახ. 7.11. B და B_μ კოეფიციენტების განსაზღვრის ნომოგრამა ψ კუთხეზე დამოკიდებულებით

$e_\mu < 0,1$ მმ დროს

$$K = k_\mu + \frac{\alpha h}{b} + \frac{(a_p - 0,8) P_\mu}{e_\mu}. \quad (7.39)$$

მრგვალი ხერხით ხერხვის დროს α -ს აქვს შემდეგი მნიშვნელობანი:

გადაყრილი კბილებისათვის (პირობითი აღნიშვნა λ) ხახუნის ინტენსიურობის კოეფიციენტი

$$\alpha_\lambda = 0,72 \dots 0,075 \text{ კგ/მმ}^2;$$

გატყლეული კბილებისათვის (პირობითი აღნიშვნა Δ)

$$\alpha_\Delta = 0,058 - 0,6 \text{ კგ/მმ}^2;$$

ლენტური და ჩარჩო ხერხებისათვის

$$\alpha_\lambda = 0,02 \text{ კგ/მმ}^2, \quad \alpha_\Delta = 0,025 \text{ კგ/მმ}^2.$$

გადაყრილი კბილებისათვის ბურბუშეელის სისქე

$$e_\lambda = \frac{b}{s} c \sin \Theta, \quad (7.40)$$

სოლო გატყლეული კბილებისათვის

$$e_\Delta = c \sin \Theta. \quad (7.41)$$

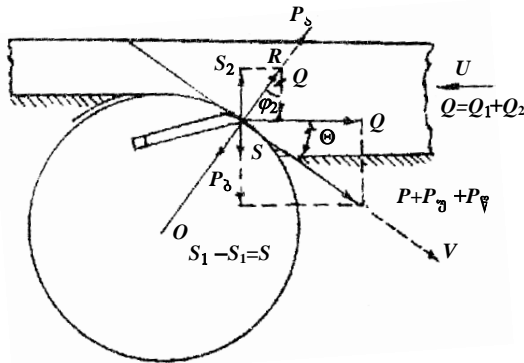
მოყვანილი ფორმულები საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ კუთრი წინაღობა (K) სხვადასხვა ჭრის რეჟიმების დროს.

7.9. რადიალური R , მიწოდების Q , დაწოლის S და მაგიდიდან ნაშაადის ამოგდების $S_2 \perp U$ ძალების განსაზღვრა წრიული ჭრისას

წრიული ჭრის დროს წარმოიქმნება რადიალური ძალები, რომლებიც მიმართულია რადიუსის გასწვრივ და ტოლია (ნახ. 7.12)

$$R = P_s - P_b.$$

ვიციოთ, რომ



ნახ. 7.12. ძალების მოქმედების სქემა წრიული ჭრის დროს

$$P_{\circ} = \frac{P_{\text{უზ}}}{f}; \quad P_{\text{უზ}} = 0,2P_{\text{ყ}}; \quad (7.42)$$

$$P_{\delta} = P_{\text{ყ}} \operatorname{tg}(90^{\circ} - \delta - \varphi),$$

მაშინ

$$R = \frac{0,2P_{\text{ყ}}}{f} - P_{\text{ყ}} \operatorname{tg}(90^{\circ} - \delta - \varphi). \quad (7.41)$$

$P = P_{\text{ყ}} + P_2$ ძალები მიმართულია მხეზად, ამიტომ მათ მხეზი ძალები ეწოდებათ.

P_{\circ} და $P_{\text{ყ}}$ მიმართულია რადიუსის გასწვრივ V -ს პერპენდიკულარულად, $R = P_{\circ} - P_{\delta}$ ძალა მიმართულია რადიუსის გასწვრივ.

თუ დავშლით P და R ძალებს U -ს გასწვრივ და მის პერპენდიკულარულად, მივიღებთ მიწოდების Q და ნორმალურ S ძალებს:

$$Q = P \cos \Theta + R \sin \Theta; \quad (7.44)$$

$$S = P \sin \Theta - R \cos \Theta. \quad (7.45)$$

თუ S ძალა დადებითია, მიმართულია მაგიდისკენ, იგი ნამზადს აბჯენს მაგიდაზე, ხოლო თუ უარყოფითია ნამზადისაკენ, მაშინ აგდებს მას მაგიდიდან და ამ შემთხვევაში საჭიროა დაწოლა $A > S$, სადაც

$$A = (1,3 \dots 1,5)S. \quad (7.46)$$

მოცემული ფორმულები და საცნობარო მონაცემები საშუალებას გვაძლევს ამოვხსნათ ამოცანები მოცემული ჭრის რეჟიმების დროს.

თაზო VIII

ღამუშავების ხარისხი. ღამუშავების სიზუსტე და სისუფთავე

8.1. განსაზღვრებანი და ნორმატიული მონაცემები

მექანიკური ღამუშავების ხარისხი განისაზღვრება დეტალების ფორმისა და ზომების სიზუსტით, აგრეთვე ზედაპირის ღამუშავების სისუფთავით. დეტალების ნამდვილი ზომები გადახრის ზღვრები დადგენილია სტანდარტებით, ზედაპირის სისუფთავე კი ნორმირებულია.

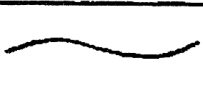

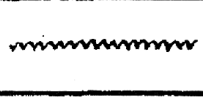

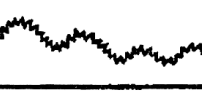
მოთხოვნები ღამუშავების სიზუსტესა და დეტალების ზედაპირის სისუფთავეზე სხვადასხვა ნაკეთობისათვის სხვადასხვაა, მაგალითად, მორების ფიცრებად დახერხვისას დიდი მნიშვნელობა აქვს მიღებული დახერხილი მასალების სხვადასხვა სისქეს, რაც მეორეული ღამუშავებისათვის იწვევს სხვადასხვა ნამეტებს. გარდა სხვადასხვა სისქისა, დიდი მნიშვნელობა აქვს განახერხის სისუფთავეს, რომელიც განისაზღვრება კაწრულებით, ამონაგლეჯებით, მერქნის დრეკადი აღდგენით და ხაოიანობით. მეორეული ღამუშავების დროს ისინი იწვევენ მერქნის დამატებით დანაკარგებს.

არჩევენ ზედაპირის უსწორობის 3 სახეს (ნახ. 8.1): **მაკროუსწორობანი**, ე.ი. ზედაპირის გადახრა მოცემული სწორი გეომეტრიული ფორმიდან ზედაპირის შედარებით დიდ უბნებზე (ამოზნექილობა, ჩაზნექილობა – სიბრტყეებისათვის, ელიფსურობა, ცილინდრული ფორმებისაგან გადახრა და ა.შ.).

ტალღოვნება – განმეორებადი და ზომებით ახლი ამალღებები და ჩაღრმავებები დეტალის ზედაპირზე (მაგ., ფრეზვის შემდეგ, შავად ახარატების შემდეგ და ა.შ.).

მიკროუსწორობანი, აუ სიმქისე, ე.ი. უსწორობანი, რომლებიც გაცილებით მცირეა ტალღების ზომებთან შედარებით.

მაკროუსწორობების წარმოშობის მიზეზია, ერთის მხრივ, მერქნის შიგა ძაბვები, რომელთა მოხსნისას (მაგ. დახერხვის დროს) ადგილი ექნება მერქნის დაბრეცვას, მეორეს მხრივ – ნამზადის არაზუსტ ბაზირებას, ჩარხების, იარაღების, დანადგარების სიზუსტის და ჩარხის მართვის გეომეტრიული სიზუსტის დარღვევას. ამიტომ მაკროუსწორობანი მიეკუთვნება არა ღამუშავების სისუფთავეს, არამედ დეტალების ფორმების სიზუსტეს.

მაკროუსწორობანი	
ტალღოვნება	
სიმქისე	
ტალღოვნება და სიმქისე	
მაკროუსწორებანი ტალღოვნება და სიმქისე	

ნახ. 8.1. ზედაპირის უსწორობის სახეები

დამუშავების სისუფთავეს მიეკუთვნება მცირე ტალღოვანი, სიმქისე, კაწრულები, ამონაგლეჯები და ხავსისებურობა.

მერქნის ფორიანობა, უჯრედების ღრუები, გულგულას სხივები, როგორც დამუშავებისაგან დამოუკიდებელი, ზედაპირის სისუფთავეს შეფასების დროს მხედველობაში არ მიიღება.

8.2. დამუშავებული ზედაპირის სიმქისე

დამუშავებული ზედაპირი არის ნამზადზე ფორმირებული რეალური ზედაპირი, რომელიც ტექნიკური დოკუმენტაციით მოცემული ნომინალური გეომეტრიული ზედაპირისაგან განსხვავებით ხასიათდება მოცემული ფორმისაგან გადახრით, უსწორობებით პროფილის შევრილებისა და ღრმულების სახით. ზედაპირის მოცემული ფორმისაგან გადახრა განსაზღვრავს მექანიკური დამუშავების სიზუსტეს.

იდეალური გლუვი ზედაპირიდან გადახრა ახასიათებს მის სიმქისეს. მერქნის ზედაპირის დამუშავების სიმქისის კლასები მოცემულია ცხრ. 8.1. $R_{მაქ}$ პარამეტრის მნიშვნელობები ჭრის სხვადასხვა პროცესებისათვის მოცემულია ცხრილებში 8.2...8.7.

ცხრილი 8.1

მერქნის ზედაპირის დამუშავების სიმქისის კლასები

$R_{მაქ}$ მკმ (არაუმეტესი)	1250- 1600	800- 1250	500- 800	315- 500	200- 315	100- 200	6- 100	30- 60	16- 30	8- 16	4- 8	4
$\nabla\sigma$, კლასები	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

ცხრილი 8.2

დამუშავებულ ზედაპირზე ტალღების ზღვრულად დასაშვები სიგრძე გრძივი ფრეზვისას

უსწორობათა სიმაღლე $R_{მაქ}$ მკმ არა უმეტესი	ტალღების ზღვრული სიგრძე L , მმ ჭრის დიამეტრის შემთხვევაში							
	60	80	100	120	140	160	180	220
16	2,0	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,6	3,8
32	2,8	3,3	3,7	4,0	4,3	4,7	4,9	5,2
60	4,0	4,7	5,2	5,6	6,2	6,6	7,0	7,4
100	5,2	6,0	6,7	7,3	7,9	8,5	9,0	9,5
200	7,2	8,5	9,5	10,3	11,0	12,0	12,6	13,6

ცხრილი 8.3

კბილზე მიწოდების მაქსიმალური მნიშვნელობები გრძივი ხეხვისას განახერხის სხვადასხვა სიმქისის შემთხვევაში

უსწორობის სიმაღლე $R_{მაქ}$ არა უმეტესი	კბილზე მაქსიმალური მიწოდებისას c კბილებისათვის					
	გადაყრილი		გატყლეკილი		რადიალური შიგარჩევით (სარანდი)	
	გამოსვლის $\Theta_{გამ}$ კუთხის შემთხვევაში, გრად.					
	20-50	60-70	20-50	60-70	20-50	60-70
1200	1,2	1,2	1,8	1,5	–	–
800	1,0	0,8	1,5	1,2	–	–
500	0,8	0,5	1,2	0,75	–	–
320	0,3	0,1	0,45	0,15	–	–
200	0,1	0,1	0,15	0,15	–	0,3
100	0,1	–	0,5	–	0,3	0,15
60	–	–	–	–	0,15	0,07
32	–	–	–	–	0,07	–

ცხრილი 8.4

მაქსიმალური მიწოდება კბილზე განივი ხერხვისას
განახერხის ზედაპირის სხვადასხვა სიმაღლის შემთხვევაში
(ჭრის საშუალო საწარმოო პირობები, კბილები – ბასრი)

უსწორობების სიმაღლე $R_{მაჰ}$ მკმ, არა უმეტესი	$\beta_{\alpha} - 40^\circ$		$\beta_{\alpha} - 60^\circ$	
	-35°	-5°	-35°	-5°
800	0,2	0,2	0,2	0,2
500	0,2	0,05	0,15	0,05
320	0,05	–	0,05	–

მერქნის და მერქნული მასალების ზედაპირის სიმაღლის პარამეტრები რეგლამენტირებულია სტანდარტით.

ცხრილი 8.5

განახერხის ზედაპირის სიმაღლეს დამყოფ ხარხზე ლენტური
ხერხით ხერხვისას კბილზე სხვადასხვა მიწოდების
შემთხვევაში

უსწორობების სიმაღლე $R_{მაჰ}$ მკმ. არა უმეტესი	კბილზე მაქსიმალური დასაშვები მიწოდება c , მმ			
	გატყეფილი კბილუ- ბისათვის		გადაყრილი კბილუ- ბისათვის	
	ფიჭვი	მუხა	ფიჭვი	მუხა
1600	2,0	2,5	1,4	1,8
800	1,5	2,0	1,4	1,2
500	1,0	1,2	0,65	0,8
320	0,6	0,6	0,40	0,55
200	0,3	0,4	0,20	0,25
100	0,15	0,2	0,10	0,15

ცხრილი 8.6

ჩარჩო ხერხით ხერხვისას განახერხის ზედაპირის ხარისხის
მაჩვენებელი კბილზე მიწოდებაზე დამოკიდებულებით
ფიჭვის ჭრის შემთხვევაში

ხარისხის მაჩვენებელი	კბილზე მიწოდება c , მმ				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
მაქსიმალური უსწორობის სი- მაღლე განახერხის გვერდით ზედაპირზე $R_{მაჰ}$ მკმ	480	560	710	750	990
რღვევით შესუსტებული ზედა- პირული ფენის სისქე, მმ	0,59	0,93	1,32	1,45	1,64

ჭრით დამუშავების სიზუსტის შესაფასებლად დადგენილია შემდეგი პარამეტრები:

$R_{m\alpha\beta}$ – ზედაპირზე ცალკეული უდიდეს უსწორობათა სიმაღლეების საშუალო არითმეტიკული

$$R_{m\alpha\beta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_{\alpha\beta i}, \quad (8.1)$$

სადაც $H_{\alpha\beta i}$ i -ური უდიდესი უსწორობის უმაღლეს და უდაბლეს წერტილებს შორის მანძილია; n – უდიდეს უსწორობათა რიცხვი (არა უმცირესი 5); R_m – პროფილის უსწორობათა უდიდესი სიმაღლე, რომელიც გამოითვლება, როგორც საბაზო სიგრძის ზღვრებში საშუალო ხაზიდან პროფილის უმაღლეს წერტილამდე $y_{1\alpha\beta}$ და საბაზო სიგრძის ზღვრებში საშუალო ხაზიდან პროფილის უდაბლეს $R_{2\alpha\beta}$ წერტილამდე მანძილების ჯამი.

P_z – პროფილის სიმაღლე ათ წერტილში

$$P_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 h_{\alpha\beta i} - \sum_{i=1}^5 h_{\alpha\beta i'} \right), \quad (8.2)$$

აქ $h_{\alpha\beta i}$ – i -ური წერტილისათვის საშუალო ხაზიდან პროფილის უმაღლეს წერტილამდე მანძილია; $h_{\alpha\beta i'}$ – i -ური წერტილისათვის საშუალო ხაზიდან პროფილის უდაბლეს წერტილამდე მანძილი.

R_a – პროფილის აბსოლუტური გადახრის საშუალო არითმეტიკული

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(s)| dx, \quad (8.3)$$

სადაც l – საბაზო სიგრძეა.

S_z – პროფილის ბიჯის საშუალო ბიჯი ღრმულებში

$$S_z = \frac{1}{n'} \sum_{i=1}^{n'} S_{zi}, \quad (8.4)$$

სადაც n' უსწორობების ბიჯის რიცხვია ღრმულებში.

დამუშავებული ზედაპირის სისუფთავის შესაფასებლად პრაქტიკულად გამოიყენება მხოლოდ $R_{m\alpha\beta}$ პარამეტრი.

ზედაპირის უსწორობების ისეთ სახეებს, როგორიცაა ხავსიანობა და ხაოიანობა არა აქვთ რიცხვითი მახასიათებლები, დოკუმენტაციაში აღინიშნება მხოლოდ მათი არსებობა ან არარსებობა.

ზედაპირის სისუფთავის დამოკიდებულება
დაბლაგეების რადიუსზე

დაბლაგეების რადიუსის მნიშვნელობა, მკმ	გრძივი ფრეზვა		განივი ფრეზვა	
	ზედაპირის სისუფთავე $R_{\text{მაქ}}$ (მკმ)			
	წიწვოვანი ჯიში	ფოთლოვანი ჯიში	წიწვოვანი ჯიში	ფოთლოვანი ჯიში
<10	16-30	8-16	315-500	200-315
<20	30-60	16-30	315-500	200-315
<30	60-100	30-60	500-800	315-500
<35	100-200	60-100	500-800	315-500
<49	200-315	100-200	–	–

ზედაპირის ხაოიანობა და ხავსიანობა განისაზღვრება საჭრისის დაბლაგეების რადიუსით (ცხრილი 8.9)

8.3. დამუშავებული ზედაპირი ფრეზვისას

ფრეზვისას ზედაპირის უსწორობანი განისაზღვრება ტალღოვნებით – ამონაგლეჯებით. რამდენადაც მცირეა მიწოდება დანებზე, იმდენად ნაკლებია ტალღები და ამონაგლეჯები. ტალღის სიგრძე დანების რაოდენობაზე არ არის დამოკიდებული.

მიწოდება დანაზე $c = \frac{1000u}{zn}$, თუ დანები ისე იქნებოდა

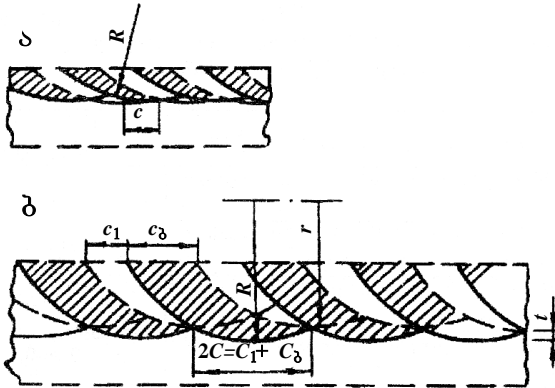
დამაგრებული, რომ ყველა დანის მჭრელი პირი მუდმივად ყოფილიყო ჭრის წრეხაზზე R რადიუსით, მაშინ ტალღის სიგრძე სიგრძე ტოლი იქნებოდა (ნახ. 8.2, ა) სინამდვილეში დანების ასე ზუსტად დამაგრება შეუძლებელია. ერთი მათგანი შემოწერს წრეხაზს R რადიუსით, მეორე – r რადიუსით მათი არასწორი ჩამაგრების გამო (ნახ. 8.2,ბ).

დანის ტრაექტორია, როცა $r < R$, გადის ქიმის თავზე, რომელსაც ტოვებს პირველი დანა. როცა $R > r$ (ნახ. 8.2. სწორი ხაზები), ტალღის სიგრძე ტოლი იქნება $2c$ ორი დანის შემთხვევაში, ხოლო z დანის შემთხვევაში

$$c_{\delta} = zc = z \frac{1000u}{zn} = \frac{1000u}{n}, \quad (8.2)$$

ნახ. 8.2-ზე სწორი ხაზები არის საჭრისის R რადიუსი, წვეტილი ხაზები – საჭრისის r რადიუსი.

ამგვარად, ბურბუშელის მოხსნაში მონაწილეობს ყველა დანა, ტალღის წარმოქმნაში კი მხოლოდ ერთი დანა. ტალღის სიღრმე მიიღება მილიმეტრის მეათასედ ნაწილებში, ამიტომ დანები უნდა დაგამაგროთ მილიმეტრის მეათასედი ნაწილების სიზუსტით, რისი განხორციელებაც ტექნიკურად შეუძლებელია.



ნახ. 8.2. ტალღოვანების წარმოქმნის სქემა ფრეზისას

დანების დამაგრების შესაძლებელი სიზუსტე მოცემულია 8.8 ცხრილში პროფ. ფ. მანუოსის მონაცემებით.

ცხრილი 8.8

დანების დამაგრების სიზუსტე

დანის დამაგრებისა და გაღვსვის ხერხები	დამაგრების სიზუსტის მნიშვნელობები, მმ
ავტომატზე გაღვსილი დანის დამაგრება ძელაკების მიმართ	0,1-0,15
დანების ჩამაგრება შესამოწმებელი სახაზავის მიხედვით გამართული სახეხი ძელაკით	0,07-0,1
ავტომატზე გაღვსილი დანის დამაგრება ინდიკატორის მიხედვით	0,08-0,15
დანის გაღვსვა ლილვზე სპეციალური საღვსი აპარატით	0,06-0,1
საჭრისის მჭრელი პირის ჯიფთვა	0,02-0,03

ზედაპირის სისუფთავის კლასები ტალღების წარმოქმნაზე დამოკიდებულებით პროფ. ბ. ბუგლაის მონაცემებით მოცემულია

8.9 ცხრილში, აქვეა მოცემული ზედაპირის ხაოიანობა და ხავსიანობა, რომლებიც განისაზღვრებიან საჭრისის დაბლაგვების ρ რადიუსით.

ცხრილი 8.9

დანის ლილვის D დიამეტრის, c_3 და $R_{m\alpha\beta}$ -ზე
დამოკიდებულება

D , მმ	$R_{m\alpha\beta}$ 16-30	$R_{m\alpha\beta}$ 30-60	$R_{m\alpha\beta}$ 60-100	$R_{m\alpha\beta}$ 100-200	$R_{m\alpha\beta}$ 200-315	შენიშვნა
100	3,5	5,0	6,5	9,0	11	<p>დასაშვები მიწოდება</p> $c = \frac{c_0}{z}$ <p>სადაც z დანების რაოდენობაა</p>
120	4,9	5,5	7,0	10,0	12	
140	4,2	6,0	7,5	10,5	13	
160	4,5	6,5	8,0	11,0	14	
180	4,8	7,0	8,5	12,0	15	

თავი IX

სხვადასხვა ფაქტორების ბავშვთა ჭრის კუთრ მუშაობაზე

(ჭრის კუთრ წინააღობაზე)

ჭრის პროცესში დიდი მნიშვნელობა აქვს კუთრი მუშაობის დამოკიდებულების იმ კონსტრუქციულ და ტექნოლოგიურ ფაქტორებზე, რომლებიც მონაწილეობენ ჭრის პროცესში.

ბურბუშელის სისქე პრაქტიკულად იცვლება დიდ ზღვრებში, მილიმეტრის მერყეული ნაწილიდან რამდენიმე მილიმეტრამდე და უშუალოდ ახდენს გავლენას ბურბუშელის ფორმაზე, დამუშავების ხარისხზე, მწარმოებლურობასა და კუთრ მუშაობაზე.

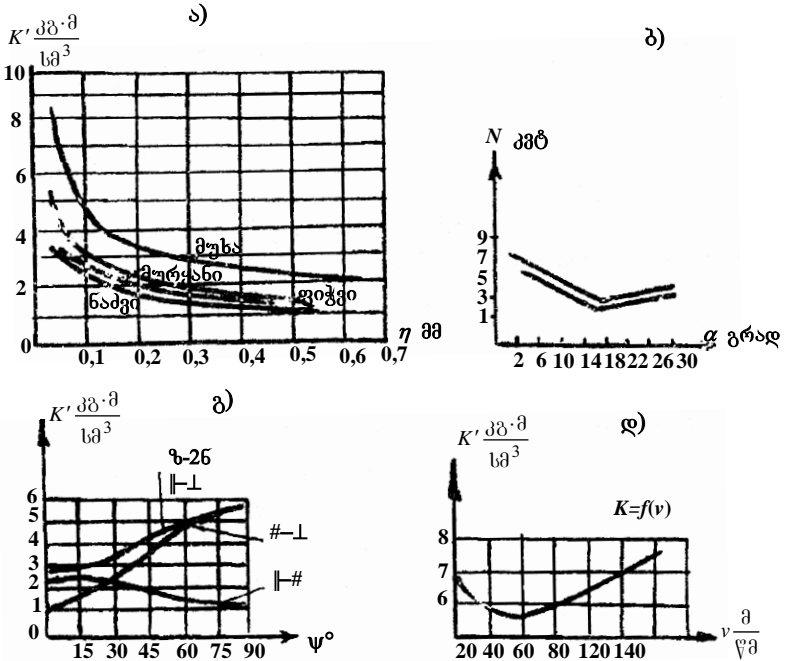
კუთრ მუშაობასა და ბურბუშელის სისქეს შორის დამოკიდებულების ზოგადი სახე გამოსახება ფორმულით $K'_e = f(e)$.

ცდებით დადგენილია, რომ ბურბუშელის სისქის გაზრდით ჭრის კუთრი წინააღობა (კუთრი მუშაობა) მცირდება.

ფიზიკურად, ჭრის მუშაობის შემცირება e -ს გაზრდით შეიძლება აიხსნას მოხსნილი ფენის დანამცეცებით, რაც მოითხოვს ნაკლებ მუშაობას.

9.1, ა ნახაზის მიხედვით ძნელი არ არის დაავადებინოთ, რომ K' -ს ინტენსიური ვარდნა შეიმჩნევა 0,2 მმ სისქის ბურბუშელის ზონაში. მაშასადამე, ენერჯის ეკონომიური ხარჯვისათვის უნდა ვიმუშაოთ სქელ ბურბუშელაზე, მაგრამ უკეთესი ხარისხის ზედაპირი მიიღება, როდესაც $e = 0,1 - 0,5$ მმ. ამიტომ ყველაზე უფრო ხელსაყრელი ბურბუშელის სისქე აღებულ უნდა იქნეს ჭრის პროცესში სხვადასხვა მოთხოვნათა გათვალისწინებით.

ჭრის კუთხეები. 9.1, ბ ნახაზიდან ჩანს, რომ სიმძლავრე ჭრაზე N მცირდება $\alpha = 14^\circ$ -მდე, შემდეგ კი ისევ იზრდება. α კუთხის გაზრდა დაკავშირებულია საჭრისის უკანა წახნაგზე დეფორმირებული საჭრისის უკანა წახნაგზე დეფორმირებული ფენების შეხების ფართობის შემცირებასთან, რომელზეც დამოკიდებულია მოწნეხუს სისქის P_g ძალა. α -ს შემდგომი გაზრდის ალესის β კუთხე მცირდება, რაც იწვევს საჭრისის წვეროს ვიბრაციას, ავარიულ ცვეთას და ჯამში სიმძლავრე ჭრაზე იზრდება, ამიტომ მის შესამცირებლად არ უნდა ვიმუშაოთ, როცა $\alpha < 10 - 12^\circ$. ჭრის



ნახ. 9.1. სხვადასხვა ფაქტორების გავლენა ჭრის კუთრ მუშაობაზე:
 ა - ბურბუშელის სისქის; ბ - უკანა კუთხის; გ - გაღაკევის კუთხის; დ - ჭრის სიჩქარის

კუთხის $\delta = \alpha + \beta$ გაზრდით იზრდება ბურბუშელის დეფორმაცია და მისი დაწოლა წინა წახნაგზე, რაც იწვევს ხახუნის ძალის და ჭრის მთლიანი მუშაობის ზრდას. პრაქტიკულად ჭრის კუთხეები მერყეობს შემდეგ ზღვრებში:

$$\delta_{\#} = 15^\circ - 30^\circ; \delta_{\parallel} = 45^\circ - 60^\circ; \delta_{\perp} = 70^\circ - 80^\circ.$$

კუთრი მუშაობის (კუთრი წინაღობის) სიდიდის ცვლილება ჭრის სხვადასხვა კუთხის შემთხვევაში მოცემულია ცხრილში 9.1.

ცდისეული მონაცემების დამუშავების შედეგად ჭრის საერთო კანონზომიერების საფუძველზე მიღებულია:

გრძივი ჭრისათვის

$$K_{\parallel} = [A_{\parallel}\delta + B_{\parallel}\nu - B_{\parallel}] + \frac{P_{\parallel\alpha}}{e} = k_{\parallel} + \frac{P_{\parallel\alpha}}{e};$$

ტორსული ჭრისათვის

$$K_{\perp} = [A_{\perp}\delta + B_{\perp}v - B_{\perp}] + \frac{P_{\perp\gamma}}{e} = k_{\perp} + \frac{P_{\perp\gamma}}{e};$$

განივი ჭრისათვის

$$K_{\#} = [A_{\#}\delta + B_{\#}v - B_{\#}] + \frac{P_{\#\gamma}}{e} = k_{\#} + \frac{P_{\#\gamma}}{e}.$$

ცხრილი 9.1

ჯიში	ჭრის მიმართულება	K კუთრი მუშაობა (კუთრი წინაღობა), როდესაც $\angle\delta^{\circ}$ ტოლია				
		45°	50°	70°	80°	90°
ფიჭვი	⊥	1,75	2,10	2,75	3,60	5,25
		0,50	0,65	1,65	1,55	3,0
	#	0,30	0,35	0,40	0,50	0,60
მუხა	⊥	3,15	0,75	5,00	6,40	9,50
		0,70	0,90	1,45	2,15	4,15
	#	0,60	0,65	0,80	0,90	1,20
არყი	⊥	2,85	3,30	4,50	5,80	8,50
		0,56	0,80	1,25	1,80	3,50
	#	0,50	0,55	0,65	0,80	1,00

A, B, B, P_{γ} მნიშვნელობები მოცემულია 9.2 და 9.3 ცხრილებში.

ცხრილი 9.2

A და B კოეფიციენტების მნიშვნელობანი

ჯიში	A_{\perp}	$A_{ }$	$A_{\#}$	B_{\perp}	$B_{ }$	$B_{\#}$
ფიჭვი	0,056	0,02	0,003	0,02	0,007	$0,006 \leq 0,007$
არყი	0,070	0,025	0,0045	0,024	0,008	$0,007 \leq 0,001$
მუხა	0,082	0,028	0,006	0,027	0,009	$0,0085 \leq 0,012$

ცხრილი 9.3

B და P_{γ} კოეფიციენტების მნიშვნელობანი

ჯიში	B_{\perp}	$B_{ }$	$B_{\#}$	$P_{\perp\gamma}$	$P_{ \gamma}$	$P_{\#\gamma}$
ფიჭვი	2	0,55	0,06	0,49	0,16	0,1
არყი	2,3	0,7	0,085	0,55	0,19	0,14
მუხა	2,56	0,76	0,10	0,64	0,21	0,17

ცდებით დადგენილია, რომ, თუ განივი ჭრისას ჭრის ძალას მივიღებთ 1-ის ტოლად, მაშინ ეს უკანასკნელი გრძივი და ტორსული ჭრის დროს შესაბამისად იქნება 2 და 6-ის ტოლი.

$K_{\phi} = f(\psi^{\circ})$ დამოკიდებულების გრაფიკი ნაძვისათვის მოცემულია ნახ. 9.1, გ-ზე.

მერქნის ჯიშის გავლენა ჭრის კუთრ მუშაობაზე მულავნდება მისი მექანიკური სიმტკიცის მანვენებლით.

თუ მივიღებთ K სიდიდეს ფიჭვისათვის 1-ის ტოლად, იგი სხვა ჯიშებისათვის საშუალოდ შემდეგია:

ცაცხვი – 0,8; ვერხვი 0,89; ნაძვი – 0,95; მურყანი – 1,05; არცი – 1,25; წიფელა – 1,4 და იფანი, მუხა – 1,7.

მერქნის ტენიანობის ზრდა იწვევს ჭრის კუთრი მუშაობის შემცირებას, მერქნის მექანიკური სიმტკიცის ხარჯზე (30% ტენიანობამდე), თავისუფალი ტენის გავლენის გამო. ეს მართებულია მხოლოდ ღია ჭრისათვის. დახურული ჭრის დროს შეიმჩნევა შებრუნებული სურათი, რაც დაკავშირებულია ზედაპირული დეფორმირებული შრეების მნიშვნელოვან დრეკად აღდგენასთან და განახერხში საჭრისის გვერდით წახნაგზე ხახუნის ძალის ზრდასთან.

საჭრისის დაბლაგევა იწვევს მისი მჭრელი პირის მომრგვალების რადიუსის ρ ზრდას, რაც თავის მხრივ იწვევს უკანა წახნაგზე ჭრის ძალის და მოწნეხის (განწოლი) ძალის ზრდას საჭრისის მერქანთან კონტაქტის ფართობის გადიდების გამო, რის გამოც კუთრი მუშაობა იზრდება.

ჭრის სიჩქარე $V=20$ მ/წმ-ზე ქვემოთ არსებით გავლენას არ ახდენს ჭრის კუთრ მუშაობაზე. 20 მ/წმ-ზე მაღალი სიჩქარის დროს K -ს ცვალებადობა მიმდინარეობს ნახ. 9.1, დ-ზე მოცემული კანონზომიერებით.

ჭრის სიჩქარის (V) ზრდით იზრდება მერქნის დრეკადი თვისებები, რაც გამოიხატება დრეკადი დეფორმაციის პოტენციური ენერჯის გაზრდაში, რომელიც ნაწილობრივ გადადის მოძრაობის კინეტიკურ ენერჯიაში.

ბურბუშელის დაუკავშირებელი ელემენტის მოძრაობის სიჩქარე 1,5-ჯერ მეტია ჭრის სიჩქარეზე, რაც არ შეიმჩნევა დაბალი სიჩქარის დროს.

დაბალი ჭრის სიჩქარის გავლენა ბურბუშელის წარმოქმნაზე გამოიხატება წინმსწრები ბზარის გავრცელების სიჩქარის ზრდაში, რომელიც აღწევს 300-400 მ/წმ, როდესაც $V=20$ მ/წმ.

რანდვისას, ფრეზვისას და ხერხვისას კუთრი მუშაობაზე (K) ჭრის სიჩქარის გავლენა მოცემულია 9.4 ცხრილში a_v შესწორების კოეფიციენტის საშუალებით.

ცხრილი 9.4

$V,$ მ/წმ	1	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
a_v	1	1,1	1,2	1,4	1,45	1,3	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7

ცდებით დადგენილია, რომ ჭრის $V<20$ მ/წმ სიჩქარის ჭრის კუთრი მუშაობა – K' კგმ/სმ³ (ჭრის კუთრი წინაღობა K კგ/მმ-ს) და ჭრის ძალა იზრდება, ხოლო $V=20$ მ/წმ ჭრის სიჩქარის შემთხვევასთან შედარებით გვაქვს ჭრის კუთრი მუშაობის შემცირება $V<20$ მ/წმ ჭრის სიჩქარის შემთხვევასთან შედარებით გვაქვს ჭრის კუთრი მუშაობის შემცირება $V<50$ მ/წმ-მდე და პირიქით K -ს მნიშვნელობის ზრდა, როცა $V>50$ მ/წმ.

ცდებით ასევე დადგენილია, რომ მხოლოდ განივი ხერხვის დროს ჭრის კუთრი მუშაობა არ არის დამოკიდებული ჭრის სიჩქარეზე ($a_v=1$), რადგანაც ბურბუშელის წარმოქმნა ხორციელდება სხვაგვარად, კერძოდ, მოხსნის პროცესში მყოფი ბურბუშელის სიგანე ნაკლებია განახერხის სიგანეზე და გვერდითი მჭრელი პირი იმყოფება ნორმალური ჭრის პირობებში (იხ. ნახ. 8.3.1).

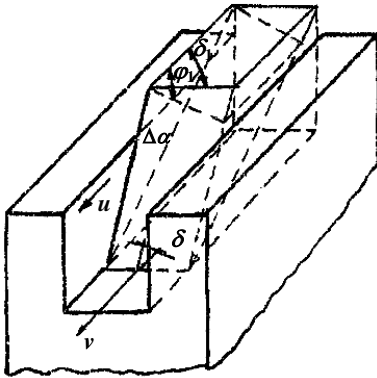
თაზო X

ხერხვა

10.1. ბურბუშელის წარმოქმნის თავისებურება გრძივი ხერხვის დროს

ხერხვა არის ჭრის პროცესი, რომლის დროსაც წარმოებს დასამუშავებელი მასალის გაყოფა ხერხის საშუალებით. როდესაც განახერხი მიმართულია ბოჭკოების გასწვრივ, ხერხვა გრძივია, ხოლო თუ განახერხი მიმართულია ბოჭკოების პერპენდიკულარულად – განივია ან ტორსული. ზოგჯერ კი განახერხი გარკვეული კუთხითაა ბოჭკოების მიმართ, მაშინ ხერხვა ნახევრად ტორსულია.

თუ განახერხი მრუდხაზოვანია, ხერხვა შერეულია. გრძივი ხერხვის დროს კბილის მთავარი წიბო ჭრის ტორსულად, ხოლო გვერდითი წიბოები ბოჭკოების განივად არიან განლაგებული.



ნახ. 10.1. ჭრის კუთხეები გვერდით წიბოსთან დახურული ჭრის დროს

განივი ხერხვის დროს მთავარი წიბო ჭრის ბოჭკოების განივადაა, ხოლო გვერდითი წიბო – ტორსულადაა.

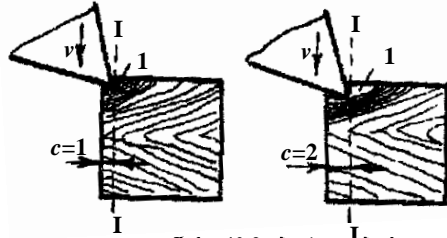
გვერდითი წიბოებით ხერხვის დროს, როცა $\phi_1 = 90^\circ$ (ნახ. 10.1), ადგილი აქვს ბოჭკოების მნიშვნელოვან გადაღუნვას და არა სუფთა განახერხს. მაშასადამე, განივი ხერხვისას აუცილებელია კბილების საჭრისების გაღვსილი იყოს ირიბად, სადაც $\phi_1 < 90^\circ$.

განახერხის კედლების სისუფთავის თვალსაზრისით აუცილებელია ირიბი ალესვის კუთხეები $\phi_1 = 45^\circ - 60^\circ$, რომლის დროსაც ბოჭკოების გადაღუნვა უმცირესია.

ბოჭკოების გადაღუნვა მიმდინარეობს ჭრის ხაზის ქვემოთ. ნახ. 10.2, ა-ზე ნაჩვენებია კბილი, რომელიც შეჭრილია ჭრის 1 მმ მიწოდების დროს, ხოლო ნახ. 10.2, ბ-ზე - $c = 2$ მმ მიწოდების დროს. ორივე შეთხვევაში გაყოფის ხაზია 1-1.

ბოჭკოების გადაღუნვა გაყოფის 1-1 ხაზიდან ნიშნავს, რომ ბოჭკოები გადაწეულია განახერხის კედლიდან საჭრისის გვერდითი წიბოების გარეშე.

საჭრისის პირდაპირი ალესვა, $\varphi_1 = 90^\circ$, საესებით დასაშვებია გრძივი ხერხვის დროს, რადგან გვერდითი წიბოები კი არ გადაჭრიან ბოჭკოებს, არამედ მოასუფთაებენ განახერხის კედლებს ბოჭკოების განივად. ცხადია, რომ რაც უფრო მეტია c , მით მეტია გადაღუნვა ჭრის 1-1 ხაზიდან, მით



ნახ. 10.2. ბოჭკოების გადაღუნვა

გრძივად ხერხვისას:

1 - $c=1$ 2 - $c=2$

ღრმა ამონაგლეჯები განახერხის კედლებზე, მით უფრო დაბალია განახერხის კედლის სისუფთავე, მაშასადამე განივი ხერხვის დროს აუცილებელია კბილების ირიბი ალესვა, $\varphi_1 = 45^\circ - 60^\circ$. გრძივი ხერხვის დროს გამოიყენება კბილები პირდაპირი ალესვით, $\varphi_1 = 90^\circ$. კბილზე მიწოდება (c) შემცირებით განახერხის ზედაპირის სისუფთავე უმჯობესდება.

მრგვალი და ლენტური ხერხებით გრძივი ხერხვის დროს ბოჭკოების გადაღუნვა მცირეა, როდესაც, $\delta = 45^\circ - 60^\circ$. ჭრის ეს კუთხეები უზრუნველყოფს განახერხის ზედაპირის მაღალ სისუფთავეს.

10.2. განახერხის გაფართოება

ხერხვის დროს ხერხის კედლები იჭრება მერქანში და რამდენადმე აფართოებს განახერხს. მერქანი ღრეკადი ძალით ცდილობს დაუბრუნდეს პირვანდელ მდგომარეობას. ამის გამო ხერხის ბრტყელა იქნება ჩაჭეპილი განახერხის კედლებს შორის, ხოლო ხერხის მოძრაობის დროს მიმდინარეობს ძლიერი ხახუნი ხერხის ტანსა და მერქანს შორის, რის გამოც მუშაობა ძნელდება, მერქანი იწყებს გახურებას, ხერხის ბრტყელა ღებულობს სიდამწვრეს და შეიძლება გახდეს უვარგისი. ამ მოვლენას ხერხის ჩაჭეპა ეწოდება, რომლის თავიდან ასაცილებლად უნდა გავაფართოოთ განახერხი, ე.ი. უნდა გავადიდოთ მანძილი

განახერხის კედლებს შორის. ეს გაფართოება არ უნდა იყოს იმაზე მეტი, რაც აუცილებელია იმისათვის, რომ თავიდან იქნას აცილებული ხერხის ხახუნი განახერხის კედლებზე, რადგან, წინააღმდეგ შემთხვევაში გაიზრდება დანაკარგები ნახერხის სახით. გარდა ამისა, მერქნის ზედმეტ ბურბუშელად გარდაქმნისას საჭიროა ენერჯის დამატებითი დანახარჯი.

განახერხის გაფართოებით ცდილობენ თავიდან აიცილონ აგრეთვე ხახუნი ხერხსა და განახერხის კედლებს შორის, რომელიც შეიძლება გამოწვეული იქნეს ხერხის ჩარხზე დამაგრების უზუსტობით, აგრეთვე ვიბრაციით და სხვა მიზეზებით. აღნიშნულ განახერხის სიგანე b -თი, ხერხის სისქე S -ით, მაშინ $b = S + 2S'$, სადაც S' განახერხის გაფართოება ერთ მხარეს ($S' \leq 0,5$ მმ).

პრაქტიკულად დადგენილია განახერხის გაფართოების ნორმები. კბილის ბრტყელას და განახერხის კედლებს შორის მიიღება შემდეგი ღრეჩოები. მერქნის 30% ტენიანობამდე:

წიწვოვანი ჯიშების დახერხვისას ჩარჩო ხერხით

$$S' = 0,6 \text{ მმ-დან } 0,8 \text{ მმ-მდე,}$$

ფოთლოვანი ჯიშების დახერხვისას ჩარჩო ხერხით

$$S' = 0,45 \text{ მმ-დან } 0,6 \text{ მმ-მდე,}$$

ლენტური ხერხით დახერხვისას

$$S' = 0,4 \text{ მმ} - 0,7 \text{ მმ-მდე,}$$

მრგვალი ხერხით დახერხვისას

$$S' = 0,4 - 0,7 \text{ მმ, როცა } D < 800 \text{ მმ;}$$

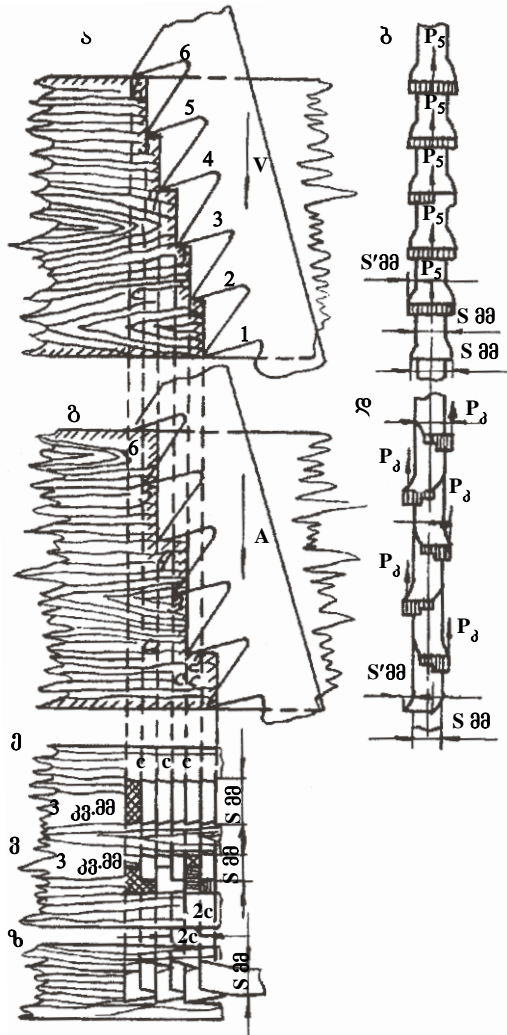
$$S' = 0,9 - 1,2 \text{ მმ, როცა } D > 800 \text{ მმ.}$$

განახერხის გაფართოება შეიძლება მივიღოთ კბილების გადაყრით (λ) ან კბილების გატყლეუთ (Δ), ე.ი. ან კბილების გადაყრით ღრეჩოს სიდიდეზე მარჯვენა ან მარცხენა მხარეს ან კბილის გატყლეუთ b სიგანემდე.

ნახ. 10.2, ბ-ზე ნაჩვენებია ხერხების სქემა გადაყრილი კბილებით. ორი მოსაზღვრე საჭრისის პირებს შორის t მანძილს კბილის ბიჯი ეწოდება.

თუ შევხედავთ ხერხს მიწოდების მიმართულებით, მაშინ ხერხის ბრტყელა გამოჩნდება ვიწრო ზოლის სახით და კბილები გადაწეული როგორც მარჯვნივ, ასევე მარცხნივ S' მანძილზე, როგორც ნაჩვენებია ნახ. 10.3, დ-ზე (კბილგადაყრილი ხერხისა-

თვის) და S' მანძილზე ხერხის ბრტყელადან გვერდზე, როგორც ნახვენებია ნახ. 10.2, ბ-ზე (გატყლეუილი კბილებისათვის).



ნახ. 10.3. ხერხის სქემა გადაყრილი და გატყლეუილი კბილებით:
 ა, ბ – გატყლეუილი კბილები; გ, დ – გადაყრილი კბილები;
 ე – განახერხის გეგმილი გატყლეუილი კბილებისას;
 ვ, ზ – იგივე გადაყრილი კბილებისას

გადაყრილი კბილების მოკლე მჭრელი ნაწიბურების სიგრძეა S სისქის ტოლი, გატყლექილების კი განახერხის b სიგანის ტოლი.

ამგვარად, კბილების სხვადასხვა მომზადებამ მიგვიყვანა განახერხის ერთი და იმავე ზომით გაფართოებამდე – b -მდე.

10.3. ბურბუშელის განიგვეთი გადაყრილი და გატყლექილი კბილების შემთხვევაში ერთ კბილზე ერთი და იგივე მიწოდების დროს

ჩარჩო ხერხის V მიმართულებით მოძრაობის დროს კბილის ვეველა წვერო გადაადგილდება წრფეზე (ნახ. 10.3, ა, გ).

მიწოდება ერთ კბილზე (c) ეწოდება კბილების წვეროების გადაადგილების მოსახლდვრე ხახებს შორის ჰორიზონტალური მიმართულებით გაზომილ მანძილს, რომელიც ერთნაირია გატყლექილი და გადაყრილი კბილებისათვის, რადგანაც კბილის ბიჯი (t) ერთი და იგივეა.

გველისხმობთ, რომ ჩარჩო ხერხში ერთმანეთის გვერდით დამაგრებულაა ორი ერთნაირი ხერხი, ერთი გატყლექილი კბილებით (ნახ. 10.3, ა,ბ), მეორე გადაყრილი კბილებით (ნახ. 10.3, გ, დ). განვიხილოთ გასახერხი ძელის პროექცია A ისრის მიმართულებით. ნახ. 10.3, ე-ზე ნახვენებია განახერხი გატყლექილი კბილებით Δ , ხოლო ნახ. 10.3, ვ, ზ-ზე – განახერხი გადაყრილი კბილებით λ .

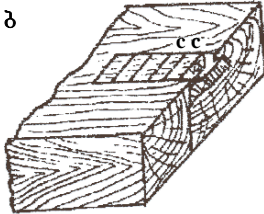
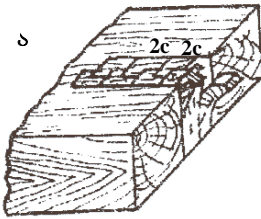
მიწოდება და განახერხის სიგანე b ორივე შემთხვევაში ერთი და იგივეა. მაგრამ A ისრის მიმართულებით პროექციები სხვადასხვაა.

კბილის საჭრისის პირის სიგრძე გატყლექის დროს არის b მმ. ყოველი კბილის, რომელიც ეშვება ვერტიკალზე (ნახ. 10.3, ა), მოჭრის ბურბუშელას განახერხის მთელ სიგანეზე (ნახ. 10.3, ე). ყოველი ბურბუშელის განიგვეთი (იხ. დაშტრისული კვეთი) იქნება ერთი და იგივე, მისი ფართობია bc , სადაც b განახერხის სიგანეა, ხოლო c – მიწოდება კბილზე:

$$S_{\Delta} = bc \text{ მმ}^2.$$

გადაყრილი კბილების დროს კბილის საჭრისის პირის სიგრძე ხერხის სისქის ტოლია, მარჯვნივ გადაყრილი პირველი

კბილი ხსნის ბურბუშელას, რომლის განივკვეთის გვერდებია c (მიწოდებათა კბილზე) და S (საჭრისის მჭრელი პირის სიგრძე).



ნახ. 10.4. ბურბუშელის წარმოქმნა:

- ა - გადაყრილი კბილების,
- ბ - გატყლეული კბილების შემთხვევაში

ნახ. 10.3, ვ-ზე ვერთიკალურად დაშტრისული $c(b-S)$ ზომის ფართობი აღნიშნავს მერქნის განივკვეთს განახერხის მარცხენა ნაწილში, რომელიც არ არის ამოჭრილი პირველი კბილით.

მეორე კბილი ასევე არ ჭრის $c(b-S)$ ზომის მერქანს მარჯვენა მხარეს, რომელიც მოდის შემდეგი გადაყრილი კბილის ნაწილზე და ა.შ. ჯამში გადაყრილი კბილი λ ხსნის ბურბუშელას, რომლის განივკვეთის ფართობი იგივეა, რაც გატყლეული კბილის დროს, რომელიც ტოლია $f_\lambda = bc$ მმ².

როგორც ჩანს, ბურბუშელის განივკვეთის ფორმა, λ -ის და Δ -ის დროს სხვადასხვაა კბილზე ერთი

და იგივე c მიწოდების დროს.

ნახ. 10.4, ა, ბ-ზე ნაჩვენებია ბურბუშელის წარმოქმნა გადაყრილი და გატყლეული კბილების დროს.

დავადგინეთ რა გადაყრილ - და გატყლეული კბილებიანი ხერხებით ხერხვისას ბურბუშელის ფორმებს შორის განსხვავება კბილზე ერთი და იმავე მიწოდების დროს, ვნახოთ, იქნება თუ არა ბურბუშელის საშუალო სისქე e ერთი და იგივე. თუ ბურბუშელის განივკვეთის ფართობს (f) გავყოფთ საჭრისის პირის მთელ სიგრძეზე, მივიღებთ ბურბუშელის საშუალო სისქეს, რომელიც იქნება

$$e_\Delta = \frac{f_\Delta}{f} = \frac{b \cdot c}{b} = c \text{ მმ}; \quad (10.1)$$

$$e_\lambda = \frac{f_\lambda}{s} = \frac{b \cdot c}{s} = \frac{b}{s} c \text{ მმ}. \quad (10.2)$$

ამრიგად, ბურბუშელის საშუალო სისქე გადაყრილი კბილების დროს მეტია, ვიდრე გატყლეული კბილების დროს, კბილზე ერთი და იგივე c მიწოდებისას. მაშასადამე შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ბურბუშელის სისქე e_{λ} იმდენჯერ მეტია e_{Δ} -ზე, რამდენჯერად განახერხის სიგანე მეტია ხერხის სისქეზე.

აქედან გამომდინარეობს, რომ გადაყრილი კბილების დროს საჭიროა ენერგიის ნაკლები ხარჯი, ვიდრე გატყლეული კბილების დროს.

ნახ. 10.4 ა-ზე, რომ კბილზე c მიწოდების დროს გადაყრილი კბილებისას განახერხის კედელთან მიიღება $2c$ მიწოდება, განახერხის შუაში კი c .

ნახ. 10.4, ბ-დან ჩანს, რომ გატყლეული კბილებით ხერხვისას c მიწოდება ერთი და იგივე.

განახერხის ზუსტი გეგმა მიიღება ხერხის ბრტყელას მდებარეობის გათვალისწინებით განახერხის მიმართ (ნახ. 10.3, ზ).

გადაყრილი კბილებით ხერხვისას განახერხის კედლებზე შეიმჩნევა კაწრულები, ხოლო გარტყლეული კბილებით ხერხვისას ასეთი კაწრულები არ მიიღება (ნახ. 10.3, ე). მაშასადამე, გარტყლეული კბილების დროს განახერხის კედლები მიიღება უფრო გლუვი, ვიდრე გადაყრილი კბილები შემთხვევაში.

ხერხის კბილის განახერხში გადაადგილებისას მერქნიდან მის გამოსვლამდე ბურბუშელა ეხახუნება განახერხის კედლებზე. ხახუნის მუშაობის გადასალახავად საჭიროა ენერგიის დამატებითი ხარჯი. ცდებით გვიჩვენებს, რომ ბურბუშელის ხახუნის მუშაობა გადაყრილი კბილების დროს დაახლოებით 25%-ით მეტია, ვიდრე გარტყლეული კბილების დროს, ე.ი. ხახუნის კუთრი მუშაობა (ფორმულა (7.30)) იქნება

$$\frac{\lambda_{\Delta} h}{b} < \frac{\alpha_{\lambda} h}{b}, \quad (10.3)$$

სადაც h ჭრის სიმაღლეა.

ცდებით დადგენილია, რომ

$$\alpha_{\lambda} = 0,72 - 0,075 \text{ კგ/მმ}^2;$$

$$\alpha_{\Delta} = 0,058 - 0,06 \text{ კგ/მმ}^2.$$

მაშასადამე ენერგიის ხარჯი გადაყრილი და გატყლეული კბილებით ხერხვის დროს დამოკიდებულია h -ზე და b -ზე.

ხერხვის დროს მერქანი ეწინააღმდეგება მისგან ბურბუშელის მოცილებას.

წინალობის ძალა აღნიშნოთ P_j -თი, ცხადია, რომ P_j გატყლეული კბილების შემთხვევაში განლაგდება ბრტყელას ღერძის გასწვრივ (ნახ. 10.3, ბ) გადაყრილი კბილების შემთხვევაში – ხერხის ბრტყელას ორივე მხარეს, რაც იწვევს ხერხის აცდენას განახერხში.

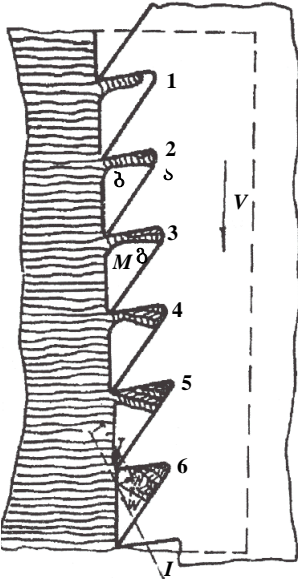
ხერხის ახდენის თავიდან აცილება ან მისი შემცირება ხორციელდება ხერხის ბრტყელას დაჭიმვით, აგრეთვე მათი ვალცვით და გამოკვერვით.

მაშასადამე ხერხი გადაყრილი კბილებით იქნება უფრო ნაკლებად ხისტი, ვიდრე გატყლეული კბილებით. ვინაიდან ხერხი გატყლეული კბილებით უფრო ხისტია, ამიტომ ის ნაკლებად დეფორმირდება, ამის გამო გარტყლეული კბილების დროს შეიძლება გამოვიყენოთ უფრო თხელი ხერხი. ეს მეტად მნიშვნელოვანი უპირატესობაა, რადგან გარტყლეული კბილების დროს მცირდება მერქნის ნარჩენები ნახერხის სახით, ე.ი. დახერხილი მასალის სასარგებლო გამოსავალი იზრდება და შესაბამისად მეტია მწარმოებლურობაც, მაგრამ გატყლეუვისათვის საჭირო უფრო მაღალხარისხოვანი ლეგირებული ფოლადი, სათანადო სპეციალური მოწყობილობა, რათა თავიდან ავიცილოთ ბზარები საჭრისზე და ამონაგლეჯები.

10.4. ხერხის მუშაობის უნარი კბილთა შორის ღრმულზე დამოკიდებულებით

ხერხის V მიმართულებით გადაადგილებით (ნახ. 10.5) ბურბუშელა კბილის წინა წახნაგზე თანდათან გადაადგილდება ღრმულის ძირისაკენ და როცა დაიკავებს მდგომარეობას 2, მოხდება ბურბუშელის მოტეხა δ კვეთზე. ბურბუშელის ნაწილი β ხახუნით მიეჭრება კბილის წინა წახნაგს, ნაწილი კი β მოეველება α -ს, დააწვეება და ღრმულის ძირში დაწნეს მას. შემდგომში ეს პროცესი მეორდება მანამ, სანამ ღრმულში არ ჩაიწნეხება საჭირო რაოდენობის ბურბუშელა. საბოლოო მდგომარეობა სქემატურად ნაჩვენებია ნახ. 10.5-ზე, პოზიცია 6. ხერხის კბილის წინა წახნაგი მოქმედებს ბურბუშელაზე N ძალით, ხოლო ხახუნის T ძალა მიმართულია ხერხის მოძრაობის საწი-

ნააღმდეგოდ. ამ ორი ძალის ტოლქმედი H ძალა მოქმედებს ბურბუშელაზე ღრმულის სიღრმისაკენ. ხერხვის პროცესში დაწნევა მუდმივია მანამ, სანამ კბილის ღრმული არ შეივსება 101 ხაზამდე. შემდგომი ღრმულის შევსება ძნელდება, რადგანაც იზრდება ჭრის ძალები და უარესდება განახერხის ხარისხი.



ნახ. 10.4. კბილის ღრმულების ბურბუშელათი შევსების სქემა

დადგენილია, რომ ღრმულის შევსება შეიძლება მისი მოცულობის 0,5-მდე, მას შევსების კოეფიციენტს უწოდებენ და აღნიშნავენ $\beta_{\text{ღ}}$ -ით, ხოლო ბურბუშელის შემჭიდროების კოეფიციენტს აღნიშნავენ $\alpha_{\text{ა}}$. ხერხის ნორმალური მუშაობისათვის აუცილებელია შესრულდეს შემდეგი პირობა: დაწნეხილი ბურბუშელის მოცულობა არ უნდა აღემატებოდეს შესავსებ მოცულობას:

$$\alpha_{\text{ა}} b c h = \beta_{\text{ღ}} f b, \quad (10.4)$$

სადაც b განახერხის სიგანეა; c – მიწოდება ერთ კბილზე; h – განახერხის სიმაღლე; f – კბილის ღრმულის გვერდითი ფართობი. (7.4.1) ფორმულიდან

$$c = \frac{\beta_{\text{ღ}} f}{\alpha_{\text{ა}} h}, \quad (10.5)$$

$\frac{\alpha_{\text{ა}}}{\beta_{\text{ღ}}} = \sigma$ ღრმულის დაძაბულობის კოეფიციენტს უწოდებენ.

განახერხის უკეთესი ხარისხისათვის აუცილებელია საღურგლო საწარმოებში $\sigma \geq 1$. ეს პირობა ყოველთვის სრულდება თანამედროვე კონსტრუქციის ლენტური და მრგვალი ხერხების გამოყენებით. მორსახერხი ჩარხის ხერხის მუშაობა უფრო დაძაბულია და $\sigma \leq 1$.

ცდებით დადგენილია, რომ ღრმულის შევსება ხდება ბურბუშელის შემჭიდროებით და შევსებაც შეზღუდულია. ამ პირობებში ღრმულის პროფილის ფორმას აქვს დიდი მნიშვნელობა. ბიჯის შეცვლისას და მსგავსი პროფილების შენარჩუნებისას არსებობს

შემდეგი დამოკიდებულება ღრმულის ფართობსა და კბილის ბიჯის კვადრატს შორის:

$$\frac{f_1}{t_1^2} = \frac{f_2}{t_2^2} = \dots = \frac{f_n}{t_n^2} = \Theta. \quad (10.6)$$

ამ სიდიდეს ღრმულის პროფილის ზედაპირის კოეფიციენტს უწოდებენ,

$$f = \Theta t^2. \quad (10.7)$$

ჩარჩო ხერხისათვის $\Theta_\Delta = 0,4 \dots 0,5$, $\Theta_\lambda = 0,5$.

გრძივად სახერხი მრგვალი ხერხისათვის $\Theta = 0,25 \dots 0,35$.

განივად სახერხი მრგვალი ხერხისათვის $\Theta = 0,35 \dots 0,6$.

ლენტური ხერხისათვის $\Theta = 0,12 \dots 0,3$.

(10.5) და (10.7) ფორმულებიდან შეიძლება დავწეროთ

$$t = \sqrt{\frac{\sigma ch}{\Theta}}, \quad (10.8)$$

რომელიც განსაზღვრავს ხერხის კბილის ბიჯს ღრმულის მუშაობის უნარიდან გამომდინარე.

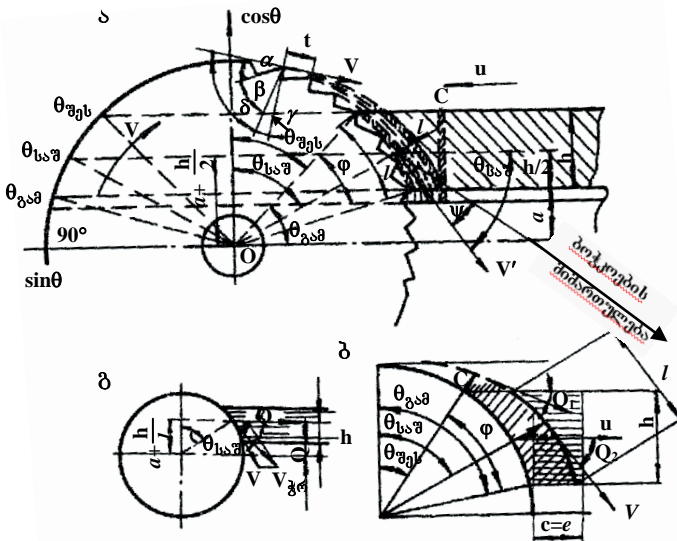
თაზო XI

დისკური და ლენტური ხერხებით ხერხვა

11.1. დისკური ხერხით ხერხვა

მერქნის დანაწევრების პროცესს ხერხის საშუალებით ხერხვა ეწოდება. ხერხვის დროს მერქანი მოცულობით არადეფორმირებულ ნაწილებად იყოფა, ხოლო ამ ნაწილებს შორის მოთავსებული მერქანი ბურბუშელად იქცევა. დისკური ხერხით ხერხვა არის ხერხვის პროცესი, რომელიც ხორციელდება მრავალსაჭრისიანი მბრუნავი დისკური ფორმის იარაღით (მრგვალი ხერხით) მრგვალსახერხ ჩარხზე.

ხერხვა არსებობს გრძივი, განივი, შერეული. ნახ. 11.1-ზე ნაჩვენებია ბურბუშელის წარმოქმნა დისკური (მრგვალი) ხერხით გრძივი ხერხვისას.



ნახ. 11.1. ბურბუშელის წარმოქმნა დისკური ხერხით გრძივი ხერხვისას:
 ა - საერთო სქემა; ბ - ნომინალური ბურბუშელის სქემა;
 გ - ჭრის სიჩქარის (V) გეომეტრიულად განსაზღვრის სქემა

ნამზადი, რომლის სიმაღლეა h , მიწოდება U მიმართულებით დისკურ ხერხს, რომელიც ყოფს მას არადეფორმირებულ ნაწილებად.

დისკური ხერხით ხერხვისას ნომინალური ბურბუშედა მიიღება ნამგლისებრი ფორმის (შემოსაზღვრულია ციკლური მრუდებით ნახ. 11.1, ბ). ბურბუშელის საშუალო სისქე გადაყრილი კბილებისათვის

$$e_\lambda = \frac{b}{s} c \sin \Theta, \quad (11.1)$$

სადაც b განახერხის სიგანეა; s – ხერხის სისქე; c – მიწოდება ერთ კბილზე, ხოლო გატყევეილი კბილებისათვის

$$e_\lambda = c \sin \Theta, \quad (11.2)$$

ამ ფორმულიდან ჩანს, რომ ბურბუშელის სისქე ცვალებადია, იზრდება მინიმალური მნიშვნელობიდან მაქსიმუმამდე და დამოკიდებულია მიწოდების სიდიდეზე და კინემატიკური შეხვედრის Θ კუთხეზე.

რადგანაც $\frac{U}{V} = \frac{c}{t}$, სადაც U გაცილებით ნაკლებია V -ზე,

ჭრის ტრაექტორიად მიიჩნევენ მოძრაობის ტრაექტორიას – წრესხაზს.

ხერხის ლილვის მუდმივი კუთხური სიჩქარით ბრუნვისას ($n = \text{const}$) და თანაბარი მიწოდებისას ($U = \text{const}$) ხერხის კბილთა ტრაექტორიები (წრესხაზები) გადაადგილდებიან მიწოდების სიჩქარის მიმართულებით. რომლის სიდიდეა

$$c = \frac{1000U}{z \cdot n} \text{ მმ.} \quad (11.3)$$

განსახილველად აღებული ხერხის ერთი კბილისათვის Θ კუთხე, ე.ი. კუთხე მიწოდების სიჩქარესა U და ჭრის სიჩქარეს V შორის ცვალებადია და შეიძლება თეორიულად იცვლებოდეს 0° -დან 90° -მდე. როცა $\Theta = 0^\circ$, კბილის წვეროზე გავლებული რადიუსი U -ს პერპენდიკულარულია, ხოლო როდესაც $\Theta = 90^\circ$, მაშინ იგი U -ს პარალელურია. მაშასადამე, ბურბუშელის სისქეც იცვლება 0 -დან მაქსიმუმამდე (ნახ. 11.1, ა, ბ). ამავე ნახაზიდან ჩანს, რომ $el = ch$, სადაც l , კონტაქტის რკალი

$$l = \frac{\pi D}{360^\circ} \varphi = \frac{\pi D}{360^\circ} (\Theta_\delta - \Theta_\eta), \quad (11.4)$$

აქ φ კონტაქტის კუთხეა, გრად; Θ_η – კინემატიკური შეხვედრის კუთხე კბილის მერქანში შესვლისას, გრად; Θ_δ – კინემატიკური შეხვედრის კუთხე კბილის მერქნიდან გამოსვლისას, გრად.

ბურბუშელის საშუალო სისქე შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი ფორმულითაც:

$$e = \frac{ch}{l} = \frac{57ch}{R\varphi} = \frac{57ch}{R \left(\arcsin \frac{a+h}{R} - \arcsin \frac{a}{R} \right)}. \quad (11.5)$$

კონტაქტის კუთხე

$$\varphi = \Theta_\delta - \Theta_\eta = \arcsin \frac{a+h}{R} - \arcsin \frac{a}{R}, \quad (11.6)$$

სადაც a მაგდის სიმაღლეა ხერხის ბრუნვის ღერძიდან, მმ; h – ჭრის სიმაღლე, მმ.

რადგანაც $e = c \sin \Theta$, კონტაქტის რკალი

$$l = \frac{ch}{e} = \frac{h}{\sin \Theta}. \quad (11.7)$$

ნახ. 11.1, გ-ზე მოცემულია ჭრის სინქარის გეომეტრიულად განსაზღვრის სქემა. თანაბარი ბრუნვითი მოძრაობისას მთავარი მოძრაობის სინქარე V დაახლოებით ჭრის V' სინქარის ტოლია:

$$V = \frac{\pi D n}{60 \cdot 1000} = \frac{z \cdot t \cdot n}{60 \cdot 1000} \text{ მ/წმ}, \quad (11.8)$$

სადაც D ხერხის დიამეტრია, მმ; z – კბილთა რიცხვი; t – ბიჯი; n ლილვის ბრუნვათა რიცხვია, ბრ/წთ

$$\pi D = z t. \quad (11.9)$$

მიწოდების სინქარე

$$U = \frac{c \cdot z \cdot n}{1000} \text{ მ/წთ}. \quad (11.10)$$

დისკური ხერხით ხერხვისას

$$\frac{U}{V} = \frac{\frac{c z n}{1000}}{\frac{z t n}{1000}} = \frac{c}{t}. \quad (11.11)$$

ჭრის სიმძლავრე (M) განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$N = \frac{KbhU}{102} \text{ კვტ.} \quad (11.12)$$

საშუალო ჭრის ძალა

$$P = \frac{KbhU}{V}, \text{ კვ.} \quad (11.13)$$

მოცემულია: $F = 500$ მმ, ლილვის ცენტრიდან მაგიდის აწევის სიდიდე $a = 100$ მმ, განახერხის სიმაღლე $h = 50$ მმ, მიწოდება ჭრაზე $c = 0,55$ მმ. საჭიროა განისაზღვროს: $\Theta_{\text{საშ}}$; $\sin\Theta$; $\cos\Theta$; $\angle\varphi$; l .

ამოხსნა. ნახ. 11.1-დან ჩანს, რომ $\angle\varphi = \angle\Theta_{\text{გამ}} - \angle\Theta_{\text{შესვ.}} \cdot \angle\Theta_{\text{გამ}}$ შეესაბამება ლილვის ცენტრიდან მაგიდის აწევის a (მმ) სიდიდეს, ხოლო $\angle\Theta_{\text{შესვ.}} = a + h$. ნებისმიერი ხერხის D დიამეტრი დაიყვანება ნომოგრამაზე (ნახ. 11.2) მასშტაბით

$$M = \frac{100}{D}. \quad (11.14)$$

$$M = \frac{100}{500} = \frac{1}{5}; \quad (11.15)$$

$$Ma = \frac{1}{5} \cdot 100 = 20 \text{ მმ}; \quad (11.16)$$

$$M(a+h) = \frac{1}{5} \cdot 150 = 30 \text{ მმ}. \quad (11.17)$$

გავატაროთ ჰორიზონტალური საზი (ისარი 1,2) 20 მმ და 30 მმ შესაბამისი წერტილებიდან, მივიღებთ $\angle\Theta_{\text{გამ}} = 66^\circ$, $\angle\Theta_{\text{შესვ.}} = 53^\circ$, $\angle\varphi = 66^\circ - 53^\circ = 13^\circ$.

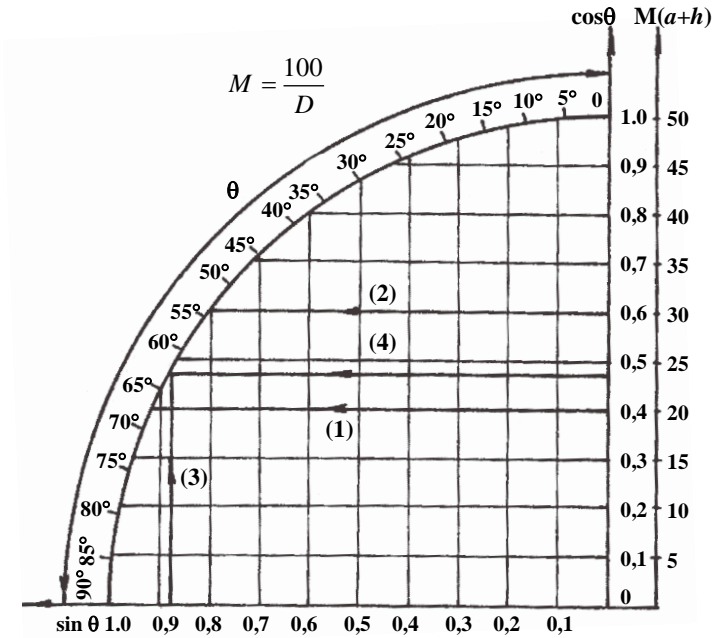
კონტაქტის რკალის სიგრძე

$$l = 0,0175 R\varphi = 0,0175 \frac{500}{2} 13^\circ = 57 \text{ მმ}. \quad (11.18)$$

ბურბუშელის საშუალო სისქე

$$e_{\text{საშ}} = c \cdot \frac{h}{l} = \frac{0,5 \cdot 50}{57} = 0,44 \text{ მმ}; \quad (11.19)$$

$$\sin\Theta_{\text{საშ}} = \frac{h}{l} = \frac{50}{57} = 0,88. \quad (11.20)$$



ნახ. 11.2. $\sin\theta$ და $\cos\theta$ განსაზღვრის ნომოგრამა დისკური ხერხებით ხერხვისას

გადავზომოთ უკანასკნელი მნიშვნელობა $\sin\theta$ ღერძზე და მიღებული წერტილიდან გავატაროთ ვერტიკალური ხაზი (ისარი 3), მივიღებთ $\theta_{\text{საშ}} = 62^\circ$, ხოლო თუ ამ უკანასკნელი წერტილიდან გავატარებთ ჰორიზონტალურ ხაზს (ისარი 4), მივიღებთ $\cos \theta_{\text{საშ}} = 0,47$.

(ამოცანები – იხილეთ დანართი).

11.2. ლენტური ხერხით ხერხვა

ლენტური ხერხით ხერხვა სორციელდება სწორხაზობრივი, უწყვეტი, გადატანითი მოძრაობით მრავალსაჭრისიანი თხელი ლენტის სახის მჭრელი ინსტრუმენტით. ლენტური ხერხვა გამოიყენება მორების, ნაგვერდულების ფიცრებად დასანაწევრებად და მრუდხაზოვანი დეტალების გამოსახერხად. ფოლადის ლენტი კბილებიანი წიბოთი ღვედის მსგავსად გადაჭიმულია ორ

ბორბალზე – წამყვანსა და ამჟღად. ლენტის წრიული სიჩქარე $V = \text{const}$. მერქანი უწყვეტად მიწოდება ხერხზე $U = \text{const}$ მიწოდების სიჩქარით. თუ შევაჯამებთ გეომეტრიულად U და V -ს, მივიღებთ ფარდობითი მოძრაობის სიჩქარის V' ვექტორს, რომლის მიმართულება ემთხვევა კბილის მოძრაობის ტრაექტორიას მერქანში.

ვინაიდან

$$tg\varphi = \frac{U}{V} = \text{const}, \quad (11.11)$$

ამიტომ ხერხის კბილთა ტრაექტორიები ურთიერთპარალელური სწორი ხაზებია, რომლებიც აგრეთვე V' -ის პარალელურია, ე.ი. კბილთა ტრაექტორიები გადახრილნი იქნებიან მთავარი მოძრაობის V მიმართულებიდან $\varphi = \text{const}$ კუთხით. φ კუთხე არის ჭრის ტრაექტორიის გადახრის კინემატიკური კუთხე მთავარი მოძრაობის ტრაექტორიიდან.

როცა U და t მუდმივია, მაშინ მიწოდება ერთ კბილზე (c) მუდმივი იქნება. ამ შემთხვევაში $c \parallel U$, ბურბუშელის ნომინალური სისქე $e \perp V'$, მაშასადამე $e = c \sin\Theta$ (ნახ. 11.3, ბ).

ამ შემთხვევაში ჭრის სიგრძე

$$l = \frac{h}{\cos\varphi}. \quad (11.12)$$

ნახ. 11.3, ბ-დან ჩანს, რომ $el = ch$. მერქანში შეჭრილი კბილთა რიცხვი ბორბლის ერთი შემობრუნებისას $z = \frac{\pi D}{t}$.

თუ ჩავსვამთ ჭრის სიჩქარის ფორმულაში $\pi D = zt$, მივიღებთ

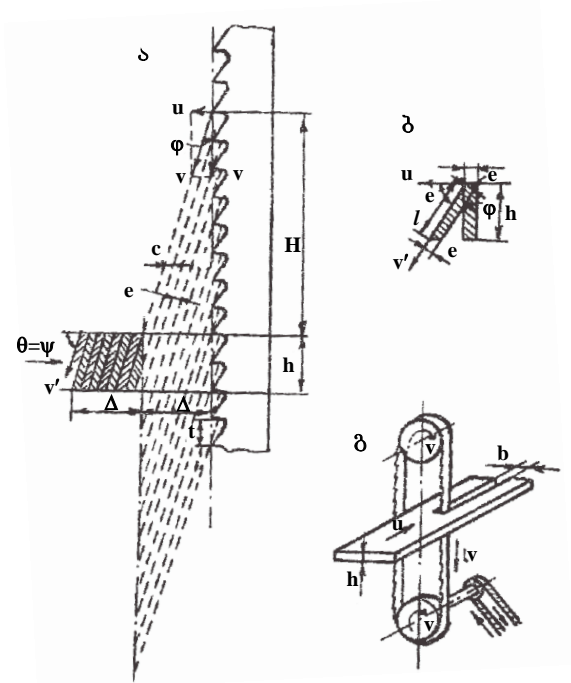
$$V = \frac{ztn}{60 \cdot 1000} \text{ მ/წმ}. \quad (11.13)$$

მიწოდების სიჩქარე

$$U = \frac{czn}{60 \cdot 1000} \text{ მ/წმ}. \quad (11.14)$$

თუ გავყოფთ U -ს V -ზე, მივიღებთ

$$\frac{U}{V} = \frac{c}{t}. \quad (11.15)$$



ნახ. 11.3. ლენტური ხერხით ხერხვის სქემა: ა - ბურბუშელის წარმოქმნის სქემა; ბ - ნომინალური ბურბუშელის სქემა; გ - საერთო სქემა

ვინაიდან $U \ll V$ და ამის გამო φ -ის მნიშვნელობა ძალზე მცირეა, ამიტომ შეიძლება დაეუშვათ, რომ კუთხე $\Theta = 90^\circ$ და $e = c$.

ლენტური ხერხვისას ჭრის ძალა

$$P = \frac{KbhU}{60V} \text{ კვ;} \tag{11.16}$$

ჭრის სიმძლავრე

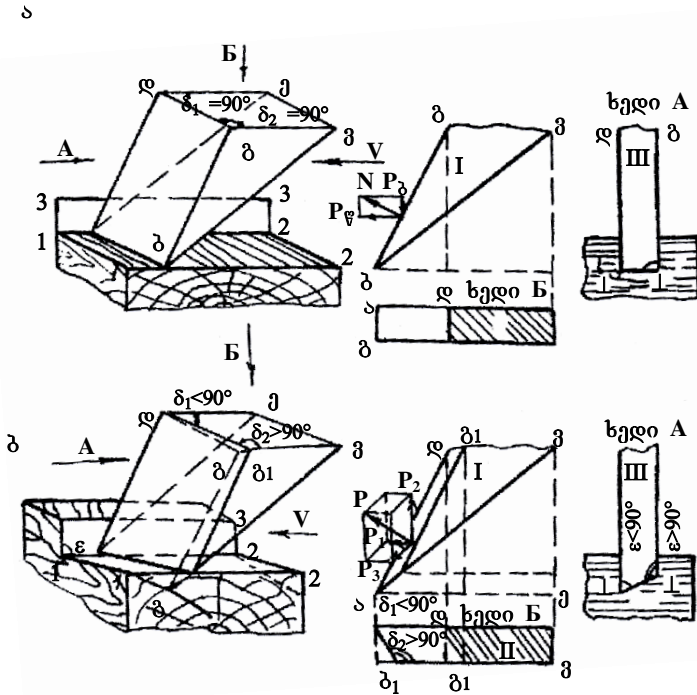
$$N = \frac{KbhU}{102} \text{ კპტ.} \tag{11.17}$$

(ამოცანები - იხილეთ დანართი).

11.3. განივი და გრძივ-განივი ჭრის ძირითადი შემთხვევები. განივი ხერხვა

განივი ხერხვის დროს მთავარი მჭრელი პირი ხსნის ბურბუ-შეღას ბოჭკოების განივად, გვერდითი მჭრელი პირები კი ჭრიან მერქანს ტორსში. განივი ხერხვის დროს საჭირო კბილების ირიბი ალესვა.

საჭრის პირდაპირი ალესვით ნაჩვენებია ნახ. 11.4, ა-ზე, ირიბი ალესვით კი ნახ. 11.4, ბ-ზე.



ნახ. 11.4. კბილის ალესვა: ა - პირდაპირი; ბ - ირიბი

თუ პირდაპირი ალესვით საჭრისის გვერდით მჭრელ პირს გადავლესავთ $\angle \delta_1 < 90^\circ$ (აღგბ) კუთხით, მივიღებთ საჭრისს ირიბი ალესვით, რომლის დროსაც განახერხის ფსკერი 1-1-2-2 დაიხრება გვერდით კედელთან $\angle \varepsilon < 90^\circ$ კუთხით, მაგრამ

ვამცირებთ რა ირიბი ალესვით $\angle \delta_1 < 90^\circ$ კუთხეს, ამავე დროს იზრდება $\angle \delta_2 > 90^\circ$ (ნახ. 11.4, ბ პოზ. II) მეორე გვერდით მჭრელ პირთან. ეს არახელსაყრელია, ვიდრე $\angle \delta_2 = 90^\circ$.

თუ მთავარი მჭრელი პირი აბ პირდაპირი ალესვისას ჭრის ბოჭკოებს განივად # (ნახ. 11.4, ა პოზ. III), ირიბი ალესვის დროს (ნახ. 11.4, ბ პოზ. III) მთავარი მჭრელი პირი ჭრის განივ-ტორსული მიმართულებით (#-⊥), ე.ი. წინაღობა იზრდება, მაშასადამე, რამდენადაც ნაკლებია δ_1 ირიბი ალესვის კუთხე, მით უფრო უმჯობესდება განახერხის სისუფთავე და გვერდით მჭრელ პირს და უადვილებს ჭრას, მაგრამ იზრდება δ_1 , რაც აუარესებს ხერხვის პირობებს.

ზემთ აღნიშნულის მიუხედავად, ჭრის პირობების ასეთი გაუარესება აუცილებელია და მისაღები, ვინაიდან ჩვენ ვუქმნით ხერხის კბილის გვერდით მჭრელ პირს (რომელიც ტორსულად ჭრის) უკეთეს პირობებს, რადგანაც ტორსული ჭრის წინაღობა გაცილებით მეტია, ვიდრე განივი ჭრისა და ჭრის ზედაპირი იქმნება არა მთავარი მჭრელი პირით, არამედ კბილის გადაყრის მხარეს მდებარე გვერდითი მჭრელი პირით. ამიტომ განივი ხერხვის ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა კბილის ირიბი ალესვა.

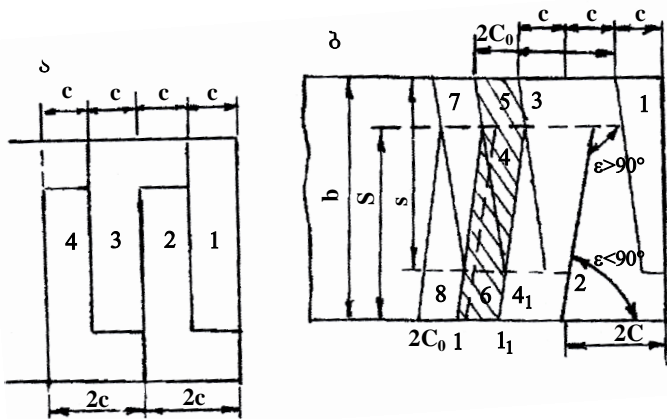
განვიხილოთ საკითხი, შეიძლება თუ არა გამოვიყვანოთ გვერდითი მჭრელი პირი $\angle \delta_2 < 90^\circ$ კუთხით ჭრის პროცესიდან.

ბურბუშელის განივკვეთის წარმოქმნა გადაყრილი კბილები-სათვის პირდაპირი ალესვით, როცა $\delta_1 = \delta_2 = 90^\circ$, ნაჩვენებია ნახ. 11.5, ა-ზე (განივკვეთი 1-2-3-4), ხოლო ნახ. 11.5, ბ-ზე ნაჩვენებია განივკვეთი ირიბი ალესვით, როდესაც δ_1 და შესაბამისად კუთხე განახერხის კედელთან ε ნაკლებია 90° -ზე, ხოლო δ_2 და შესაბამისად კუთხე განახერხის შუა ნაწილში ε_1 მეტია 90° -ზე.

როგორც ნახ. 11.5, ა, ასევე ნახ. 11.5, ბ-ზე ერთ კბილზე მიწოდებისას, განახერხის კედლებთან მიიღება ერთ კბილზე მიწოდება 2c-ს ტოლი.

ისმის კითხვა – შეგვიძლია თუ არა გამოვიყვანოთ ჭრის პროცესიდან მთლიანად მთავარი მჭრელი პირი და გადავიტანოთ

მუშაობა გვერდით მჭრელ პირზე, თურმე ეს შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ ოთხწახნაგა საჭრის გადავაკეთებთ სამწახნაგა დანად, რომლის გვერდითი მჭრელი პირი გადაჭრის ბოჭკოებს ტორსში, დახრილი წინა წახნაგი კი ჩახლენს ბურბუშელის ელემენტებს განახერხში P_1 ძალით. საჭრისზე პირდაპირი ადესვით (ნახ. 11.4. პოზ. I) წინა წახნაგზე მოქმედი ნორმალური N ძალა იშლება ორ ძალად – $P_{\text{წ}}$ ჭრის ძალად და $P_{\text{გ}}$ ძალად, რომელიც ჭრის ძალის მართობია. წინა წახნაგის δ_1 კუთხით დახრისას (ნახ. 11.4, ბ) კი წარმოიქმნება წინა წახნაგზე მოქმედი ნორმალური P ძალა, რომელიც P_1 , P_2 და P_3 ძალების ჯამის ტოლია. P ძალის გავლენით ხდება მერქნის მოხლენა ბოჭკოების გასწვრივ. საანგარიშო ფორმულები განივი ხერხვისას იგივეა, რაც ვრძივი ხერხვისას, მაგრამ აღსანიშნავია, რომ ჭრის ამ შემთხვევაში U და V ვექტორებს შორის Θ კუთხის, ჭრის h სიმაღლის და ჭრის V სიჩქარის ცვლილება პრაქტიკაში გამოყენებულ სიდიდეთა ფარგლებში არ იწვევს კუთრი წინაღობის ცვლილებას, რაც ჩატარებული ცდებიდან მტკიცდება. ეს მოვლენა შეიძლება აიხსნას იმით, რომ განახერხის სიგანე მეტია ბურბუშელის სიგანეზე და გვერდითი მჭრელი წიბო, რომელიც აწარმოებს ტორსულ ჭრას მუშაობს ნორმალური ჭრის პირობებში.



ნახ. 11.5. ბურბუშელის განივკვეთი: ა – საჭრისის პირდაპირი ადესვისას; ბ – საჭრისის ირიბი ადესვისას

ჭრის კუთრი წინაღობა აღნიშნული ჭრის შემთხვევაში იანგარიშება ფორმულით

$$K = k + \frac{a \rho P_{\text{უ}}}{c}, \quad (11.18)$$

სადაც

$$c = \frac{1000U}{zn}. \quad (11.19)$$

$P_{\text{უ}}$ -ს მნიშვნელობა ფიჭვისათვის $P_{\text{უ}} = 0,1$ კგ/მმ;

არყისათვის $P_{\text{უ}} = 0,12$ კგ/მმ;

მუხისათვის $P_{\text{უ}} = 0,15$ კგ/მმ.

შესაბამისად ფიჭვის, არყისა და მუხისათვის:

$$k = 6,2 - 1,4b - [0,042 - 0,0006(90 - \delta)]\varphi;$$

$$k = 8 - 1,8b - [0,058 - 0,0008(90 - \delta)]\varphi;$$

$$k = 10 - 2,2b - [0,007 - 0,001(90 - \delta)]\varphi.$$

როცა $c < 0,05$ მმ, მაშინ $P_{m_{\text{ა,ქ}}} = 200 - 315$ მკმ;

როცა $0,06 < c < 0,5$ მმ, მაშინ $P_{m_{\text{ა,ქ}}} = 315 - 500$ მკმ;

როცა $0,2 < c < 0,5$ მმ, მაშინ $P_{m_{\text{ა,ქ}}} = 500 - 800$ მკმ.

განივი ხერხვის სხვა პარამეტრების გაანგარიშება წარმოებს გრძივი ხერხვის ანალოგიურად.

თაზო XII

ჭრის რეჟიმების ბაანგბარიშება და კინემატიკა ჩარჩო ხერხით ხერხვისას

12.1. ჩარჩო ხერხის კინემატიკა. ძირითადი კინემატიკური თანაფარდობანი

ჩარჩო ხერხით ხერხვა არის მორების ძელებად და ფიცრებად გრძივად დახერხვის პროცესი ვერტიკალური ან ჰორიზონტალური სახერხი ჩარჩოთი.

სახერხი ჩარჩო ორი სახისაა: ვერტიკალური და ჰორიზონტალური.

ვერტიკალურ სახერხ ჩარჩოში რაოდენობა აღწევს 12-ს და ზოგჯერ უფრო მეტსაც (ნახ. 12.1).

ჩარჩო ხერხის ჭრის მექანიზმს წარმოადგენს მრუდმხარა-ცოცია მექანიზმი (ნახ. 12.2). მრუდმხარას α კუთხეზე მობრუნებისას ბარბაცას ზედა ბოლო გადაადგილდება B წერტილში. ამ შემთხვევაში ბარბაცას ღერძი I-I ხაზთან ადგენს β კუთხეს. A წერტილზე გავატაროთ I-I-ის პარალელური II-II წრფე, ამავე წერტილიდან გადაეზომოთ ბარბაცას სიგრძის ტოლი მონაკვეთი Ac . დავაგეგმილოთ c წერტილი I-I წრფეზე, ხოლო B წერტილი – II-II წრფეზე, მივიღებთ შესაბამისად B_2 და c_1 წერტილებს. ბარბაცას ზედა ბოლოს (ჩარჩოს) გადაადგილება $S_\alpha = x = B_1B = B_1B_2 - BB_2$, მაგრამ $B_1B_2 = A_1A_2$ და $BB_2 = c_1c$, ამიტომ $S_\alpha = A_1A_2 - c_1c$.

ნახ. 12.2-დან ჩანს, რომ

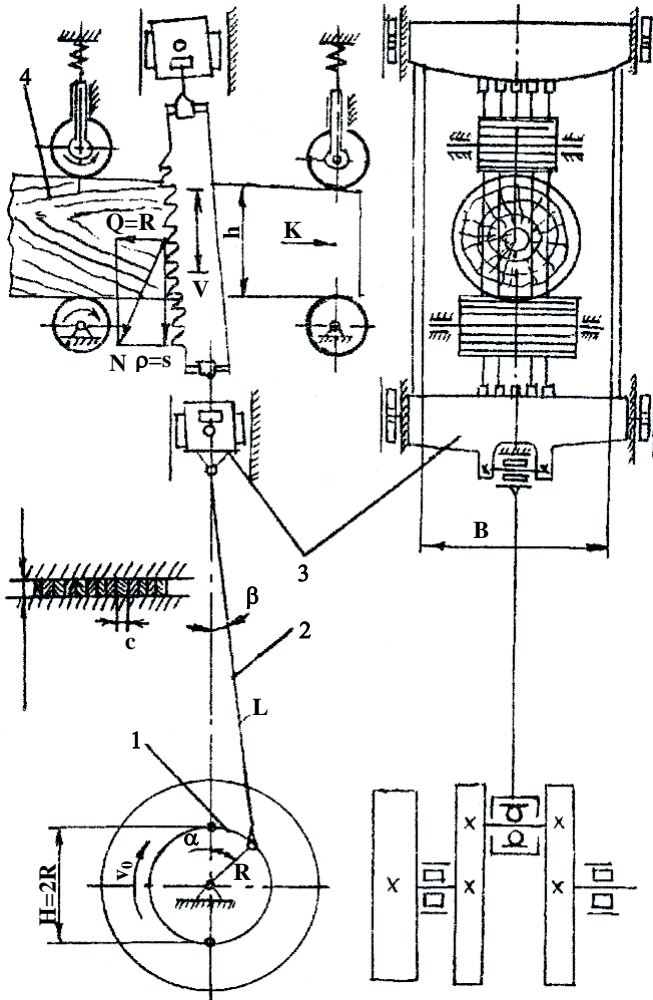
$$A_1A_2 = R - R \cos \alpha = R(1 - \cos \alpha),$$

საიდანაც

$$c_1c = L - L \cos \beta = L(1 - \cos \beta);$$

$$S_\alpha = R(1 - \cos \alpha) - L(1 - \cos \beta). \quad (12.1)$$

ვერტიკალურ ჩარჩო ხერხში მრუდმხარას რადიუსის შეფარდება ბარბაცას სიგრძესთან არის $\frac{R}{L} = \frac{1}{12}$. ასეთი შეფარდებისას $\beta_{მსj} = 5^\circ$, ხოლო $\cos \beta_{მსj} = 0,9961 \approx 1$, ამიტომ (12.1) ფორმულა მიიღებს სახეს



ნახ. 12.1. სახერხი ჩარჩოს კინემატიკური სქემა ცენტრალური მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმით: 1 - მრუდმხარა; 2 - ბარბაცა; 3 - სახერხი ჩარჩოს ქვემოთა განივცა; 4 - მორი.

$$S_{\alpha} = R(1 - \cos \alpha). \quad (12.2)$$

ჩარჩოს მოძრაობის სიჩქარე

$$V_{\alpha} = \frac{dS_{\alpha}}{dt} = R \sin \alpha \frac{d\alpha}{dt} = R\omega \sin \alpha = V_0 \sin \alpha, \quad (12.3)$$

სადაც $V_0 = R\omega$ მრუდმხარას A წერტილის წრიული სიჩქარეა, რომელიც ტოლია

$$V_0 = \frac{\pi H}{60} = \text{const},$$

სადაც $H = 2R$ ჩარჩო ხერხის სვლაა.

წინსვლით-უკუსვლით მოძრავი მასების აჩქარება

$$W_\alpha = \frac{dV_\alpha}{dt} = V_0 \cos \alpha \frac{d\alpha}{dt} = V_0 \cos \alpha = \frac{V_0^2}{R} \cos \alpha. \quad (12.4)$$

წინსვლით-უკუსვლით მოძრავი მასების ინერციის ძალა

$$K_\alpha = -mW_\alpha = -\frac{G}{g} \frac{V_0^2}{R} \cos \alpha = -\frac{GHn^2}{1800} \cos \alpha, \quad (12.5)$$

სადაც g სიმძიმის ძალის აჩქარებაა და უდრის $9,81$ მ/წმ²; C – წინსვლით-უკუსვლით მოძრავი მასების (m) წონა.

(12.5) ფორმულიდან ჩანს, რომ K_α იზრდება H -ის პროპორციულად და n -ის კვადრატის პროპორციულად, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მთელი რიგი პრაქტიკული დასკვნებისათვის.

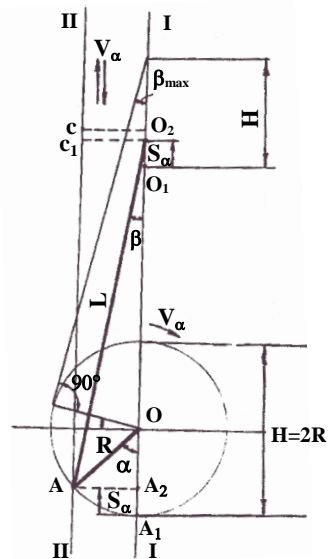
სწორად სარგებლობენ ჩარჩოს მოძრაობის სიჩქარის საშუალო მნიშვნელობით

$$V_{av} = \frac{2Hn}{60} = \frac{Hn}{30} \text{ მ/წმ}. \quad (12.6)$$

საშუალო სიჩქარესა V_α და მრუდმხარას თითის (A წერტილის) სიჩქარეს V_0 შორის არსებობს შემდეგი დამოკიდებულება:

$$V_0 = \frac{\pi Hn}{60} = \frac{\pi Hn}{2 \cdot 30} = \frac{\pi}{2} V_\alpha. \quad (12.7)$$

მიწოდების მოძრაობა (ნახ. 12.3) ხორციელდება დაღარული A ვალცებით, რომლებიც მოძრაობაში მოდიან კონტრმრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმით (rL_1). l საწვეარის რხევის მოძრაობა იწვევს მასზე დამაგრებული სოლური მუშტას ჩაჭევას ფრიქციულ B თვალში,



ნახ. 12.2. ჩარჩო ხერხის მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმის სქემა

რის გამოც ეს თვალი მობრუნდება გარკვეული კუთხით. ამ უკანასკნელთან ხისტადაა დაკავშირებული კბილანა თვალი I, რომელიც მოდებაშია 2-2 კბილებთან. კბილანა I თავისუფლადაა მოთავსებული 0 დერძზე, ხოლო კბილანა 2 დამაგრებულია ქვედა დაღარული A ვარცების დერძზე და მოჰყავს ისინი მოძრაობაში. ზედა მომჭერი დაღარული $A_1 - A_1$ ვალცები მოძრაობაში მოდის ჯაჭვური გადაცემით და კბილანებით. ჩარჩო ხერხის მიწოდების სიჩქარე

$$U = iV'_0 \sin \alpha, \quad (12.8)$$

სადაც $V'_0 = \frac{2\pi r n}{60}$ წარმოადგენს კონტრმრუდმხარას თითის წრიულ სიჩქარეს; i გადაცემათა რიცხვია კონტრმრუდმხარა მექანიზმიდან დაღარულ ვალცებზე $\left(i = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{r_3}{l} \right)$.

მიწოდება ერთ ბრუნვაზე (ჩაწოდება) ტოლია

$$\Delta = i2r. \quad (12.9)$$

კონტრმრუდმხარას α კუთხეზე შემობრუნების დროს მიწოდება გამოითვლება ფორმულით

$$\Delta_\alpha = \frac{\Delta}{2}(1 - \cos \alpha). \quad (12.10)$$

დამჭერი ურიკის (მორთან ერთად) მასების აჩქარება

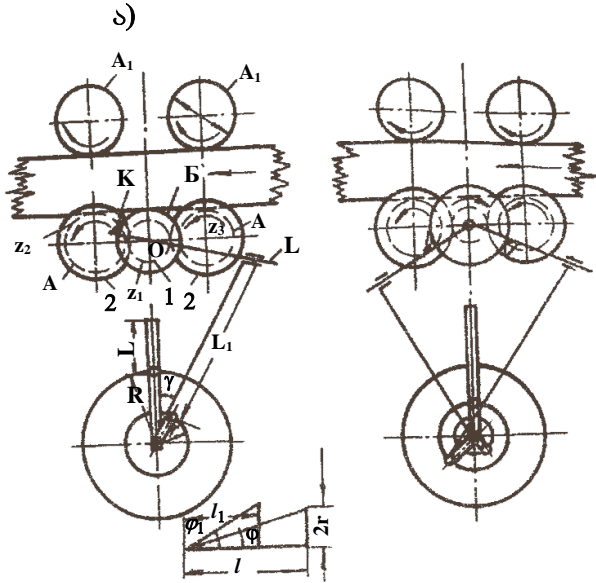
$$W'_\alpha = \frac{(iV'_0)^2}{\frac{\Delta}{2}} \cos \alpha, \quad (12.11)$$

შესაბამისი ინერციის ძალა

$$K'_\alpha = -\frac{G'}{g} \cdot \frac{(iV'_0)^2}{\frac{\Delta}{2}} \cos \alpha = -\frac{G'\Delta n^2}{1800} \cos \alpha, \quad (12.12)$$

სადაც G' მორის დამჭერი ურიკის წონაა მორთან ერთად.

ბრუნვათა რიცხვის ზრდა იწვევს ინერციის ძალების ზრდას ბრუნვათა რიცხვის კვადრატის პროპორციულად, რაც უარყოფითად მოქმედებს მიწოდების მექანიზმზე, ვიდრე ჭრის მექანიზმზე, რადგან ჩარჩოს სისტემა ხისტადაა დამაგრებული საძირკველზე, ხოლო მიწოდების სისტემაში შედის რელსზე მოძრავი ურიკა.



ნახ. 12.3. სახერხი ჩარჩოს კინემატიკური სქემები ბიძგური მიწოდებებით:
 ა - ერთმაგი ბიძგური მიწოდება; ბ - ორმაგი ბიძგური მიწოდება;
 r - კონტრმრუდმხარას რადიუსი; s - საწვევარი; K - სოლი;
 L_1 - კონტრმრუდმხარას ბარბაცა; B - ფრიქციული თვალი;
 r_3 - დაღარული ვალცის რადიუსი, რომელზეც დევს მორი;
 A_1, A_1 - ზედა ვალცები; AA - ქვედა ვალცები; z_1 - წამყვანი
 კბილანის კბილთა რიცხვი; z_2 - ამყოლი კბილანის კბილთა რიცხვი.

მიწოდება შეიძლება განხორციელდეს სრულ მუშა და უქმ სვლაზე, აგრეთვე ნაწილობრივ უქმ სვლაზე.

არსებობს ორმაგი ბიძგური მიწოდებაც, რომლის დროსაც მიწოდება ხორციელდება ლიღვის სრულ ბრუნვაზე ორი კონტრმრუდმხარის გამოყენებით. ამ შემთხვევაში ერთი ბიძგი მუშა სვლაზე, მეორე უქმ სვლაზე (ნახ. 12.3, ბ). მიწოდების სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით

$$U = \frac{\Delta n}{1000} \text{ მ/წთ.} \quad (12.13)$$

ერთი და იგივე Δ ჩაწოდებისას მიწოდების სიჩქარე U იზრდება ბრუნვათა რიცხვის გაზრდით, რაც თავის მხრივ იწვევს ჩარხის მწარმოებლურობის ზრდას, მაგრამ, როდესაც $n > 250$ ბრ/წთ, ინერციის ძალის გავლენა მეტად მნიშვნელოვანია,

რადგან იგი იზრდება ბრუნვითა რიცხვის კვადრატის პროპორციულად. ინერციის ძალის მოქმედება აჩქარების საწინააღმდეგოდ იწვევს მორის თითქმის თანაბარ მოძრაობას.

მიწოდების მექანიზმში ინერციის ძალის თავიდან აცილების მიზნით თანამედროვე სახერხ ჩარჩოში გამოყენებულია მექანიზმი უწყვეტი მიწოდებით (ნახ. 12.4).

ასეთ მექანიზმში დაღარული ვალცების ბრუნვა ხორციელდება ძირითად ლილვზე მოთავსებული ბორბლიდან ფრიქციული წყვილით 1,2, საიდანაც მოძრაობა გადაეცემა კბილანებს 5, 6 კონუსური ან ჭიახრახნული წყვილით 3, 4. კბილანებს 5, 6 თავის მხრივ მოძრაობაში d_3 ვალცები.

ამ შემთხვევაში

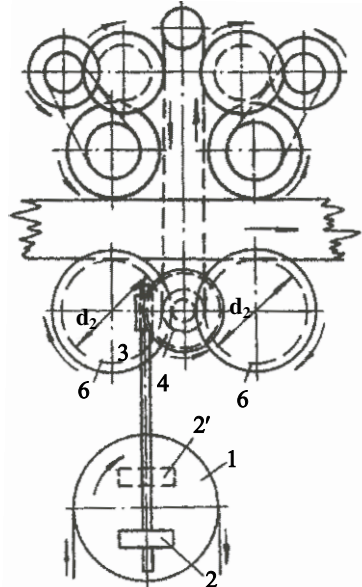
$$U = const \text{ და } K'_\alpha = 0.$$

მიწოდების სიდიდის შესაცვლელად საჭიროა მორბედის 2 მდებარეობის შეცვლა ფრიქციული დისკოს 1 ბრუნვის 0 ცენტრის მიმართ. თუ მორბედს გადავიტანთ ფრიქციული დისკოს ბრუნვის ცენტრის მეორე მხარეს (მდებარეობა 2'), მაშინ მორი გადაადგილდება საწინააღმდეგო მიმართულებით.

ყოველ მოცემულ მომენტში U_α და V_α სიჩქარეების გეომეტრიული შეკრების დროს, როცა ჩარჩოს მუშა ან უქმი სვლის დასაწყისი ემთხვევა მიწოდების დაწყებას, გვექნება

$$\frac{U_\alpha}{V_\alpha} = \frac{iV'_0 \sin \alpha}{V_0 \sin \alpha} = tg \varphi = const \quad (12.14)$$

ე.ი. კბილანების წვეროების ტრანსპორტორია პარალელური წრფეებია, მიწოდება კბილზე $c=const$ და მუდმივი ბიჯის შემთხვევაში ბურბუშელის მუდმივი სიდიდისაა.



ნახ. 12.4. უწყვეტი მიწოდების სახერხიჩარჩოს მიმწოდი მექანიზმის კინემატიკური სქემა

როდესაც მიწოდების დასაწყისი არ ემთხვევა მუშა ან უქმი სვლის დასაწყისს, მაშინ $\frac{U_\alpha}{V_\alpha}$ იქნება ცვალებადი სიდიდის α -ს სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის.

ამ შემთხვევაში მრუდმხარას α კუთხით მობრუნებას შეესაბამება კონტრმრუდმხარას α_1 კუთხეზე მობრუნება. ამიტომ ზემოთ აღნიშნული ფარდობა $\left(\frac{U_\alpha}{V_\alpha}\right)$ არ იქნება მუდმივი.

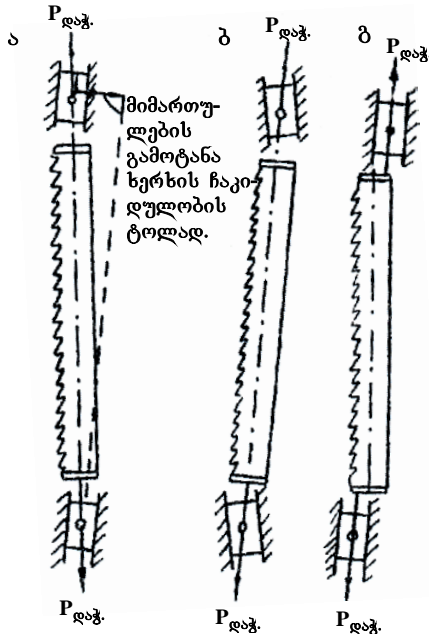
$\frac{U_\alpha}{V_\alpha}$ ცვალებადი სიდიდეა აგრეთვე უწყვეტი მიწოდებისას, რადგან $U_\alpha = const$, როდესაც $V_\alpha = f(\alpha)$. მაშასადამე კბილების წვეროების ტრაექტორია მრუდწირულია და ბურბუშელის სისქეც ცვალებადი სიდიდისაა.

12.2. ხერხის დახრილობისა და ჩაწოდების სიდიდეთა ფარდობა

ბურბუშელის ნომინალური კვეთის აგებისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ ხერხის კბილების წვეროების ურთიერთგანლაგება წვეროების ხაზის მიმართ. განახერხის ფუძე ყოველთვის ხერხის კბილების ხაზის პარალელური რჩება, რომლებიც ვერტიკალურ სახერხს ჩარჩოზე ხერხვისას ყოველთვის ერთმანეთის პარალელურია. თუ კბილის ტრაექტორია მუშა სვლაზე მდებარეობს განახერხის ფუძიდან მარცხნივ, მაშინ ადგილი აქვს ხერხის კბილის შეჭრას მერქანში.

თუ მუშა სვლაზე ტრაექტორიის ნაწილი მდებარეობს განახერხის ფუძიდან მარჯვნივ, ხერხვა არ ხდება და მუშა სვლა გამოიყენა არასრულად (ადგილი აქვს მუშა სვლის დანაკარგს).

თუ ტრაექტორია უქმ სვლაზე მდებარეობს განახერხის ფუძიდან მარცხნივ, მაშინ კბილების უკანა წახნაგით ხდება მორის უკან გდება მიწოდების საწინააღმდეგოდ (რადგან კბილებს არ შეუძლიათ ჭრა უკანა წახნაგით), ამის გამო ადგილი აქვს მიწოდების დანაკარგს. გარდა ამისა, მორის კბილებზე დაწოლისას ხდება დანადგარის მოშლა და ზოგჯერ ავარიაც. ხერხის დახრილობა შეირჩევა ამ მოსაზრებების გათვალისწინებით.



ნახ. 12.5. ხერხის დამაგრების მიმართულებანი სხვადასხვა მიმართულებებში:
 ა - მიმართულებების გამოტანისას; ბ - მიმართულებების დახრისას; გ - მიმართულებების ვერტიკალური დერძული განლაგებით

უწყვეტი მიწოდება დახრილი მიმართულებით

მიმართულებების ერთ დერძე განლაგებით (ნახ. 12.5) ხერხის დახრა შეიძლება განვახორციელოთ მისი დაჭიმული ჩამოკიდებით, ბრტყელას დერძის მიმართ დახრით. ხერხის კბილების გასწვრივ თანაბარი დაჭიმულობა (ნახ. 12.5, ბ). რისთვისაც ზედა მიმართულები გადაადგილებულია ისე, რომ შეიქმნას $\frac{\Delta}{2}$ ის ტოლი დახრა, სადაც ხერხი იჭიმება დერძის გასწვრივ (ნახ. 12.5, ა). როცა გამოყენებულია დახრილი მიმართულებით ჩაკიდება (ნახ. 12.5, ბ), მაშინ ჩარჩო და მასში ვერტიკალურად დამაგრებულია ხერხი უახლოვდება მორს მუშა სვლისას და შორდება მას უკმი სვლისას დახრილ მიმართულებებში გადაადგილების ხარჯზე.

უწყვეტი მიწოდება მოქანავე მიმმართველებით

ამ შემთხვევაში $P_b = \frac{KbhU_z}{l}$ რხევის ამპლიტუდაა. რხევა

ხორციელდება მექანიზმით, რომელიც უქმი სველისას გამოიყვანს განახერხის ფუძიდან და ხერხის ვერტიკალური განლაგება შესაძლებელია. ამ შემთხვევაში

$$\Delta_{\text{მსკ}} = 2Htg\varphi_{\text{მსკ}},$$

სადაც $\varphi_{\text{მსკ}}$ მიმმართველების რხევის მაქსიმალური კუთხეა.

12.3. ჭრის პროცესის პარამეტრები ჩარჩო ხერხით ხერხვისას

ჭრის პროცესის პარამეტრები ჩარჩო ხერხით ხერხვისას გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

ჭრის საშუალო სიჩქარე

$$V_b = \frac{2H'n}{60 \cdot 1000} \text{ მ/წმ}, \quad (12.15)$$

სადაც H' ხერხის სვლაა, მმ; n – მრუდმხარა ბრუნვათა რიცხვი, წთ.

მიწოდება ხერხის ერთ მუშა სვლაზე (ჩაწოდება)

$$\Delta = \frac{U_b \cdot 1000}{n} \text{ მმ}, \quad (12.16)$$

სადაც U_b მიწოდების საშუალო სიჩქარეა, მ/წთ.

მიწოდება ხერხის ერთ კბილზე

$$U_z = \Delta \cdot \frac{t}{H'} \cos \varphi \text{ მმ} \quad (12.17)$$

(უქმ სვლაზე, ბიძგური მიწოდების დროს), სადაც φ ხერხის დახრაა, გრად; t – ხერხის კბილის ბიჯი.

მუშა სვლაზე ბიძგური მიწოდების დროს

$$U_z = \Delta \frac{t}{H'} \text{ მმ}. \quad (12.18)$$

უწყვეტი მიწოდების დროს

$$U_z = \Delta \cdot \frac{t}{H'} \cos \varphi \text{ მმ}. \quad (12.19)$$

ერთდროულად ჭრაში მონაწილე კბილების რიცხვი

$$z = \frac{h}{t}, \quad (12.20)$$

სადაც h განახერხის სიმაღლეა, მმ.

ჩარჩოს ხერხით ხერხვის დროს ჭრის ძალები გამოისახება შემდეგი დამოკიდებულებებით:

საშუალო ჭრის ძალა მუშა სვლაზე

$$P_b = K \cdot \frac{b \sum h \Delta}{H'} \quad \text{კბ}, \quad (12.21)$$

სადაც $\sum h$ ხერხთა წყობაში მოთავსებული ხერხების ჯამური განახერხის სიმაღლეა მმ.

საშუალო ჭრის ძალა ხერხის ორმაგ სვლაზე

$$P_b = \frac{P}{2} = K \cdot \frac{b \sum h \Delta}{2H'} \quad \text{კბ}, \quad (12.22)$$

ჭრის სიმძლავრე

$$N = K \frac{b \sum h U_b}{60 \cdot 120} = K \cdot \frac{b \sum h \Delta n}{1000 \cdot 102 \cdot 60} \quad \text{კვტ}. \quad (12.23)$$

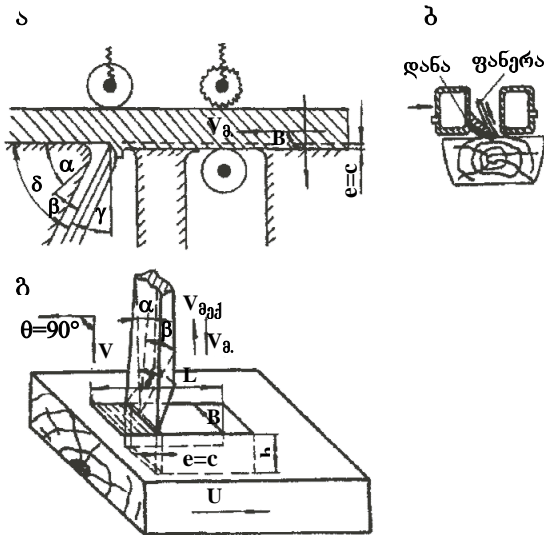
(ამოცანები – იხილეთ დანართი).

თაზო XIII

რანდვა

რანდვა არის მერქნის ჭრით დამუშავების პროცესი ბურბუშელის გამოყოფით, რომლის დროსაც დასამუშავებელი ზედაპირი, ჭრის ზედაპირი და ჭრის სიბრტყე ერთმანეთს ემთხვევა.

რანდვის პრინციპით მუშაობს ფანერაასახდელი (ნახ. 13.1, ბ), საბურბუშელე, საარმატურე (ნახ. 13.1, ა), სარანდ-მოსაპირკეთებელი ჩარხები.



ნახ. 13.1. რანდვის სქემები: ა - გრძივი რანდვა; ბ - განივი რანდვა; გ - დახურული რანდვა - ამოტეხა

ბურბუშელის მოხსნის პროცესი აღნიშნულ ჩარხებზე შეესაბამება ელემენტარული ჭრის პირობებს, მაგრამ არსებობს რთული ჭრის შესაბამისი რანდვის პროცესით.

რანდვა არის ორი სახის: განივი და გრძივი.

განივი რანდვა ხორციელდება ფანერაასახდელ ჩარხზე დანით, რომელიც მოძრაობს სწორხაზოვნად უძრავად დამაგრებული ნამზადის მიმართ (ნახ. 13.1, ბ).

მყარი ბურბუშელის (ფანერის) მისაღებად მერქანი წინასწარ უნდა შეიორთქლოს და დამუშავდეს ცხელ (35°C -მდე) მდგომარეობაში.

რეობაში. ბურბუშელის მოხსნის პროცესს თან ახლავს ბურბუშელის მოხსნის პროცესს თან ახლავს ბურბუშელის მოჭიმვა 10-25%-მდე. რანდვით ჭრის საშუალო სიჩქარე მიახლოებით განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$V = \frac{2Hn}{60} = \frac{Hn}{30} \text{ მ/წმ}, \quad (13.1)$$

სადაც H დანიანი სუპორტის სვლის სიდიდეა, მ; n დანიანი სუპორტის ორმაგი სვლათა რიცხვი, წთ.

პრაქტიკულად ჭრის სიჩქარე V შეიძლება იყოს 0,2-0,5 მ/წმ. დანის კუთხური პარამეტრებია $\alpha = 2^\circ \dots 5^\circ$, $\beta = 18^\circ \dots 23^\circ$. რადგანაც მიწოდების მოძრაობა შეადგენს ჭრის სიჩქარის მიმართულებასთან 90° -იან კუთხეს, ამიტომ

$$e = c \sin \Theta = c, \text{ მმ.} \quad (13.2)$$

ბურბუშელის სისქე შეიძლება იყოს 0,3...5 მმ-მდე. ჭრის ძალა

$$P = K \cdot l \cdot e \text{ კგ,}$$

სადაც K ჭრის კუთრი წინაღობაა, კგ/მმ²; l – კუნძის სიგრძე (ბურბუშელის სიგანე), მმ; e – ბურბუშელის სისქე, მმ.

ჭრის სიმძლავრე

$$N = \frac{PV}{102} \text{ კპტ.} \quad (13.3)$$

გრძივი რანდვა ხორციელდება საარმატურებელ, სარანდ-მოსაპირკეთებელ და საბურბუშელე ჩარხებში (ნახ. 13.1, ა).

საბურბუშელე ჩარხზე მუშავდება ნედლი მერქანი. ამ შემთხვევაში ჭრის კუთხე $\delta = 30^\circ \dots 40^\circ$, ხოლო ბურბუშელის სისქე $e = 0,05 - 1$ მმ. საასტამურებელ და სარანდ-მოსაპირკეთებელ ჩარხებზე მუშავდება მშრალი მერქანი. ბურბუშელის სისქე $e = 0,05$ მმ-მდე. ჭრის კუთხე $\delta = 80^\circ$ (საასტამურებელ ჩარხზე) და $\delta = 45^\circ \dots 50^\circ$ (სარანდ-მოსაპირკეთებელი ჩარხზე).

ჭრის ძალა რანდვისას განისაზღვრება ფორმულით

$$P = K \cdot b \cdot e \text{ კგ,} \quad (13.4)$$

სადაც b ნამზადის სიგანეა, მმ.

ამოტეხვისას (ნახ. 10, გ) $c \parallel U$; $e \perp V$ და

$$L = z \cdot c, \quad (13.5)$$

სადაც L ბუდის სიგრძეა, მმ; z – ბუდის სიგრძის მიღებისას ჩანაჭერთა რიცხვი.

(ამოცანები – იხილეთ დანართი).

თა80 XIV

ფრეზვა

ფრეზვა არის ჭრის პროცესი, როდესაც მიიღება სუფთად დამუშავებული განსაზღვრული ფორმის დეტალები. ეს პროცესი ხორციელდება მბრუნავი საჭრისებით (ფრეზებით, დანიანი ლილვებით და სხვ.), მერქნის მექანიკურ დამუშავებაში ფრეზვა ყველაზე გავრცელებული ჭრის პროცესია. საფრეზავი ჩარხების ჯგუფს მიეკუთვნება საშალაშინებელი, სარაისმუსო, ოთხმრივ სარანდი, კოტასაჭრელი, საკილოე და სხვა ჩარხები.

ფრეზვით ჭრის პროცესის შესასრულებლად საჭიროა შესრულდეს ორი მოძრაობა – ჭრის, ანუ მთავარი მოძრაობა და მიწოდების მოძრაობა. ფრეზვით მერქნის დამუშავებისას, როგორც წესი, მიწოდების მოძრაობა ხორციელდება დასამუშავებელი დეტალით, მთავარი მოძრაობა კი მბრუნავი მჭრელი იარაღით.

ცილინდრული ფრეზვის დროს (იხ. ნახ. 4.8, ბ) იარაღის ღერძი დასამუშავებელი ზედაპირის პარალელურია, ხოლო საჭრისების მჭრელი პირები შემოწერს ცილინდრულ ზედაპირს. ფრეზვის ეს სახე სხვა დანარჩენ სახეებთან შედარებით მეტად გავრცელებულია.

ტორსული ფრეზვისას ინსტრუმენტის ბრუნვის ღერძი დამუშავების ზედაპირის პერპენდიკულარულია. ასეთ ფრეზებს აქვთ მჭრელი პირის გვერდითი და ტორსული ელემენტები. ძირითად მუშაობას ახორციელებს გვერდითი მჭრელი პირები, რომლებიც მუშაობენ ცილინდრული ფრეზვის პრინციპით. ფრეზვის ეს სახე მერქნის მასალების დამუშავებაში თითქმის არ გამოიყენება. ამ მეთოდით მუშაობს კიდური და ფასონური ფრეზვის ცალკეული ელემენტები.

ფასონური, ანუ პროფილური ფრეზვის დროს მჭრელ პირს აქვს რთული აღწერილობა, იგი შედგება მრუდხაზოვანი და სწორხაზოვანი ელემენტებისაგან.

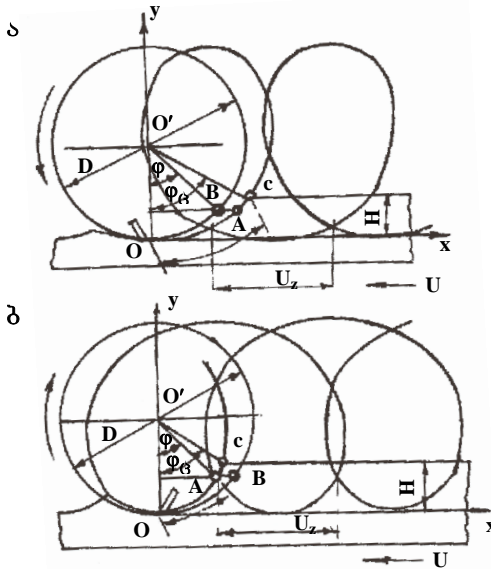
14.1. ჭრის ტრაექტორია

ფრეზვის პროცესი ხორციელდება იარაღის თანაბარი ბრუნვის და ნამზადის თანაბარი მიწოდების შემთხვევაში.

მთავარი მოძრაობა ხასიათდება წრიული სიჩქარით – V მ/წმ, რომელიც ჭრის რკალზე (საჭრის წვეროზე) რადიუსის პერპენდიკულარულია, მიწოდების მოძრაობა – მიწოდების სიჩქარით – U მ/წთ.

მიწოდების მოძრაობა შეიძლება მიმართული იყოს ინსტრუმენტის ბრუნვის შემხვედრად ან პირიქით, ემთხვეოდეს ბრუნვის მიმართულებას.

პირველ შემთხვევაში მიწოდებას უწოდებენ შემხვედრს (ნახ. 14.1, ა), მეორე შემთხვევაში კი თანხვედნილს (ნახ. 14.1, ბ). ფრეზის ორივე მოძრაობის (ბრუნვითი და გადატანითი) შეჯამებით საჭრისის მჭრელი პირის მოძრაობის ტრაექტორია XOY უძრავი კოორდინატთა სისტემის მიმართ გამოისახება ციკლოიდური მრუდით. ნახ. 14.1, ბ-ზე ნაჩვენებია ჭრის ტრაექტორია თამხვედნილი მიწოდებისას.



ნახ. 14.1. ჭრის ტრაექტორია ცილინდრული ფრეზებისას:
 ა – შემხვედრი მიწოდებისას; ბ – თანხვედნილი მიწოდებისას

V და U სიჩქარეთა გეომეტრიული ჯამი $D = 125$ არის ჭეშმარიტი ჭრის სიჩქარე $V_ჭ$.

უნდა აღვნიშნოთ, რომ პრაქტიკული გაანგარიშებისას, ჭრის ტრაექტორიად თვლიან არა ციკლოიდას, არამედ წრესაზს. ეს განპირობებულია იმით, რომ ჭრის სიჩქარის ფარდობა მიწოდების სიჩქარესთან ძალიან დიდია $\left(\frac{V}{U} = 30 \dots 100\right)$. აქედან გამომდინარე, მთავარი მოძრაობის სიჩქარე შეიძლება მივიღოთ, როგორც ჭრის სიჩქარე $V_{\text{ჭ}} = V$. ყველაზე არასასურველ პირობებში ასეთი დაშვების ცდომილება არ აღემატება $\pm 3\%$.

14.2. გრძივი ფრეზვა

გრძივი ფრეზვის დროს ფრეზის მიმართულება ემთხვევა ბოჭკოების მიმართულებას (იხ. ნახ. 4.8, ა).

დანებიანი ლილვის ბრუნვისას დეტალიდან მოიხსნება ნამგლისებრი პროფილის (ციკლოიდური) ბურბუშეფლა. ასეთი ჭრა მიეკუთვნება ღია ჭრას. წრიული სიჩქარე V მუდმივია,

$V = \frac{\pi D n}{60 \cdot 100} = \text{const}$, მისი ვექტორი მჭრელი პირის წრის რადიუსის პერპენდიკულარულია და იცვლის მიმართულებას დამუშავებული ზედაპირის მიმართ, ჭრის კონტაქტის l სიგრძეზე ბურბუშეფლის სისქე e ცვალებადია.

რადგანაც გრძივი ფრეზვის დროს ბოჭკოების მიმართულება მიწოდების მიმართულების პარალელურია, როგორც ნახ. 4.8, ბ-დან ჩანს, იცვლება ბოჭკოების გადაკვეთის კუთხე φ . კინემატიკური შეხვედრის კუთხე კი $\Theta_{\text{ბ}} = \frac{\varphi}{2}$, $\Theta_{\text{max}} = \varphi$ სადაც φ კონტაქტის კუთხეა.

ფრეზვის დროს მიღებული ბურბუშეფლა შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ როგორც მართკუთხედი (იხ. ნახ. 4.8, ბ). ამ შემთხვევაში

$$U_z h = e_{\text{ბ}} \cdot l, \quad (14.1)$$

სადაც U_x მიწოდების სიდიდეა დანიანი ლილვის ერთ ბრუნვაზე, მმ; h – ფრეზვის სიღრმე, მმ; $e_{\text{ბ}}$ – ბურბუშეფლის საშუალო სისქე, მმ.

ბურბუშეფლის საშუალო სისქე

$$e_{\text{ბ}} = \frac{U_z \cdot h}{l} \text{ მმ}; \quad (14.2)$$

საშუალო ჭრის ძალა

$$P_b = K \cdot b e_b \text{ კგ,} \quad (14.3)$$

სადაც b ჭრის სიგანეა, მმ; K - ჭრის კუთრი წინაღობა, კგ/მმ².

(14.2) ფორმულის გათვალისწინებით გვექნება

$$P_b = \frac{KbhU_z}{l} \text{ კგ.} \quad (14.4)$$

მუშაობა, რომელიც იხარჯება ერთ ჭრაზე ტოლია

$$A_{\text{ჭრ}} = P_b \cdot l \text{ კგ·მმ,} \quad (14.5)$$

რომელიც (14.4) ფორმულის გათვალისწინებით მიიღებს სახეს

$$A_{\text{ჭრ}} = \frac{KvU_z h}{l} l = KbU_z h \text{ კგ·მმ,} \quad (14.6)$$

ანუ მუშაობა კგ·მმ-ში იქნება

$$A_{\text{ჭრ}} = \frac{KbU_z h}{1000} \text{ კგ·მ,} \quad (14.7)$$

სიმძლავრე

$$N = \frac{A \text{ კგ·მ}}{T \text{ წმ}}, \quad (14.8)$$

სადაც $T = \frac{60}{n}$ წმ.

ჩავსვათ A -ს და T -ს მნიშვნელობები (14.8) ფორმულაში, მივიღებთ ერთი საჭრისის მუშაობის სიმძლავრეს

$$N = \frac{KbU_z hn}{60 \cdot 1000} \text{ კგ·მ/წმ.} \quad (14.9)$$

z საჭრისის მუშაობისას გვექნება

$$N = \frac{KbU_z hnz}{60 \cdot 1000 \cdot 102} \text{ კგ·მ,} \quad (14.10)$$

მიწოდების სიჩქარე

$$U = \frac{U_z zn}{1000} \text{ მ/წმ.} \quad (14.11)$$

(14.11)-ის გათვალისწინებით

$$N = \frac{KbhU}{60 \cdot 102} \text{ კგ·მ.} \quad (14.12)$$

ცნობილია, რომ სიმძლავრე

$$N = \frac{P}{102} \text{ კგ·მ.} \quad (14.13)$$

საიდანაც

$$P = \frac{102N}{V} \text{ კვ.} \quad (14.14)$$

(14.14) გამოსახულება (14.12)-ის გათვალისწინებით მიიღებს სახეს

$$P = \frac{KbhU}{60V} \text{ კვ,} \quad (14.15)$$

(14.12) და (15.15) ფორმულები ჭრის სიმძლავრისა და ჭრის ძალის გამოსათვლელი ფორმულებია.

მიწოდება ჭრაზე

$$U_z = \frac{100U}{z \cdot n} \text{ მმ.} \quad (14.16)$$

ჭრის რკალის სიგრძე

$$l = \frac{\pi D \varphi_0}{360} \text{ მმ,} \quad (14.17)$$

სადაც φ კონტაქტის კუთხეა.

ბურბუშელის საშუალო სისქე

$$e_b = U_z \sin \Theta_b \quad (14.18)$$

სადაც $\Theta_b = \frac{\varphi}{2}$.

14.3. კინემატიკური შეხვედრის კუთხის გაანგარიშება ფრეზვის დროს

საშუალო კინემატიკური შეხვედრის კუთხე (იხ. ნახ. 4.8)

$$\Theta_b = \frac{\varphi}{2}; \quad (14.19)$$

$$\sin \Theta_b = \sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \varphi}{2}}, \quad (14.20)$$

მაგრამ

$$\cos \varphi = \frac{R-h}{R}, \quad (14.21)$$

ამიტომ

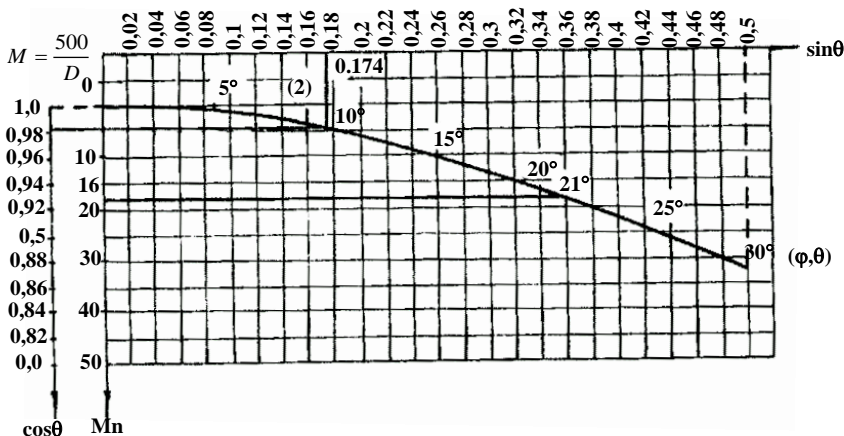
$$\sin \Theta_b = \sqrt{\frac{1}{2} \left(1 - \frac{R-h}{R} \right)}, \quad (14.22)$$

ანუ

$$\sin \Theta_b = \sqrt{\frac{h}{D}}. \quad (14.23)$$

(14.23) არის კინემატიკური შესვედრის კუთხის განმსაზღვრელი ფორმულა ფრეზვის დროს.

გარდა ამისა კინემატიკური შესვედრის კუთხის (Θ), კონტაქტის კუთხის (φ), ჭრის რკალის სიგრძის (l) და ბურბუშელის საშუალო სისქის ($e_{საშ}$) განსაზღვრა შეიძლება ნომოგრამის საშუალებით (ნახ. 14.2)



ნახ. 14.2.

მოცემულია: $D = 125$ მმ, $h = 4$ მმ, $c = 5$ მმ.

უნდა განისაზღვროს: $\angle \varphi$; l ; $\angle \Theta_{საშ}$ და $e_{საშ}$.

ამოხსნა. 4.8 ნახ-ზე α წერტილიდან ზემოთ გადავზომთ h -ის მნიშვნელობა და გავავლოთ პორიზონტალური წრფე მარცხნივ, წრეწირთან მივიღებთ $\angle \varphi$ -ს, საიდანაც განვსაზღვრავთ

$$l = \frac{\pi D}{360} \varphi = 0,0175 R \varphi.$$

ჩავატაროთ ეს მოქმედებები ნომოგრამაზე (ნახ. 14.2) მასშტაბით

$$M = \frac{500}{D} = \frac{500}{125} = 4.$$

მასშტაბის გათვალისწინებით 0 წერტილიდან h -ის ნაცვლად გადავზომთ ქვემოთ $Mh = 4,4 = 16$ მმ. გავავლოთ ხაზი მარჯვნივ და ვიპოვოთ $\angle \varphi = 21^\circ$.

კონტაქტის რკალის სიგრძე

$$l = 0,175R\varphi = 0,175 \cdot \frac{125}{2} \cdot 21^\circ = 23 \text{ მმ.}$$

ბურბუშელის საშუალო სისქე

$$e_{\text{საშ}} = \frac{c \cdot h}{l} = \frac{54}{23} = 0,88 \text{ მმ.}$$

ვიცით რა ბურბუშელის სისქე $e_{\text{საშ}} = c \sin \Theta_{\text{საშ}} = \frac{c \cdot h}{l}$,

გავსაზღვროთ $\sin \Theta_{\text{საშ}} = \frac{h}{l} = \frac{4}{23} = 0,174$. აბსცისათა ღერძზე გადა-

ზომით $\sin \Theta_{cft} = 0,174$, გავავლოთ ვერტიკალური ხაზი, მივიღებთ $\angle \Theta_{\text{საშ}} = 10^\circ$ და შემდეგ მიღებული წერტილიდან გავავლოთ პორიზონტალური ხაზი ღერძის გადაკვეთამდე, მივიღებთ $\cos \Theta_{\text{საშ}} = 0,98$.

14.4. პირდაპირი და შებრუნებული ამოცანები ფრეზისას გრძივ-ტორსული ($\perp\perp$) ჭრის დროს

პირდაპირი ამოცანით განისაზღვრება ჭრის საჭირო სიმძლავრე

$$N = \frac{KbhU}{60 \cdot 102} \text{ კვტ.} \quad (14.24)$$

იმ პირობით, რომ ცნობილია ყველა მონაცემი მასალაზე, დამუშავების ზომებზე (b, h), იარაღზე (δ, α, D, z), მუშა მოძრაობაზე (U, V), ჭრის დროზე T და სხვ. ვიცით, აგრეთვე ჭრის კუთრი მუშაობა K' კგ/სმ³ ან ჭრის კუთრი დაწნევა K კგ/მმ².

როდესაც

$$e = 0,1 \text{ მმ, } K = k_{\nabla} + \frac{ah}{b} + \frac{a_{\rho} P_{\nabla}}{e} \quad (14.25)$$

როდესაც

$$e < 0,1 \text{ მმ, } K_{\mu} = k_{\nabla\mu} + \frac{ah}{b} + \frac{(a_{\rho} - 0,8) P_{\nabla}}{e_{\mu}} \quad (14.26)$$

გარდა პირდაპირი ამოცანების საჭიროა გადაწყდეს შებრუნებული ამოცანებიც, ე.ი. როდესაც ცნობილია ყველა სიდიდე გარდა მიწოდების სიჩქარისა. ვიცით რა

$$U = \frac{U_z z n}{1000} \text{ მ/წთ}, \quad (14.27)$$

z და n, მაშინ

$$U_z = \frac{1000U}{zn} \text{ მმ}. \quad (14.28)$$

(14.12) ფორმულა (14.27)-ის გათვალისწინებით მიიღებს სახეს

$$N = \frac{KbhU_z z n}{60 \cdot 1000 \cdot 102} = \frac{KbhI_z z n}{6 \cdot 10^6} \text{ კმბ}. \quad (14.29)$$

ამ ფორმულაში ცნობილია ყველა წევრი, გარდა K და U_z -ისა

$$KU_z = \frac{6 \cdot 10^6 \cdot N}{bhzn} \frac{\text{კმ}}{\text{მმ}^2}. \quad (14.30)$$

თუ ჩავსვავთ K-ს მნიშვნელობას (14.25), (14.26) ფორმულებიდან (14.30)-ში და მოვახდენთ სათანადო გადრეკმებს, მაშინ როდესაც $e > 0,1$ მმ, მივიღებთ

$$U_z = \frac{6 \cdot 10^5 \cdot N}{hzn} \frac{a_\rho P_\gamma b}{k_{\nu} b + \alpha h} \frac{\sin \Theta}{\text{მმ}}, \quad (14.31)$$

როდესაც $e < 0,1$ მმ მივიღებთ

$$U_{z\mu} = \frac{6 \cdot 10^5 \cdot N}{hzn} \frac{(a_\rho - 0,8) P_\gamma b}{k_{\nu\mu} b + \alpha h} \frac{\sin \Theta}{\text{მმ}}. \quad (14.32)$$

ამ ფორმულებში N, h, z, n, b, α , a_ρ , P_γ , k_{ν} , Θ განისაზღვრება სათანადო ფორმულებით და ნომოგრამებით.

კბილზე მიწოდების მიღებული მნიშვნელობები განსაზღვრულია სიმძლავრის მიხედვით, მხოლოდ უნდა შევამოწმოთ, დასაშვებია თუ არა მოცემული პარამეტრები საჭირო სისუფთავის ზედაპირის მიღებისათვის.

(ამოცანები – იხილეთ დანართი).

14.5. განივი ფრეზვა

განივი ფრეზვისას ყველა გეომეტრიული თანაფარდობა რჩება იგივე, რაც გრძივი ფრეზვისას, გამონაკლისია ის, რომ თუ გრძივი ფრეზვისას მიწოდების სიჩქარის მიმართულება ბოჭკო-

ების მიმართულების პარალელურია, განივი ფრეზვისას მიწოდების სიჩქარის მიმართულება ბოჭკოების მიმართულების პერპენდიკულარულია.

ცდებით მიღებული შედეგი მნიშვნელოვანია.

განივი ფრეზვის დროს კუთრი ჭრის ძალა უკან წახნაგზე P_{γ} კგ/მმ.

ფიჭვისათვის

$$R_{\gamma} = 0,07 \text{ კგ/მმ};$$

მუხისათვის

$$R_{\gamma} = 0,1 \text{ კგ/მმ}.$$

ჭრის კუთრი წინაღობა წინა წახნაგზე, როცა $e > 0,1$ მმ ფიჭვისათვის

$$k_{\varphi} = 0,0075(\delta + V) - 0,01h - 0,07; \quad (14.33)$$

მუხისათვის

$$k_{\varphi} = 0,0012(\delta + V) - 0,014h - 0,1; \quad (14.34)$$

როცა $e < 0,1$ მმ, ფიჭვისათვის

$$k_{\varphi\mu} = 0,0075(\delta + V) - 0,01h - 0,5; \quad (14.35)$$

მუხისათვის

$$k_{\varphi\mu} = 0,12(\delta + V) - 0,014h - 0,9. \quad (14.36)$$

განივი ფრეზვისას საჭრისის მჭრელი პირის γ' კუთხით დახრისას, K -ს კორექტირება უნდა ვაწარმოთ შემდეგი კოეფიციენტებით:

$$\gamma' = 0^{\circ}; 10^{\circ}; 20^{\circ}; 30^{\circ},$$

$$a_{\rho} = 1; 1,07; 1,25; 1,5.$$

$\Delta\rho$ გამოითვლება ფიჭვისათვის

$$\Delta\rho = 0,0008 \frac{h}{\sin \Theta} \frac{n}{1000} T; \quad (14.37)$$

მუხისათვის

$$\Delta\rho = 0,001 \frac{h}{\sin \Theta} \frac{n}{1000} T. \quad (14.38)$$

Θ , $\cos \Theta$, $\sin \Theta$ კუთხეები და ყველა სხვა ძალური პარამეტრები გაიანგარიშება ისევე, როგორც გრძივი ფრეზვისას.

განივი ფრეზის ამოცანა

მაგალითი. ფიჭვისათვის $\delta = 60^\circ$,

$D = 180$ მმ, $n = 4500$ ბრ/წთ, $V = 42$ მ/წმ, $h = 10$ მმ,

$b = 100$ მ, $U = 9$ მ/წმ, $z = 2$, $\gamma' = 0$.

განვსაზღვროთ N და სხვა ძალური პარამეტრები ბასრი საჭრისით ჭრის დროს:

$$1. \sin \Theta = \sqrt{\frac{h}{D}} = \sqrt{\frac{10}{180}} = 0,24;$$

$$\Theta = 14^\circ; \cos \Theta = 0,97; P_{\text{წ}} = 0,07 \text{ კვ/მმ.}$$

2. განვსაზღვროთ

$$U_z = c = \frac{1000U}{z \cdot n} = \frac{9000}{2 \cdot 4500} = 1 \text{ მმ,}$$

საიდანაც

$$e = U_z \cdot \sin \Theta = 0,24 \text{ მმ.}$$

3. კუთრი წინაღობა წინა წახნაგზე

$$k_{\text{წ}} = 0,0075(60 + 42) - 0,01 \cdot 10 - 0,07 = 0,6 \text{ კვ/მმ}^2.$$

4. საერთო კუთრი წინაღობა

$$K = 0,6 + \frac{0,07}{0,24} = 0,9 \text{ კვ/მმ}^2.$$

5. ჭრის სიმძლავრე

$$N = \frac{KbhU}{60 \cdot 102} = \frac{0,9 \cdot 100 \cdot 10 \cdot 9}{60 \cdot 102} = 1,25 \text{ კვტ.}$$

6. ჭრის ძალა

$$P = \frac{102 \cdot N}{V} = \frac{102 \cdot 1,25}{42} = 3 \text{ კვ.}$$

7. ფაქტიური ძალა უკანა წახნაგზე

$$P_{\text{უკ}} = \frac{(a_p - 0,8)P_{\text{წ}}bz\varphi}{360} = \frac{(1 - 0,8) \cdot 0,07 \cdot 100 \cdot 2 \cdot 28}{360} = 0,6 \text{ კვ.}$$

8. ძალა წინა წახნაგზე

$$P_{\text{წ}} = 2 - 0,6 = 2,4 \text{ კვ.}$$

9. რადიალური ძალა

$$R = \frac{P_{\text{უკ}}}{f} - P_{\text{წ}} \operatorname{tg}(70^\circ - \delta) = \frac{0,6}{2} - 2,4 \operatorname{tg} 10^\circ = -0,1 \text{ კვ.}$$

10. მიწოდების და მასთან ნორმალური ძალა

$$\Theta = 3 \cdot 0,97 - 0,1 \cdot 0,24 = 2,9 \text{ კგ};$$

$$S = 3 \cdot 0,24 + 0,1 \cdot 0,97 = 0,62 \text{ კგ}.$$

სიჩქარეთა გრაფიკის აგება ფრეზისას

მაგალითი. მუშაობა სრულდება CΦ4-4 ჩარხზე.

როცა $\eta_{\text{აგვ}} = 0,9$, $N_{\text{აგვ}} = 2,8$ კვტ, $D = 125$ მმ, $n = 5000$ ბრ/წთ, $\delta = 55^\circ$, $z = 2$.

$$V = \frac{\pi D n}{60000} = 32,7 \text{ მ/წმ}.$$

საჭიროა აიგოს სიჩქარეთა გრაფიკი ფიჭვის დეტალების ჭრისას ბასრი დანებით, როცა

$$h = 1; 1,5; 2; 3 \text{ მმ და } b = 100; 200; 300; 400 \text{ მმ}.$$

1. ვსაზღვრავთ $M = \frac{500}{D} = \frac{500}{125} = 4$ და $Mh = h_1$, ე.ი.

$$h_1 = M \cdot 1 = 4 \text{ მმ}; \quad h_2 = M \cdot 1,5 = 6 \text{ მმ};$$

$$h_3 = M \cdot 2 = 8 \text{ მმ}; \quad h_4 = M \cdot 3 = 12 \text{ მმ}.$$

2. ნახ. 14.2-დან ვსაზღვრავთ

$$\varphi_1 = 10^\circ; \quad \sin \Theta_1 = 0,174;$$

$$\varphi_2 = 12^\circ; \quad \sin \Theta_2 = 0,2;$$

$$\varphi_3 = 14^\circ; \quad \varphi_4 = 18^\circ; \quad \sin \Theta_3 = 0,24; \quad \sin \Theta_4 = 0,31.$$

დანართიდან, ცხრ. 1 (ფრეზვა) და ცხრ. 2

$$h_1 = 1,0 \text{ მმ}, \quad k = 1,0, \quad P = 0,18;$$

$$h_2 = 1,5 \text{ მმ}, \quad k = 1,0, \quad P = 0,19;$$

$$h_3 = 2,0 \text{ მმ}, \quad k = 1,0, \quad P = 0,19;$$

$$h_4 = 3,0 \text{ მმ}, \quad k = 1,0, \quad P = 0,19.$$

3. ყოველი h -ით და b -თი განისაზღვრება $c = U_z$ მნიშვნელობები (იხ. ფორმულა (14.31)):

$$h_1 = 1,0 \text{ მმ}; \quad h_2 = 1,5 \text{ მმ}; \quad h_3 = 2,0 \text{ მმ}; \quad h_4 = 2,0 \text{ მმ};$$

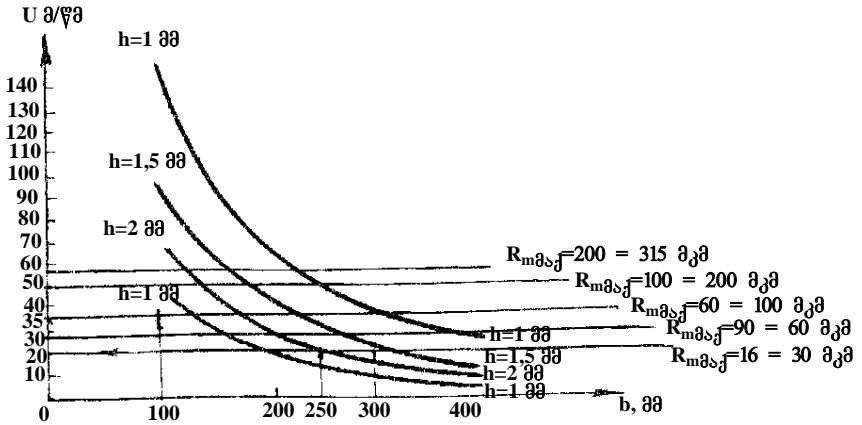
$$c_{100} = 15,3; \quad c_{100} = 9,6; \quad c_{100} = 6,86; \quad c_{100} = 4,66;$$

$$c_{200} = 6,8; \quad c_{200} = 4,1; \quad c_{200} = 2,86; \quad c_{200} = 1,83;$$

$$c_{300} = 3,97; \quad c_{300} = 2,27; \quad c_{300} = 1,48; \quad c_{300} = 0,89;$$

$$c_{400} = 2,56; \quad c_{400} = 1,35; \quad c_{400} = 0,81; \quad c_{400} = 0,42,$$

c-თან ინდექსები გვიჩვენებს ფრეზის b სივანეს.



ნახ. 14.3. სიჩქარეთა გრაფიკის ფრეზისას

ვიცით რა e_1 ; $z=2$ და $n=5000$ ბრ/წთ, ვსაზღვრავთ ყველა შემთხვევისათვის $U = \frac{czn}{1000}$ მ/წთ, ვაგებთ სიჩქარეთა გრაფიკს, გადავზომავთ რა ყოველი h -სთვის აბსცისათა ღერძზე b -ს მნიშვნელობებს, ხოლო ორდინატთა ღერძზე U_N -ის მნიშვნელობებს (ნახ. 14.3). ვიღებთ რა (ცხრ. 8.9) $c = \frac{c_0}{z}$, როცა $D=125$ მმ

და $U_h = \frac{c_h zn}{1000}$, ვღებულობთ პარალელურ წრფეთა რიგს, რომელიც განსაზღვრავს დასაშვები U_h ფრეზის ხარისხს:

- $R_{m\text{მკმ}}=200$ შეესაბამება $U = 55$ მ/წთ;
- $R_{m\text{მკმ}}=150$ შეესაბამება $U = 50$ მ/წთ;
- $R_{m\text{მკმ}}=100$ შეესაბამება $U = 35$ მ/წთ;
- $R_{m\text{მკმ}}=60$ შეესაბამება $U = 27,5$ მ/წთ;
- $R_{m\text{მკმ}}=30$ შეესაბამება $U = 24$ მ/წთ.

14.6. ფრეზვა-კოპირების პროცესი

ფრეზვა-კოპირების პროცესის დროს ნამზადის ბრუნვის ღერძი დანიანი თავის ბრუნვის ღერძის პარალელურია. კოპირება არის განივი და გრძივი (ნახ. 14.4, ა, ბ).

დანიანი თავი ბრუნავს მთავარი მოძრაობის სიჩქარით $V_{\text{ფ}}$ (ნახ. 14.4) და გარდა ამისა მიწოდებას ადგილი აქვს ნამზადის ბრუნვის რადიუსის გასწვრივ.

ნამზადი ბრუნავს მთავარი მოძრაობის სიჩქარეზე ნაკლები სიჩქარით. ამ შემთხვევაში ტრაექტორიები ეპიციკლოიდური, ხრახნული და სპირალური მრუდების კომბინაციაა.

ნახ. 14.4, ა-ზე დანიანი თავის ბრუნვის სიბრტყე მთავარი მოძრაობის სიჩქარით $V_{\text{ფ}}$, ნამზადის ბრუნვის ღერძის პერპენდიკულარულია, რომელიც ბრუნავს საწინააღმდეგო მიმართულებით $V_6 < V_{\text{ფ}}$ სიჩქარით (განივი კოპირება).

ნახ. 14.4, ბ-ზე დანიანი თავის ბრუნვის სიბრტყე მთავარი მოძრაობის სიჩქარით $V_{\text{ფ}}$, ნამზადის ბრუნვის ღერძის პარალელურია, რომელიც ბრუნავს საათის ისრის მიმართულებით $V_6 < V_{\text{ფ}}$ სიჩქარით.

ამ შემთხვევაში მიწოდება ხორციელდება ნამზადის ბრუნვის ღერძის გასწვრივ (გრძივი კოპირება).

განივი კოპირებისას

$$V_{\text{ფ}} = \frac{\pi D_{\text{ფ}} n_{\text{ფ}}}{60}; \quad V_6 = \frac{\pi D_6 n_6}{60} \quad (14.639)$$

ჭრის სიჩქარე $V' = V_{\text{ფ}} + V_6$ და იგი შეიძლება ჩავთვალოთ $\bar{V}_{\text{ფ}}$ -ს ტოლად, რადგანაც V_6 უმნიშვნელოა $V_{\text{ფ}}$ -თან შედარებით.

ასევე შეიძლება უგულებელვყოთ ტრაექტორიის დახრა ხრახნულ ხაზზე კუთხით

$$\varphi = \arctg \frac{V_6}{V'} \approx 0, \quad (14.40)$$

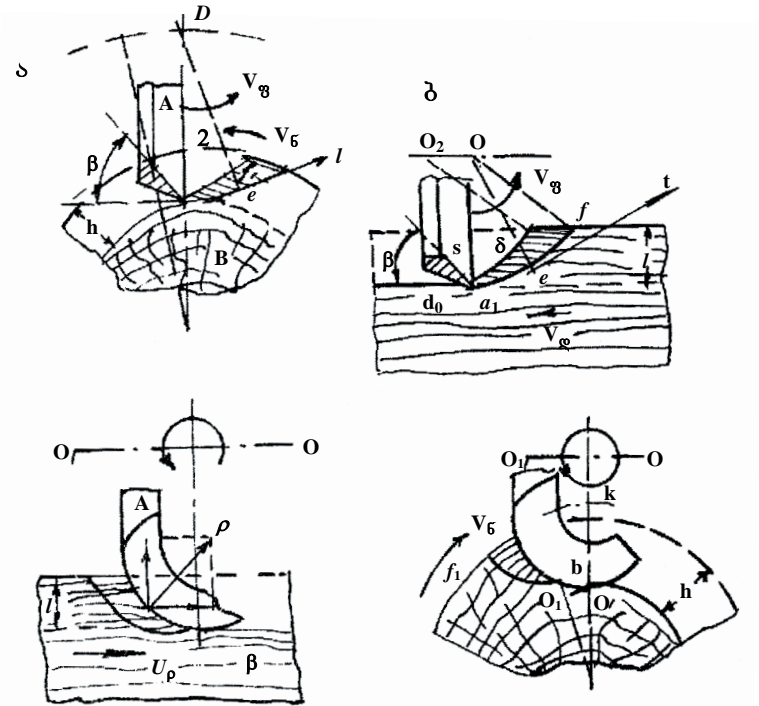
რადგან V_6 გაცილებით ნაკლებია V' -ზე.

ბურბუშელის ნომინალური კვეთები მიიღება ნამგლისებრი ფორმის. უნდა განვასხვაოთ მიწოდება ჭრაზე $U_{\text{ღ}}$ მიმართულებით, რომელიც ტოლია $c_{\text{ღ}}$, მიწოდებისაგან V_6 , რომელიც ტოლია c_6

$$c_g = \frac{1000 \cdot U_g}{n_{\text{გ}} \cdot z},$$

ხოლო

$$c_6 = \frac{1000 \cdot U_6}{n_{\text{გ}} \cdot z}.$$



ნახ. 14.4. ფრეზვა-კოპირების პროცესი: ა - განივი კოპირება; ბ - გრძივი კოპირება

განივი კოპირებისას გრძივი მიწოდების გარეშე საშუალო სიმძლავრე იანგარიშება ფორმულით

$$N = \frac{K(O_1 - O_2)n}{60 \cdot T \cdot 102} \text{ კვტ}, \quad (14.41)$$

სადაც K კუთრი წინაღობაა, კგ/მმ²; O_1 - ნამზადის მოცულობა, სმ³; O_2 - ნაკეთობის მოცულობა, სმ³; n - საჭრისის ბრუნვათა რიცხვი, ბრ/წთ; T - მუშაობის დრო, წთ.

ჭრის საშუალო პირობებისათვის კუთრი წინაღობა K აიღება რბილი ჯიშებისათვის 1-1,5 კგ/მმ², მაგარი ჯიშებისათვის – 1,5-2 კგ/მმ².

განივი ფრეზვისას გრძივი მიწოდებით და გრძივი ფრეზვისას, სიმძლავრე

$$N = \frac{K(O_1 - O_2)U}{L \cdot 102} \text{ კვტ,} \quad (14.42)$$

სადაც L ნამზადის დასამუშავებელი ნაწილის სიგრძეა, მმ; U – გრძივი მიწოდების სიჩქარე, მმ/წმ; K -ს მნიშვნელობებია; რბილი ჯიშებისათვის 1,5 კგ/მმ², განივი ფრეზვისას, 2 – გრძივი ფრეზვისას. მაგარი ჯიშებისათვის 2,25 კგ/მმ² განივი ფრეზვისას, 3 – გრძივი ფრეზვისას.

14.7. ჯაჭვური ფრეზვა

ჯაჭვური ფრეზვა გამოიყენება გამჭოლი ან არაგამჭოლი სწორკუთხა ნახვრეტების მისაღებად კოტებით შეერთებისათვის.

საფრეზავი ჯაჭვის მთავარი მოძრაობაა ბრუნვითი მოძრაობა სინქარით

$$V = \frac{\pi D n}{60000} = \frac{\pi L n}{60000} \text{ მ/წმ,} \quad (14.43)$$

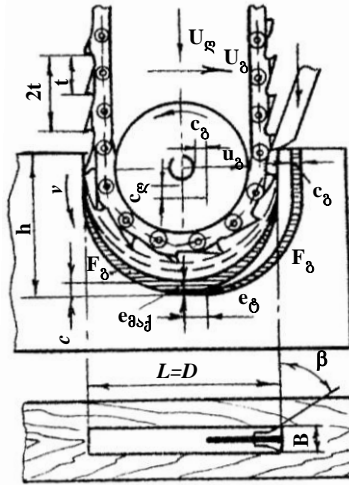
სადაც D საფრეზავი თავის დიამეტრია, მმ (ნახ. 14.5); L – ბუდის სიგრძე (ერთი გავლისას), მმ (იხ. ცხრილი 11).

ბრუნვით მოძრაობასთან ერთად საფრეზავი ჯაჭვი დებულობს თანაბარ ღერძულ გადაადგილებას – მიწოდებას რადიუსის გასწვრივ. ფარდობითი მოძრაობის ტრაექტორია ამ შემთხვევაში არის ციკლოიდა, ჭრის მიმართულება ბოჭკოების მიმართ ყოველთვის იცვლება, ბურბუშელის სისქე $e = c \sin \Theta$. ჭრის ძალა გაიანგარიშება ისე, როგორც დისკური ხერხით ხერხვისას და ფრეზვის შემთხვევაში.

საჭრისზე ღერძული მიწოდება

$$c_{\text{ღ}} = \frac{U}{n z_{\text{ც}}} \text{ მმ,} \quad (14.44)$$

სადაც $z_{\text{ც}}$ არის წამყვანი ვარსკვლავის კბილთა რიცხვი, $z_{\text{ც}} = 4$. ღერძული მიწოდების შემთხვევაში ბურბუშელის სიგრძე



ნახ. 14.5. ჯაჭვური ფრეზვა

$$l_{\text{გ}} = \frac{\pi D}{2} = \frac{\pi L}{2} \text{ მმ}; \quad (14.45)$$

ბურბუშელის სისქე

$$e_{\text{გ}} = c_{\text{გ}} l_{\text{გ}} \text{ მმ}, \quad (14.46)$$

ბურბუშელის საშუალო სისქე ღერძული მიწოდებისას

$$e_{\text{გ,ს}} = \frac{cL}{l_{\text{გ}}} = \frac{2cL}{\pi L} = \frac{2c}{\pi} = 0,64c \text{ მმ}. \quad (14.47)$$

რადგან $e_{\text{გ,ს}} = c_{\text{გ}} \sin \Theta$, ამიტომ $\sin \Theta = 0,64$ და $\theta = 40^\circ$, ხოლო ბოჭკოების გადაკვეთის კუთხე

$$\psi = 90^\circ - \Theta = 50^\circ. \quad (14.48)$$

თუ საჭიროა საფრეზავი თავის სივანეზე მეტი ნახვრეტის მიღება, ნამზადს ანიჭებენ განივ გადაადგილებას. ნახ. 14.5-ზე ნაჩვენებია ჭრა განივი $U_{\text{ბ}}$ მიწოდებით, რომლის დროსაც ბუდის ფორმირებისას მკვეთრად იზრდება საჭირო სიმძლავრე. ამიტომ მუშაობის მძიმე პირობებში რეკომენდებულია საფრეზავი თავის ჩაღრმავება ბუდის ნაპირებთან და შემდეგ შუალედის ფრეზვა გვერდითი მიწოდებით.

საჭრისზე გვერდითი მიწოდება

$$C_{\text{გგ}} = \frac{U_{\text{ბ}}}{nz_{\text{გ}}} \text{ მმ}, \quad (14.49)$$

ბურბუშელის სიგრძე გვერდითი მიწოდებისას

$$l_{\text{ბ}} = \frac{\pi R}{2} + (h - R) \quad \text{მმ}, \quad (14.50)$$

სადაც R საფრეზავი თავის რადიუსია,

$$R = \frac{D}{2} = \frac{L}{2}.$$

ამ შემთხვევაში ბურბუშელის საშუალო სისქე

$$e_{\text{შ}} = \frac{c_{\text{ფ}} h}{\frac{\pi R}{2} + h - R} = c_{\text{შ}} \sin \Theta = c_{\text{შ}} \sin \psi \quad \text{მმ}, \quad (14.51)$$

აქედან

$$\sin \Theta = \sin \psi = \frac{h}{0,57R + h}, \quad (14.52)$$

ე.ი. გვერდითი მიწოდების შემთხვევაში $\theta = \psi$.

საფრეზავი ჯაჭვი შედგება ერთ სახსარზე დამაგრებული ფირფიტებისაგან – კბილებისაგან. 10 მმ-მდე სიგანის ჯაჭვები შედგება 3 ფირფიტისაგან, 12 და 16 მმ სიგანის ჯაჭვები – ხუთი ფირფიტისაგან და 20 და 25 მმ სიგანის ჯაჭვები – 7 ფირფიტისაგან. ჭრაში მონაწილეობს თითოეული ფირფიტის მთავარი და ორი გვერდითი წიბო, ისევე, როგორც დისკური ხერხის დროს გატყეპილი კბილებით. ჯაჭვური ფრეზვა მიეკუთვნება დახურული ჭრის სახეს, ამიტომ გაანგარიშებისას უნდა გავითვალისწინოთ ბურბუშელის განახერხის კედლებზე სახუნის კუთრი წინაღობა

$$K_{\text{ბ}} = \frac{\alpha_{\Delta} h}{b_1} \cdot \frac{i+1}{2} \frac{\text{კმ}}{\text{მმ}^2}, \quad (14.53)$$

სადაც α_{Δ} კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სახუნის ინტენსიურობას, $\alpha_{\Delta} = 0,06$, b_1 – ფირფიტის სიგანე; i – სიგანე ფირფიტების რაოდენობა (ცხრილი 14.1); $\frac{i+1}{2}$ – წყვილი გვერდითი კედლების რიცხვი, რომლებიც წარმოქმნილია ფირფიტებით ბუდის b სიგანეზე.

ჯაჭვური ფრეზვის დროს იჭრება მიკრობურბუშელა, ამიტომ ჭრის საშუალო კუთრი წინაღობა

$$K_b = \frac{(a_p - 0,8)P_{\text{უ}}}{c \sin \Theta} + 8P_{\text{უ}} + k + k_b \frac{\text{კმ}}{\text{მმ}^2}. \quad (14.54)$$

იმისათვის, რომ განესაზღვროთ K_b , ღერძული მიწოდების დროს (14.54) ფორმულაში უნდა ჩავსვათ $e_{\text{ღ.ს.}}$ -ის მნიშვნელობები (14.47) ფორმულიდან და ψ -ს მნიშვნელობები (14.48) გამოსახულებიდან, ხოლო გვერდითი მიწოდების დროს K_b -ს განსაზღვრისათვის საჭიროა (12.54) გამოსახულებაში ჩავსვათ $e_{\text{გვ}}$ და $\sin \Theta$ (14.51) და (12.52) გამოსახულებებიდან. ჭრის საშუალო წრიული ძალა ღერძული მიწოდებისას

$$P_{\text{ღ}} = \frac{K_{\text{ღ}} b D U_{\text{ღ}}}{60\nu} \text{ კმ}; \quad (14.55)$$

გვერდითი მიწოდებისას

$$P_{\text{ფ}} = \frac{K_{\text{ფ}} b h U_{\text{ფ}}}{60\nu} \text{ კმ}. \quad (14.56)$$

ჭრის სიმძლავრე შესაბამისად

$$N_{\text{ღ}} = \frac{P_{\text{ღ}} \nu}{120} \text{ კვტ}; \quad (14.57)$$

$$N_{\text{ფ}} = \frac{P_{\text{ფ}} \nu}{102} \text{ კვტ}. \quad (14.58)$$

ჯაჭვური ფრეზის დროს დამუშავების რეჟიმები შემდეგია:

$$\nu = 4 \dots 10 \text{ მ/წმ}; \quad U_{\text{ღ}} = 0 \dots 3,6 \text{ მ/წმ}; \quad U_{\text{ფ}} = (0,5 \dots 0,7) U_{\text{ღ}}$$

(მიწოდების სიჩქარის უმცირესი მნიშვნელობა აიღება მაგარ ჯიშებში ღრმა ბუდეების ამოღების დროს).

საფრეზავი თავის ძირითადი ზომები მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში.

ცხრილი 14.1

საფრეზავი თავის ზომები

პარამეტრების დასახელება	ზომები					
საფრეზავი ჯაჭვის სისქე (ბუდის სიგანე b), მმ	8	10	12	16	20	25
ბუდის უმცირესი სიგრძე L (საფრეზავი თავის დიამეტრი), მმ	40	40	60	40	60	40
		60	70	60	60	
ბუდის უდიდესი სიღრმე h , მმ	100	125	125	160		
	125	160	160	160		
ჯაჭვის b სიგანეზე ფირფიტების რიცხვი	3	3	5	5	5	7
			5	5	7	7

არაგამჭოლი ფრეზის დროს ბუდის ფუძე მომრგვალებულია. ფუძეზე წარმოიქმნება ტალღები ფრეზის დროს, ხოლო გვერდით ზედაპირებზე კაწრულები. მერქნის ატკეჩის თავიდან ასაცილებლად საჭრისის მერქნიდან გამოსვლის ადგილზე კეთდება საყრდენი, რომელიც აწევა $P_{აქს}$ -ზე მეტი ძალით.

მაგალითი. მოცემულია $n = 3000$ ბრ/წთ; $D = 2R = 60$ მმ; საფრეზავი ჯაჭვების კბილების ბიჯი $t = 22,6$ მმ; ჭრის კუთხეები - $\delta = 70^\circ$; $\alpha = 15^\circ$; $\beta = 55^\circ$; $U_{\text{ღ}} = 20$ მმ/წმ; $a_p = 1$; $z_3 = 4$; $h = 70$ მმ;

$$b = 12 \text{ მმ}; b_1 = \frac{b}{i} = \frac{12}{3} = 4. \text{ წიში - ფიჭვი.}$$

განისაზღვროს ჭრის ძალები და სიმძლავრე საფრეზავი თავის ღერძული მიწოდებისას.

ამოხსნა:

1. ჭრის სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D n}{60000} = \frac{2,14 \cdot 60 \cdot 3000}{60000} = 9,42 \text{ მ/წმ.}$$

2. მიწოდება საჭრისზე

$$c_{\text{ღ}} = \frac{60 U_{\text{ღ}}}{z_3 \cdot n} = \frac{60 \cdot 20}{4 \cdot 3000} = 0,1 \text{ მმ.}$$

ბურბუშელის საშუალო სისქე

$$c_{\text{ღ}} = c_{\text{ღ}} \cdot \sin \Theta = 0,1 \cdot 0,64 = 0,064 < 0,1 \text{ მმ,}$$

სადაც $\Theta = 40^\circ$.

ბურბუშელის სიგრძე

$$l_{\text{ღ}} = \frac{\pi D}{2} = \frac{3,14 \cdot 60}{2} = 94,2 \text{ მმ.}$$

3. საჭრისის უკანა ზედაპირზე ფაქტიური კუთრი ჭრის ძალა

$$P_{\gamma} = 0,16 + 0,0036\nu = 0,34 \text{ კგ/მმ,}$$

სადაც

$$\nu = 90^\circ - \Theta = 90^\circ - 40^\circ = 50^\circ.$$

4. საჭრისის წინა ზედაპირზე ფაქტიური საშუალო პირობითი წნევა

$$k = (0,02 + 0,0004\nu)\delta + (0,007 + 0,00015\nu)(90^\circ - \nu) - \\ -(0,55 + 0,017\nu) = (0,02 + 0,0004 \cdot 50)70 + (0,007 + 0,00015 \cdot 50) \times \\ \times (90 - 6) - (0,55 + 0,017 \cdot 50) = 2,62 \text{ კგ/მმ}^2.$$

5. გვერდით კედლებზე სახუნის კუთრი წინაღობა

$$k_b = \frac{\alpha_A h}{b_1} \cdot \frac{(i+1)}{2} = \frac{0,06 \cdot 70}{4} \cdot \frac{3+1}{2} = 2,1 \text{ კგ/მმ}^2.$$

6. ჭრის საშუალო პირობითი წნევა, როცა $e_g < 0,1$ მმ

$$K_m = \frac{(a_p - 0,8)P_{\text{უ}}}{e_g} + 8P_{\text{უ}} + k + k_b = \frac{(1-0,8) \cdot 0,34}{0,064} +$$

$$+ 8 \cdot 0,34 + 2,62 + 2,1 = 8,5 \text{ კგ/მმ}^2.$$

7. ჭრის სიმძლავრე

$$N_g = \frac{K_g b D U_g}{102 \cdot 1000} = \frac{8,5 \cdot 12 \cdot 60 \cdot 20}{102 \cdot 1000} = 1,2 \text{ კმმ}.$$

8. ჭრის საშუალო მხები ძალა

$$P_g = \frac{102 N_g}{v} = \frac{102 \cdot 1,2}{9,42} = 13 \text{ კგ}.$$

9. საჭრისის უკანა ზედაპირზე ჭრის საშუალო ძალა

$$P_{\text{უგ}} = P_{\text{უ}} (a_p - 0,8) \frac{e_g}{t_x} b = 0,34 \cdot 0,2 \frac{94,2}{22,6} \cdot 12 = 3,4 \text{ კგ}.$$

10. საჭრისის წინა ზედაპირზე ჭრის საშუალო ძალა

$$P_{\text{წ}} = P_g - P_{\text{უგ}} = 13 - 3,4 = 9,6 \text{ კგ}.$$

11. რადიალური ძალა

$$R = 0,5 P_{\text{უგ}} a_p - P_{\text{წ}} \text{tg}(90^\circ - \delta - \psi_b) = 0,5 \cdot 3,4 \cdot 1 -$$

$$- 9,6 \text{tg}(90^\circ - 70^\circ - 15^\circ) = 0,73 \text{ კგ}.$$

12. მიწოდების ძალა

$$Q = P_g \cos \Theta + R \sin \Theta = 13 \cdot 0,77 + 0,73 \cdot 0,64 = 10,47 \text{ კგ}.$$

13. ნორმალური ძალა

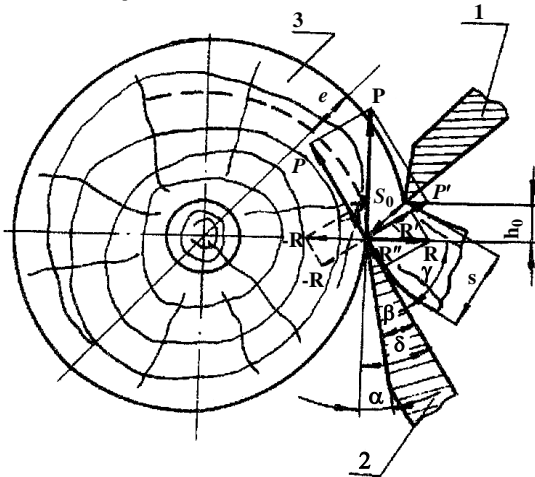
$$S = P_g \sin \Theta - R \cos \Theta = 13 \cdot 0,64 - 0,73 \cdot 0,77 = 7,76 \text{ კგ}.$$

თა80 XV

ახლა

ახლა არის ერთი და იგივე სისქის უწყვეტი ბურბუშელის მოჭრის პროცესი, რომელიც მიიღება ნამზადის ბრუნვისას დანის განივი (რადიალური) მიწოდების დროს.

ახლა ხორციელდება ფანერასახედელ ჩარხზე, რომლის სქემა მოცემულია ნახ. 15.1-ზე.



ნახ. 15.1. ახლის სქემა: 1 – მომჭიმი სახაზავი;
2 – დანა; 3 – ბურბუშელა.

ამ შემთხვევაში მოიხსნება თანაბარი e სისქის შპონი. შპონის ახლა ხორციელდება მერქნის ჰიდროთერმული დამუშავებით და ბურბუშელის მოხსნას თან ახლავს მისი მოჭიმვა სპეციალური მომჭიმი სახაზავით (ნახ. 15.1).

მანძილი საჭრისის პირსა და მომჭიმ სახაზავს შორის რადიალური მიმართულებით შეადგენს ფაქტიურად მოხსნილი შპონის სისქის 0,75-ს. დანის ალესვის კუთხე შეადგენს 16-20°-ს, ჭრის უკანა კუთხე კი 1-3°.

მერქანში დანის ფარდობითი მოძრაობის ტრაექტორია ამ შემთხვევაში წარმოადგენს არქიმედის სპირალს, რომლის განტოლებაა

$$R = a\varphi, \quad (15.1)$$

სადაც R მოცემულ წერტილში კოტრის რადიუსია (რადიუს-ვექტორი); a – პროპორციულობის კოეფიციენტი, რომელიც შპონის S_0 სისქის ტოლია; φ – მიმდინარე პოლარული კუთხე რადიანებში.

$$\varphi = \frac{1}{Z \cdot 2\Pi}, \quad (15.2)$$

სადაც Z არის სპირალის ხვიათა რიცხვი $\left(\frac{R}{S_0}\right)$.

როდესაც შპონის ჭრა წარმოებს ასახდელი დანით (ნახ. 15.1) მაშინ P'' და R'' ძალების მოქმედებით ხდება მერქნის შეკუმშვა (თელვა) ბოჭკოების პერპენდიკულარული მიმართულებით, ხოლო P' და R' ძალებით – მერქნის ელემენტების მოხლეჩა ბოჭკოების სიბრტყეში მათი სიგრძის პარალელურად და საჭრისის მჭრელი პირის წინ წარმოიქმნება წინმსწრები ბზარი. ბზარის მიმართულება არ ემთხვევა ჭრის მიმართულებას, რის გამოც მიიღება მქისეზუდაპირიანი შპონი. ახდის პროცესში შპონის ქვედა მხარე გაჭიმულია უმცირესი ბზარები და შპონი ტყდება. ამის თავიდან ასაცილებლად გამოიყენება მომჭიმი სახაზავი.

ალესვის კუთხე $\beta = 16 - 20^\circ$; ჭრის კუთხე $\alpha = 1 - 3^\circ$; დანის სიგრძე L , ახდისას $L = 850 \dots 2700$ მმ. ანათალი ფანერასახდელი ჩარხით $L = 3610 - 3750$ მმ, ფიცარსაჭრელი ჩარხით $L = 740$ მმ, დანის სისქე შემდეგ ზღვრებში იცვლება; $S = 15 \dots 22$ მმ. მომჭიმი სახაზავის სიგრძე უნდა იყოს შესაბამისი დანის სიგრძის ტოლი.

სისქე კი იცვლება ზღვრებში $S = 12 \dots 16$ მმ, მოჭიმვის სიდიდე განისაზღვრება დანის მჭრელი პირის და სახაზავის წიბოს შორის ღრეწოთი S_0 .

მომჭიმვის სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით

$$\Delta = \frac{e - S_0}{e} \cdot 100\%, \quad (15.3)$$

სადაც e შპონის სისქეა, მმ.

რეკომენდებულია მოჭიმვის და ტემპერატურის შემდეგი სიდიდეები შპონის სხვადასხვა სისქის დროს (ცხრ. 15.1).

e , მმ	$\leq 0,8$	$\leq 1,5$	$\leq 2,5$	$> 2,5$ მეტი
Δ , %	10-20	16-20	21-25	26-30
t°	20-25	25-35	25-35	35-45

ჭრის საშუალო სიჩქარე ახდისას $V_b = 0,2-1$ მ/წმ; რანდვისას $V_b = 0,25$ მ/წმ; ფიცარსაჭრელი ჩარხის ($V = 2,2$ მ/წმ) ჭრის საშუალო სიჩქარე

$$V_b = \frac{\pi n(D_d + D_g)}{2} \text{ მ/წმ,} \quad (15.4)$$

სადაც D_d კუნძის დიამეტრია, მ; D_g – ფანქრის დიამეტრი, მ.

კუნძის დაუშლელი ნაწილი არის ფანქარი და წარმოადგენს ნარჩენს.

მიწოდების სიჩქარე

$$U = \frac{e \cdot n}{60 \cdot 1000} = \text{const მ/წმ.} \quad (15.5)$$

ჭრის მყისი სიჩქარე

$$V_\varphi = \frac{\pi D_\varphi n}{1000 \cdot 60} \text{ მ/წმ,} \quad (15.6)$$

სადაც

$$D_\varphi = D_d - \frac{e\varphi}{180^\circ},$$

ე.ი. D_φ განუწვევებელი მცირდება φ კუთხის გაზრდით.

გახურების ტემპერატურა მერქნისათვის კოტრის ახდისას ტოლია $20-45^\circ\text{C}$, რანდვისას $50-60^\circ\text{C}$, ფიცრების უნახერხოდ ჭრისას $90-100^\circ\text{C}$. მოჭიმვის სიდიდის გავლენა ზედაპირის სიმკისეზე მოცემულია 15.2 ცხრილში.

ტემპერატურის გავლენა ზედაპირის სისუფთავის კლასზე

$t =$	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C
$R_{m\text{აკ}}$	200-315	200-315	200-315	100-200	100-200	100-200

ექსპერიმენტული კვლევებით მიღებულია კუთრი წინაღობის (K) შემდეგი მნიშვნელობები:

მოჭიმვის სიდიდის გავლენა ზედაპირის სიმქისეზე

Δ, %	e = c/მმ			
	<1-მდე R _{მმ,ქ}	≤1,2-მდე R _{მმ,ქ}	≤1,5-მდე R _{მმ,ქ}	≤2-მდე R _{მმ,ქ}
5	200-315	200-315	200-315	200-315
10	200-315	200-315	200-315	200-315
15	100-200	200-315	200-315	200-315
20	100-200	100-200	200-315	200-315
25	60-100	100-200	100-200	200-315
30	100-20	100-200	100-200	100-200

არეისათვის:

$$K = (0,15 - 0,0015t) + (0,016 - 0,00012t)\Delta + \frac{a_p(0,24 - 0,002t)}{c}; \tag{15.7}$$

მუხისათვის:

$$K = (0,25 - 0,0025t) + (0,027 - 0,00021t)\Delta + \frac{a_p(0,4 - 0,005t)}{c}; \tag{15.8}$$

წიფლისათვის

$$K = (0,22 - 0,0021t) + (0,023 - 0,00017t)\Delta + \frac{a_p(0,34 - 0,003t)}{c}, \tag{15.9}$$

სადაც a_p დაბლაგვების კოეფიციენტია.

მხები ძალა P კოტრის L სიგრძეზე

$$P = KcL. \tag{15.10}$$

ჭრის სიმძლავრე

$$N = \frac{PV_{სმ,ჭ}}{102} \text{ კგ}, \tag{15.11}$$

$$N = N_{სმძ} \cdot \eta_{სმძ}, \tag{15.12}$$

სადაც $\eta_{სმძ} = 0,6 - 0,75$.

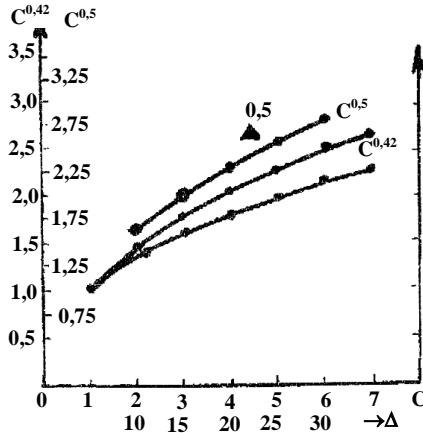
რადიალური (R) არეისათვის, როცა $t = 20^\circ$

$$R = L \left[\frac{0,125}{c^{0,42}} - 0,2 + 0,185 \cdot (\Delta c)^{0,5} \right] \text{ კგ}. \tag{15.13}$$

ნახ. 15.2-ზე მოცემულია $c^{0.42}$, $c^{0.5}$ და $\Delta^{0.5}$ მნიშვნელობების გამოსათვლელი გრაფიკი. სხვა ტემპერატურების შემთხვევაში R -სთვის უნდა შემოვიტანოთ შესწორების კოეფიციენტი

$$t^\circ = 10; 20; 30; 40; 50; 60,$$

$$a_t = 1,1; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6.$$



ნახ. 15.2. $C^{0.42}$, $C^{0.5}$ და $\Delta^{0.5}$ -ის გამოსათვლელი გრაფიკი

შესწორების კოეფიციენტი a_{η} უნდა გავითვალისწინოთ სხვა ჯიშებისთვისაც.

კედრისათვის $a_{\eta} = 0,8$; არყისათვის $a_{\eta} = 1,0$; წიფლისათვის $a_{\eta} = 1,3$; მუხისათვის $a_{\eta} = 1,7$.

მიწოდების ძალა $Q = R$ კვ.

მომჭიმ სახაზავზე მოქმედებს შემდეგი მხები ძალები: არყისათვის

$$P' = (0,016 - 0,00012t)\Delta cL \text{ კვ}; \quad (15.14)$$

წიფლისათვის

$$P' = (0,023 - 0,00017t)\Delta cL \text{ კვ}; \quad (15.15)$$

მუხისათვის

$$P' = (0,027 - 0,0002t)\Delta cL \text{ კვ}. \quad (15.16)$$

არყისათვის რადიალური ძალა, როცა $t = 20^\circ C$ ტოლია

$$R = 0,185(\Delta C)^{0.5} L \text{ კვ}. \quad (15.17)$$

სხვა ჯიშებისათვის და სხვა ტემპერატურის პირობებში უნდა
ვისარგებლოთ შესწორების a_i და a_3 კოეფიციენტებით.

გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ფიცარსაჭრელ ჩარხზე
ფიჭვისათვის

$$K = 0,025 + \frac{0,13}{c}; \quad (15.18)$$

ვერხვისათვის

$$K = 0,027 + \frac{0,135}{c}; \quad (15.19)$$

არყისათვის

$$K = 0,041 + \frac{0,14}{c}. \quad (15.20)$$

თა80 XVI

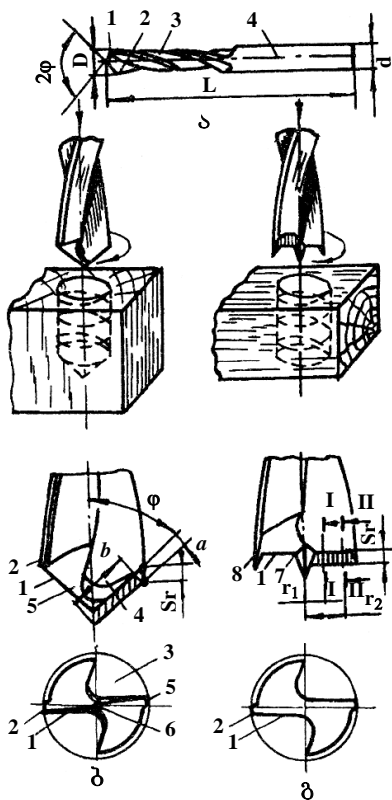
ბურღვა

ბურღვის პროცესის არსი მდგომარეობს ინსტრუმენტის (ბურღის) ცილინდრული ტანის ტორსზე განლაგებული საჭრისებით ჭრაში, რომელიც მუშაობს დროს მერქანში შემოწვრს ხრახნულ ზედაპირს.

ბურღვის დროს მთავარი მოძრაობაა ბურღის ბრუნვითი მოძრაობა. მიწოდების მექანიზმით კი მბრუნავი ბურღი გადაადგილდება ბრუნვის ღერძის გასწვრივ უძრავი ნამზადის მიმართ ან ნამზადი მიეწოდება ბურღს.

ბურღს (ნახ. 16, ა) აქვს ბოლო 4, რომლითაც იგი მაგრდება ჩარხის მუშა შპინდელში. მუშა ნაწილში ტორსზე არის მჭრელი ელემენტი 1, ხოლო გვერდით ზედაპირზე – მიმმართველი ღარაკი 2, ეს უკანასკნელი განკუთვნილია ჭრის ზონიდან ბურბუშედის გამოსასვლელად. ბურღის გვერდითი (ცილინდრული) ზედაპირი დამუშავებულია გარკვეულ სიღრმეზე ვიწრო ლენტის 3 მიმართ, რომლითაც იგი ბაზირდება ნახვრეტის ფორმირებულ ზედაპირზე.

მერქნის ბოჭკოების მიმართ ნახვრეტის ღერძის მდებარეობის მიხედვით განარჩევენ გრძივ (დეტალის ტორსზე) (ნახ. 16, ბ) და განივ (დეტალის ფენობზე) (ნახ. 16, გ) ბურღვას, რის მიხედვითაც ბურღის კონსტრუქციას წაყენება გარკვეული მოთხოვნები. გრძივი ბურღვისას მთავარი მჭრელი პირის მოთავსება ინსტრუმენტის ტორსზე ბრუნვის ღერძის პერპენდიკულარულ სიბრტყეში სასურველი არ არის. მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნას ბურღი მჭრელი ნაწილის კონუსური ალესვით (ნახ. 16, ბ), სადაც მჭრელი პირი 1 დახრილია ბრუნვის ღერძის მიმართ φ კუთხით (სტანდარტული ბურღებისათვის $2\varphi=85^\circ$) და მუშაობის დროს ასრულებს განივ-ტორსულ ჭრას. ბურღის საჭრისის 4 წინა ზედაპირი არის ღარების 3 ხრახნული ზედაპირი, უკანა ზედაპირი 5 კონუსური ზედაპირის ნაწილია. ბურღის მთავარი მჭრელი პირი 1 შეიძლება ჩავთვალოთ სწორხაზობრივად. უკანა ზედაპირების გადაკვეთის შედეგად მიიღება საჭრისის მჭრელი პირი 6, რომელსაც ზღუდარი ეწოდება.



ნახ. 16. ბურღვის სქემა: ა - ბურღვის კონსტრუქცია; ბ - გრძივი ბურღვისა და მჭრელი ნაწილის სქემა; გ - განივი ბურღვისა და მჭრელი ნაწილის სქემა

საჭრის მთავარი მჭრელი პირი კონუსური ალესვით ნახვრეტის ძირითად ჭრის ფენას, რომლის ზომები ბურღვის ღრმის გასწვრივ ერთ საჭრისზე მიწოდების ტოლია.

მუშაობის დროს 1-2 უბანზე მონაწილეობას ღებულობს დამხმარე მჭრელი ნაწილი, რომელიც მიიღება წინა ზედაპირისა და ლენტის 2 გადაკვეთით, მისი დახმარებით ფორმირდება ნახვრეტის ზედაპირი.

განივი ბურღვისას ბურღვის ელემენტების მუშაობის პირობები განსხვავებულია. ამ შემთხვევაში მიზანშეწონილია მთავარი მჭრელი პირის მოთავსება ბრუნვის ღრმის მიმართ პერპენდიკულარულ სიბრტყეში, რომლის დროსაც სრულდება უმეტესად

განივ-გრძივი ჭრა. განივი ბურღვისას გვერდითი მჭრელი პირის მუშაობის პირობები განსაკუთრებით მძიმეა. მერქნის ბურღვისას ფენობსა და გვერდით ნაწიბურებში იქმნება მიწოდების მიმართულებიდან ბურღის ღერძის გადახრის საშიშროება, რაც, თავის მხრივ, გამოიწვევს ოპერაციის შესრულების სიზუსტის შემცირებას. ამიტომ ამ შემთხვევაში ბურღი ადჭურვილი უნდა იქნას მაცენტრებელი ელემენტებით. ასეთ პირობებს პასუხობს სტანდარტული სპირალური ბურღი მიმართველი ცენტრით და შემომჭრელებით. განივი ბურღისათვის გამოყენებულ ინსტრუმენტს (ნახ. 16, გ) აქვს მთავარი მჭრელი პირი 1, რომელიც მოთავსებულია ბრუნვის ღერძის პერპენდიკულარულ სიბრტყეში, მიმართველი ცენტრი 7, რომელიც უზრუნველყოფს ბურღის დამატებით დაცენტრებას და შემომჭრელი 8.

ბურღვისას ჭრის სიჩქარე დამოკიდებულია მჭრელი პირის განსახილველი წერტილის რადიუსზე, კერძოდ, V_1 კვეთაში I-I წერტილისათვის, რომელიც ბრუნვის ღერძიდან დაშორებულია r_1 რადიუსით, ხოლო V_2 კვეთაში – II-II წერტილისათვის, რომელიც ბრუნვის ღერძიდან დაშორებულია r_2 რადიუსით.

მთავარი (ბრუნვითი) მოძრაობის სიჩქარე

$$V = \frac{\pi D n}{60000} \text{ მ/წმ} \quad (16.1)$$

მაქსიმალურია წრეხაზის D დიამეტრზე (ნახ. 16, ა) და $V = 0$ ცენტრთან. ამიტომაც გაანგარიშებებში მიიღება საშუალო სიჩქარე

$$V_{\text{საშ}} = \frac{\pi D n}{2 \cdot 60000} \text{ მ/წმ}. \quad (16.2)$$

მიწოდების სიჩქარე ბურღის ღერძის გასწვრივ

$$U = \frac{c z n}{60 \cdot 1000} \text{ მ/წმ}, \quad (16.3)$$

სადაც z ბურღის ტორსზე მჭრელ პირთა რიცხვია და c – მიწოდება ერთ ჭრაზე. ნომინალური ბურბუშეელის სისქე $e - c$. რადგან $U \perp V$, მიწოდების სიჩქარე U გაცილებით ნაკლებია ჭრის სიჩქარეზე (V).

ბურბუშეელის განივკვეთი

$$f = \frac{D}{2} c \text{ მმ}^2. \quad (16.4)$$

ჭრის ძალა

$$P = Kf = K \frac{D}{2} c \text{ კგ.} \quad (16.5)$$

ჭრის სიმძლავრე

$$N = \frac{P \cdot V_{\text{საშ}}}{102} \text{ კმტ.} \quad (16.6)$$

მიწოდების ძალა ღერძის მიმართულებით გამოითვლება ემპირიული ფორმულით

$$Q = (0,25 + 0,07D)P \text{ კგ.} \quad (16.7)$$

ერთი შემობრუნებისას ტორსული მჭრელი პირით ჭრის პროცესი გადადის განივიდან # გრძივზე ||, შემდეგ გრძივიდან || განივზე # და ა.შ. (ნახ. 16, ბ. გ). მიმჭრელიც ერთი შემობრუნებისას იცვლის ჭრის მიმართულებას ტორსულიდან ⊥ განივზე # და შემდეგ ისევ ტორსულზე და ა.შ.

პროცესის სირთულის მიუხედავად, მიმართველი ცენტრის, მიმჭრელების, ტორსული დანების, რომლებიც ახორციელებენ ჭრას სხვადასხვა მიმართულებით, ბურღისას ადგილი აქვს საერთო კანონზომიერების მართებულებას და ჭრის კუთრი წინაღობა გამოითვლება ფორმულით

$$K = k + \frac{a \rho P_{\text{ჟ}}}{c} \text{ კგ/მმ}^2, \quad (16.8)$$

სადაც k ჭრის საშუალო დაწნევაა წინა წახნაგზე; a_d – დაბლაგვების კოეფიციენტი; c – მიწოდების სიდიდე; $P_{\text{ჟ}}$ – ჭრის კუთრი ძალა უკანა წახნაგზე.

ცენტრული ბურღისათვის k და $P_{\text{ჟ}}$ -ს მნიშვნელობები მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში (ცხრილი 16).

ცხრილი 16

k და $P_{\text{ჟ}}$ -ს მნიშვნელობები ცენტრული ბურღისათვის

D, მმ	ფიჭვი		არყი		მუხა		შენიშვნა
	k	$P_{\text{ჟ}}$	k	$P_{\text{ჟ}}$	k	$P_{\text{ჟ}}$	
5	15,6	6,3	27	11	37,5	15	ხრახნული ბურღისათვის $k_{\text{ხრ}} = 1,5 K_{\text{ცენტ}}$ ბურღის სიღრმე არის 10D
10	4,5	1,7	7,1	2,0	10	4	
15	2,0	0,8	3,4	1,4	5	1,8	
20	1,4	0,6	2,3	1,0	3,5	1,3	
25	1,0	0,4	1,7	0,7	2,5	1,0	
30	0,8	0,3	1,2	0,5	1,8	0,7	

V, N და Q -ს განსაზღვრა ბურღვისას

მოცემულია: ცენტრალური ბურღის დიამეტრი $D=20$ მმ;
 $n=3500$ ბრ/წთ; ჯგიში – მუხა; $z=1$; $U=1$ მ/წთ.

მიწოდება ჭრაზე

$$c = \frac{1000 \cdot U}{zn} = \frac{1000 \cdot 1}{1 \cdot 3500} = 0,3 \text{ მმ.}$$

ჭრის კუთრი წნევა

$$K = k + \frac{P_{\text{წ}}}{c} = 3,5 + \frac{1,3}{0,3} = 7,8 \text{ კგ/მმ}^2.$$

ჭრის ძალა

$$P = K \frac{D}{2} c = 7,8 \cdot \frac{20}{2} \cdot 0,3 = 23,4 \text{ კგ.}$$

ჭრის სიმძლავრე

$$N = \frac{PV_{\text{ბსწ}}}{102} = 23,4 \cdot \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 3500}{102 \cdot 2 \cdot 60000} = 0,42 \text{ კვტ.}$$

მიწოდების ძალა

$$Q = (0,25 + 0,07 \cdot 20) \cdot 23,4 = 39 \text{ კგ.}$$

ხრახნული ბურღის შემთხვევაში, როდესაც $z=2$:

$$c = \frac{1000 \cdot 1}{2 \cdot 3600} = 0,15 \text{ მმ;}$$

$$K = 1,5 \left(3,5 + \frac{1,3}{0,15} \right) = 18 \text{ კგ/მმ}^2,$$

$$P = 18 \cdot \frac{20}{2} \cdot 0,15 \cdot 2 = 54 \text{ კგ;}$$

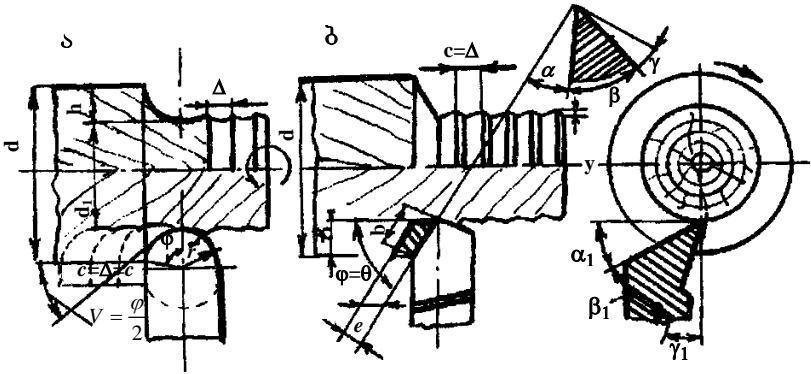
$$N = \frac{PV_{\text{ბსწ}}}{102} = 1 \text{ კვტ;}$$

$$Q = (0,25 + 0,07 \cdot 20) \cdot 54 = 90 \text{ კგ.}$$

თაზო XVII

ხარატება

ხარატება ჭრის პროცესია, როდესაც ნამზადის (საჭრის) ბრუნვისას საჭრისი (ნამზადი) მიეწოდება ღერძული ან განივი მიმართულებით.



ნახ. 17. ღერძული ხარატება გრძივი მიწოდებით:
 ა - შავად ხარატება; ბ - სუფთა ხარატება

ღერძული ხარატება ხასიათდება ნამზადის ბრუნვითი მოძრაობით, მიწოდება კი ხორციელდება ბრუნვის ღერძის გასწვრივ. ღერძული მიწოდებისას მიღებული ხრახნული ტიპისაა, განივი მიწოდებისას კი სპირალური.

ხარატება არის შავად და სუფთა. შავად ხარატების დროს გამოიყენება საჭრისები მომრგვალებული პირით (ნახ. 17, ა), სუფთა ხარატების დროს - ირიბი მჭრელი პირით (ნახ. 17, ბ). დასამუშავებელი მასალის მიწოდება ხორციელდება ხელით ან სუპორტით. ღერძული გრძივი ხარატების დროს საჭრისის მჭრელი პირი სახარატო ცენტრის დონეზეა, საჭრისი კი გადაადგილდება დეტალის ბრუნვის ღერძის გასწვრივ.

ხარატებისას მოთხოვნილი სისუფთავეა $R_{m\alpha\beta} = 100 - 30$ მკმ და მიიღება ბრუნვაზე $\Delta = c < 0,8$ მმ მიწოდებისას.

იმის გამო, რომ დამუშავებისას h ნამეტი საკმაოდ დიდია, ჯერ ახორციელებენ შავად ხარატებას, მოხსნიან სქელ ფენას,

რისთვისაც გამოიყენება მომრფვალებული საჭრისები $r=10-30$ მმ რადიუსით. ამ შემთხვევაში $e=c\sqrt{\frac{h}{2r}}$ ნაკლებია h ნამეტზე. სწორხაზოვანი მჭრელი პირის შემთხვევაში $e=h$, ამიტომ წარმოიქმნება ამონავლევები და ანატკენები საჭრისის გვერდით წიბოებთან.

ძირითადი მონაცემები შავად და სუფთად ხარატებისას მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში (ცხრილი 17).

ცხრილი 17

შავად ხარატება (ნახ. 17, ა)	სუფთად ხარატება (ნახ.17, ბ)
1	2
<p>1. საჭრისის გეომეტრია $\alpha = 10-12^\circ$, $\delta = 45^\circ$</p> <p>2. მიწოდება $\Delta = c$ მმ/ბრ $\Delta = c = \frac{1000U}{n}$ (რეკომენდებულია $c = 1,6-2$ მმ)</p>	<p>$\alpha = 10-12^\circ$, $\delta = 35-50^\circ$ რეკომენდებულია $\delta = 45^\circ$ $\Delta = c = \frac{1000U}{n}$ (რეკომენდებულია $c < 0,8$ მმ) $R_{მაჰ} = 100-200$ მკმ-დან $R_{მაჰ} = 30-60$ მკმ-მდე მისაღებია საჭრისის დაბლა-გვებაზე დამოკიდებულებით</p>
<p>3. ნამეტი h, მმ $h = 2-5$</p>	<p>$h = 0,25-3$</p>
<p>4. ბურბუშელის სისქე e, მმ $a = c\sqrt{\frac{h}{2r}}$ სადაც მმ $r = 10-20$ $\sin \Theta = \sqrt{\frac{h}{2r}}$</p>	<p>$e = \Delta \sin \Theta = c \sin \Theta$</p>
<p>5. მჭრელი პირის სიგრძე b, მმ $B = l = \sqrt{hD}$</p>	<p>$b = \frac{h}{\sin \Theta}$</p>
<p>სადაც l კონტაქტის რკალის სიგრძეა, მმ</p>	

1	2												
<p>6. ჭრის საშუალო სიქარე V_b, მ/წმ</p> $V_b = \frac{\pi(d+d_1)n}{2 \cdot 60 \cdot 1000},$ <p>სადაც d ნამზადის დიამეტრია, მმ; d_1 – დეტალის დიამეტრი, მმ</p> <p>7. ჭრის კუთხის წინაღობა</p> $K = k + \frac{a_\varphi P_\gamma}{\Delta}$ <p>P_γ კგ/მმ და k კგ/მმ²-ს მნიშვნელობები</p> <table border="0" data-bbox="179 638 448 957"> <tr> <td></td> <td>P_γ</td> <td>k</td> </tr> <tr> <td>ფიჭვის</td> <td>0,35</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>არყი</td> <td>0,55</td> <td>2,1</td> </tr> <tr> <td>მუხა</td> <td>0,75</td> <td>2,8</td> </tr> </table> <p>P_γ კგ/მმ მნიშვნელობები</p> <p>8. ჭრის ძალა P, კგ</p> $P = Kch = 500(d - d_1) \frac{u}{n}$ <p>9. ჭრის სიმძლავრე N, კვტ</p> $N = \frac{PV}{102}$		P_γ	k	ფიჭვის	0,35	1,5	არყი	0,55	2,1	მუხა	0,75	2,8	$K = k + \frac{a_\rho P_\gamma}{e}$ <p>k კგ/მმ²-ს მნიშვნელობა</p> <p>ფიჭვისათვის</p> $k = (0,003 + 0,0006\Theta)\delta + (0,006 + 0,00016\Theta)V - (0,06 + 0,023\Theta)$ <p>არყისა და მუხისათვის</p> $k = (0,005 + 0,0095\Theta)\delta + (0,007 + 0,00022\Theta)V - (0,09 + 0,023\Theta)$ <p>ფიჭვი $P_\gamma = 0,1 + 0,0042\Theta$ არყი $P_\gamma = 0,12 + 0,0048\Theta$ მუხა $P_\gamma = 0,15 + 0,006\Theta$</p>
	P_γ	k											
ფიჭვის	0,35	1,5											
არყი	0,55	2,1											
მუხა	0,75	2,8											

მჭრელი პირის სიმრუდის ρ რადიუსოს გაგენა ზედაპირის ხაოიანობაზე. როდესაც

$$5 \leq \rho \leq 10 \text{ მკრ, მაშინ მიიღება } R_{\text{მაჰ}} = 30 - 60 \text{ მკმ;}$$

$$10 \leq \rho \leq 20 \text{ მკრ, მაშინ მიიღება } R_{\text{მაჰ}} = 60 - 100 \text{ მკმ;}$$

$$20 \leq \rho \leq 40 \text{ მკრ, მაშინ მიიღება } R_{\text{მაჰ}} = 100 - 200 \text{ მკმ.}$$

1 მ-ის ჭრაზე მჭრელი პირის სიმრუდის რადიუსის ნამეტი ტოლია 0,001 მმ-ის XBT ფოლადისაგან დამზადებული საჭრისეებისათვის და 0,0008 მმ – X12Φ1 ფოლადისაგან დამზადებული საჭრისეებისათვის

$$\Delta\rho = (0,001 - 0,0008) \frac{\pi D n}{1000},$$

$$a_p = 1 + \frac{0,2\Delta\rho}{\rho_0},$$

სადაც $\rho_0 = 4 \dots 5$ მკრ.

ჭრის რეჟიმის გაანგარიშების მაგალითები ხარატების პროცესის დროს.

მაგალითი. მოცემულია $d_{\text{ნაჰ}} = 50$ მმ, $d_{\text{დებ.}} = 45$ მმ, $\delta = 50^\circ$, $n = 800$ ბრ/წთ. ჯიში – არეი; $U = 2$ მ/წმ; $r = 8$ მმ.

საჭიროა განისაზღვროს N შავად ხარატებისას. ამოხსნა.

განვსაზღვროთ ჭრის კუთრი წინაღობა (ცხრილი 17)

$$K = k + \frac{P_{\text{ჟ}}}{\Delta} = 0,55 + \frac{2,1}{\Delta}.$$

მიწოდება საჭრისზე

$$\Delta = \frac{1000U}{n} = \frac{2000}{800} = 2,5 \text{ მმ,}$$

მაშასადამე

$$K = 0,55 + \frac{2,1}{2,5} = 1,39 \text{ კგ/მმ}^2.$$

ჭრის ძალა

$$P = K\Delta h = 1,39 \cdot 2,5 = \frac{50 - 45}{2} = 8,67 \text{ კგ.}$$

განვსაზღვროთ ჭრის სიმძლავრე

$$N = \frac{PV_b}{102} = \frac{8m76 \cdot \pi(d + d_1)n}{102 \cdot 2 \cdot 60 \cdot 1000} = 0,168 \text{ კვტ.}$$

მაგალითი 2. მოცემულია $d_{\text{გამზ}} = 50$ მმ; $d_{\text{ფეხ}} = 45^\circ$; $\delta = 45^\circ$; $n = 3000$ ბრ/წთ; $U = 2$ მ/წთ. ჯიში - არეი.

საჭირო განვსაზღვროთ ჭრის სიმძლავრე N სუფთა ხარატე-ბისას.

ამოხსნა.

განვსაზღვროთ მიწოდება ჭრაზე (ცხრ. 17).

$$\Delta = \frac{1000U}{n} = \frac{2000}{3000} = 0,66 \text{ მმ,}$$

ე.ი.

$$e = \Delta \sin \varphi = 0,4 \text{ მმ.}$$

განვსაზღვროთ (ცხრ. 14) k და $P_{\text{უ}}$ ვითვალისწინებთ, რომ $V = 7$ მ/წმ.

$$k = (0,005 + 0,00096 \cdot 45^\circ)45^\circ + (0,007 + 0,00022 \cdot 45^\circ)7 - \\ -(0,09 + 0,023 \cdot 45^\circ) = 1,1 \text{ კგ/მმ}^2;$$

$$P_{\text{უ}} = 0,12 + 0,0048\varphi = 0,34 \text{ კგ/მმ.}$$

საერთო კუთრი წინაღობა

$$K = k + \frac{P_{\text{უ}}}{e} = 1,1 + \frac{0,34}{0,4} = 1,95 \text{ კგ/მმ}^2.$$

ჭრის ძალა

$$P = K\Delta h = 1,95 \cdot 0,66 \cdot 2,5 = 3,2 \text{ კგ.}$$

ჭრის სიმძლავრე

$$N = \frac{PV_b}{102} = \frac{3,2 \cdot 7}{102} = 0,2 \text{ კვტ.}$$

შენიშვნა. როდესაც საჭრისი არის დამზადებული **XBГ** ფოლადისაგან და სუფთა ხარატების დრო 60 წთ,

$$\Delta\rho = (0,001 - 0,0008) \frac{\pi D n}{1000} 60 = 23 \text{ მკრ.}$$

$$a_\rho = 1 + \frac{0,2 \cdot 23}{5} = 1,92 \text{ მკრ.}$$

მაშასადამე

$$K = k + \frac{a_\rho P_{\text{უ}}}{e} = 1,1 + \frac{1,92 \cdot 0,34}{0,4} = 2,15 \text{ კგ/მმ}^2.$$

ჭრის ძალა

$$P = K\Delta h = 2,15 \cdot 0,66 \cdot 2,5 = 3,54 \text{ კგ};$$

ჭრის სიმძლავრე

$$N = \frac{P \cdot V_b}{102} = \frac{3,54 \cdot 7}{102} = 0,24 \text{ კვტ},$$

ე.ი. იზრდება, რადგან $\rho = \rho_0 + \Delta\rho = 5 + 28$ მკგრ.

ცხრ. 17-ის $P_{m\Delta j}$ იქნება 100-200 მკგრ.

თაზო XVIII

ხეხვა

ხეხვა სუფთად დამუშავების პროცესია, რომელიც ხორციელდება მრავალრიცხოვანი საჭრისებით, აბრაზიული მაცვლების სახით, რომლებიც განლაგებულია მოძრავ ინსტრუმენტზე (ლენტი, ცილინდრი, დისკო). ამ დროს მოიხსნება ძალზე თხელი ბურბუშედა.

თანამედროვე საავეჯო-სადურგლო მექანიკურ საწარმოებში, ძელაკოვანი დეტალების, ყუთებისა და ჩარჩოების ხეხვა, როგორც წესი, ხორციელდება უნივერსალურ, ლენტურ, დისკურ და ცილინდრულ სახეს ჩარხებზე.

ფაროვანი დეტალები დაფანერებამდე (შავად ხეხვა) იხეხება სამ ცილინდრულ ჩარხზე, ხოლო მოპირკეთებისათვის (სუფთა ხეხვა) – ლენტურ ჩარხზე.

ხეხვის პროცესის შესწავლისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს ერთეული აბრაზიული მარცვლის მუშაობის მექანიზმის ცოდნას. იმისათვის, რომ შევისწავლოთ აბრაზიული მუშაობის მექანიზმი, აუცილებელია ვიცოდეთ არა მარტო ზომები, არამედ მისი გეომეტრია და კონფიგურაცია.

18.1. აბრაზიული მარცვლების გეომეტრია

აბრაზიული მარცვლების მისაღებად გამოიყენება როგორც ბუნებრივი, ასევე ხელოვნური აბრაზივები. თავისი მექანიკური თვისებებით ხელოვნურ აბრაზივებს ენიჭებათ ბუნებრივთან შედარებით, ამიტომ მრეწველობაში გამოიყენება ძირითადად ხელოვნური აბრაზივები: კორუნდი, კარბორუნდი და ბორის კარბიდი. ხელოვნური კორუნდი წარმოადგენს სინთეზურ პროდუქტს, რომლის შემადგენლობაში 92-98% კრისტალური თიხა-მიწაა. ხელოვნური კორუნდი მიიღება ელექტროლუმელში თიხის ბოქსიტის გამოდნობით, რომელიც ძირითადად შედგება ალუმინის ჟანგის Al_2O_3 , სილიციუმის ორჟანგის SiO_2 და რკინის ჟანგისაგან Fe_2O_2 .

ხელოვნური კარბორუნდი (სილიციუმის კარბიდი) SiC ხასიათდება მეტი სიმტკიცით, ვიდრე კორუნდი, მაგრამ უფრო მყიფეა ამ უკანასკნელთან შედარებით.

ცხრილი 18.1

მერქნის გასახეხად გამოყენებული აბრაზიული მასალების ძირითადი თვისებები

აბრაზიული მასალები	სახე	ფერი	ფორმა	პლასტიკურობა	სიმაგრე	გამოყენების სფერო
მინა (მწვანე ბოთლის)	ხელოვნური	მომწვანო-მოთეთრო	მახვილკუთხა	მეფე	4-6	ხელით ხევისათვის
კაჟი	ბუნებრივი	ნაცრისფერი	მახვილი	მეტეხი	5-6	ყველა ჯიშის მერქნის ხელით და მექანიკური ხევისათვის
ძოწი	ბუნებრივი	წითელი მომწვანო-მოყავისფრო	ფუჭვილებიანი მახვილკუთხა	საშ. სიმეფის	7	მერქნის ჯიშის მერქნის ხელით და მექანიკური ხევისათვის
ზუმფარა	ბუნებრივი	მოშავო-მონაცრისფერო	მახვილი	საშ. სიმეფის	6-8	ყველა ჯიშის მერქნის ხელით და მექანიკური ხევისათვის
ელექტრო-კორუნდი	ხელოვნური	ნაცრისფერ-მოყავისფრო	მარცვლოვანი ფუჭვილებიანი მახვილკუთხა	საშ. სიმეფის	8-9	მაგარი ჯიში და ძვირფასი ფანერის მექანიკური ხევისათვის
სილიციუმის კარბიდი	ხელოვნური	მომწვანო-მოშავო	მახვილკუთხა	მეფე	9	ძალიან მაგარი ჯიშების მექანიკური ხევისათვის

სახეხი ზუმფარის ძირითადი მახასიათებლებია:

- ა) აბრაზიული მასალის სახე;
- ბ) მისი მარცვლოვანება;
- გ) მარცვლების სიმკვრივე ფუძეზე;
- დ) ფუძის მასალა;
- ე) წებო (შემაკავშირებელი);
- ვ) ტენმდეგობა.

1) აბრაზიული მასალა ფუძეზე დამაგრებული უნდა იყოს საკმარის მტკიცედ, რათა არ ამოვარდეს მისგან სათანადო დაბლაგვებამდე.

2) ზუმფარის ფუძე უნდა იყოს მტკიცე, რათა თავიდან იქნეს აცილებული მუშაობის დროს წარმოშობილი ძალების მოქმედებით მისი გარღვევა აბრაზიული მასალის სრულ გაცვეთამდე. 3) ზუმფარის ზედაპირი უნდა იყოს ერთგვაროვანი, მასზე თანაბრად უნდა იყოს განაწილებული წებო მასალა და აბრაზიული მარცვლები სათანადო სისქით.

სახეხი ზუმფარა, რომელსაც იყენებენ მერქნის მასალის დასამუშავებლად, მზადდება სხვადასხვა სახის აბრაზიული მარცვლებისაგან. მათგან ყველაზე გავრცელებულია ელექტროკორუნდი, სილიციუმი და მინა. იშვიათად გამოიყენება ძოწი, ზუმფარა და სილიციუმის კარბიდი.

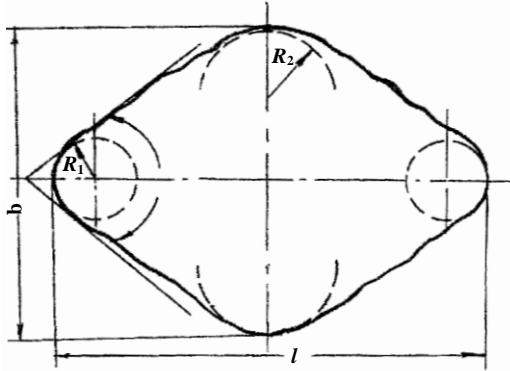
18.1 ცხრილში მოცემულია აბრაზიული მარცვლების დახასიათება და ხის დამამუშავებელ მრეწველობაში მათი გამოყენების სფერო.

აბრაზიულ მარცვლებს დებულობენ გამყარებული აბრაზიული მასის დამსხვრევით, რის გამოც მარცვლების პროფილი და ზომები სხვადასხვა სახის მიიღება.

18.2. მარცვლის ზომები

მარცვლის სიგანე b (ნახ. 18.2) წარმოადგენს მარცვლოვნების ნომრის განმსაზღვრელს. მარცვლის b სიგანის მნიშვნელობები მცირდება მარცვლოვანების ნომრის ზრდასთან ერთად.

აბრაზიული მასალების მარცვლოვნების კლასიფიკაცია მოცემულია 18.2 ცხრილში.



ნახ. 18.2. აბრაზიული მარცვლების ძირითადი გეომეტრიული პარამეტრები

ცხრილი 18.2

მარცვლოვნება	მარცვლის ზომითი მახასიათებელი მიკრონებში (მარცვლის სიგანის საშუალო მნიშვნელობა „ხ“)
200	2500-200
160	2000-1600
125	1600-1250
100	1250-1000
80	1000-800
63	800-630
50	630-500
40	500-400
32	400-315
25	315-250
20	250-200
16	100-160
12	160-125
10	125-100
8	100-80
6	80-63

მარცვლის l სიგრძე შეიძლება იცვლებოდეს დიდ ზღვრებში, მაგრამ მისი საშუალო სიდიდე ერთი მარცვლოვნების ფარგლებში იცვლება უმნიშვნელოდ მაგალითად

მარცვლოვანება 40 – 620-740 მკრ;

“ 63 – 450-470 მკრ;

“ 80 – 300-380 მკრ.

$\frac{l}{b}$ ფარდობა ახასიათებს მარცვლის ფორმას. იგი იცვლება

ზღვრებში 0,6-1,5. განსაზღვრული მარცვლოვანების აბრაზიული მასალა უნდა შეიცავდეს 40-45% (წონის მიხედვით) მოცემული მარცვლოვნების ნორმის მარცვლებს, 15-30% – უახლოესი მსხვილი ფრაქციის მარცვლებს, 30-35% – უახლოესი უდიდესი ნორმის მქონე მარცვლებს და 3% – წვრილი ფრაქციის მარცვლებს. ეს გვიჩვენებს, რომ გარკვეული ნორმის მარცვლების შემადგენლობა არ არის ერთგვაროვანი.

აბრაზიული მარცვლების ფუძეზე დატანილი უნდა იქნეს ერთ ფენად. მათი სიმკვრივე განისაზღვრება ზუმფარის ერთეულზე მოსული მარცვლებისა და წებოს რაოდენობით. სიმკვრივეს აქვს არსებითი მნიშვნელობა ზუმფარის მუშაობის მწარმოებლურობისა და ხარისხისათვის.

ფუძედ გამოიყენება ტექნიკური ნარმა და ტექნიკური სარეი.

ქაღალდის ზუმფარის ფუძის მასალად გამოიყენებულია 4 მარკის ქაღალდი

სახეხი ქაღალდი 100 წონით 100 გ/მ²;

-“- 120 – წონით 120 გ/მ²;

-“- 140 – წონით 140 გ/მ²;

-“- 200 – წონით 200 გ/მ².

მარცვლების კავშირი ფუძეზე უნდა იყოს მაღალი სიმტკიცის, მაგრამ ამასთანავე ელასტიურიც.

18.3. მარცვლის წვეროს დამრგვალების ρ რადიუსი და წახნაგთა ϵ კუთხეები

როგორც წესი, ყველა მარცვალს აქვს დამრგვალებული წვერო (იხ. ნახ. 18.2).

პირველი მიახლოებით მარცვლის წვეროს მრუდი შეიძლება მივიღოთ R -რადიუსიანი წრეწირის რკალად, რომელსაც დამრგვალების ან დაბლაგვების რადიუსს ვუწოდებთ.

გარდა დამრგვალების (დაბლაგვების) რადიუსის ხეხვის პროცესში ბურბუშელის წარმოქმნაზე დიდ გავლენას ახდენს მარცვლის კუთხეები ε . ანალიზი გვიჩვენებს, რომ:

ა) დამრგვალების რადიუსი მცირდება მარცვლის ზომის შემცირებასთან ერთად.

ბ) გარკვეული მარცვლოვნების ჯგუფის ფარგლებში დამრგვალების რადიუსი იცვლება არარსებითად.

ელექტროკორუნდის მარცვლების დამრგვალების რადიუსის საშუალო მნიშვნელობა შეადგენს:

40 მარცვლოვნებისათვის $\rho = 29$ მკრ;

25 მარცვლოვნებისათვის $\rho = 19$ მკრ;

16 მარცვლოვნებისათვის $\rho = 13$ მკრ.

სილიციუმისა და სილიციუმის კარბიდის მარცვლებს აქვთ რამდენიმე მცირე დამრგვალების რადიუსი.

მარცვლის წახნაგის კუთხის გაზომვის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ იგი იცვლება ფარგლებში 45-145°, კუთხის საშუალო მნიშვნელობა მცირდება ზომების შემცირებასთან ერთად:

40 მარცვლოვნებისთვის $\varepsilon = 110^\circ$;

25 მარცვლოვნებისთვის $\varepsilon = 108^\circ$;

16 მარცვლოვნებისთვის $\varepsilon = 106^\circ$.

ზოგიერთი მარცვლის წახნაგის კუთხე 45-90° ზღვრებშიცაა. აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ მარცვლის დიდ ღერძზე მოთავსებულ წვეროებს აქვთ მნიშვნელოვნად ნაკლები დამრგვალების რადიუსი და წახნაგის კუთხე, ვიდრე მცირე ღერძზე მოთავსებულ წვეროებს.

18.4. მერქნის ხეხვის მუშაობის ბალანსის განტოლება

დადგენილია, რომ ჭრის მუშაობა

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6, \quad (18.1)$$

სადაც E_1 არის ძალების მუშაობა, რომლებიც წარმოშობენ დრეკად დეფორმაციებს ბურბუშელაში, დამუშავებულ დეტალში და მჭრელ იარაღში; E_2 – მუშაობა, რომელიც იხარჯება დამუშავების ზედაპირის გარღვევაზე და შიგა მოლეკულების ზედაპირზე

გამოტარაზე; E_3 – მუშაობა, რომელიც იხარჯება დამუშავებული მასალის სტრუქტურის შეცვლაზე წნევისა და გახურების შედეგად; E_4 – იმ ძალებისა მუშაობა, რომლებიც იწვევენ მოხსნილ ფენასა და დამუშავებულ დეტალში პლასტიკურ დეფორმაციებს; E_5 – ძალების მუშაობა, რომლებიც იწვევენ ბურბუშელის ძვრას (მოჭრას); E_6 – საჭრისის წინა, უკანა და გვერდით ზედაპირზე ხახუნის ძალების მუშაობა.

პირველი სამი მუშაობის ჯამი $E_1 + E_2 + E_3$ მეტად მცირეა ყველა ლითონისათვის, კრისტალური მასალებისა და მერქნისათვის, ამიტომ შეიძლება მხედველობაში არ მივიღოთ.

ამგვარად

$$E = E_4 + E_5 + E_6. \quad (18.2)$$

18.5. ზუმფარის დაწნეხილი ჰაერით გაწმენდის პროცესი

დენტური ზუმფარით ხეხვის პროცესში მარცვლებს შორის სივრცეში ადგილი აქვს ბურბუშელის დაწნეხას, რომელიც დამოკიდებულია ხეხვის პარამეტრებზე.

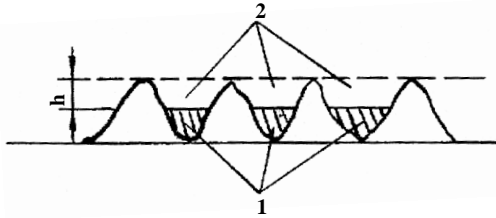
ზუმფარის 1,2 სთ-ის მუშაობის შემდეგ მიმდინარეობს ბურბუშელის მოხსნის მკვეთრად შემცირდა და ეს გასაგებია, რადგან ადგილი აქვს მარცვლებს შორის სივრცეში ბურბუშელის საწყის შეწნეხას.

დაწნეხილი ბურბუშელა შეკუმშული ჰაერით ძნელად მოსაცილებელია, მაშინ როდესაც ბურბუშელა, რომელიც მოთავსებულია მარცვლებს შორის სივრცის ზედა ნაწილში (ნახ. 18.1) შეკუმშული ჰაერით შეიძლება ადვილად მოცილდეს და მარცვლების h სიმაღლე გარკვეული დროის განმავლობაში უცვლელი რჩება. 1 არის დაწნეხილი ბურბუშელა, რომლის მოცილებაც საკმაოდ ძნელია. ანალოგიურ გარემოებას აქვს ადგილი მარცვლოვნების ნორმის გადიდებისას.

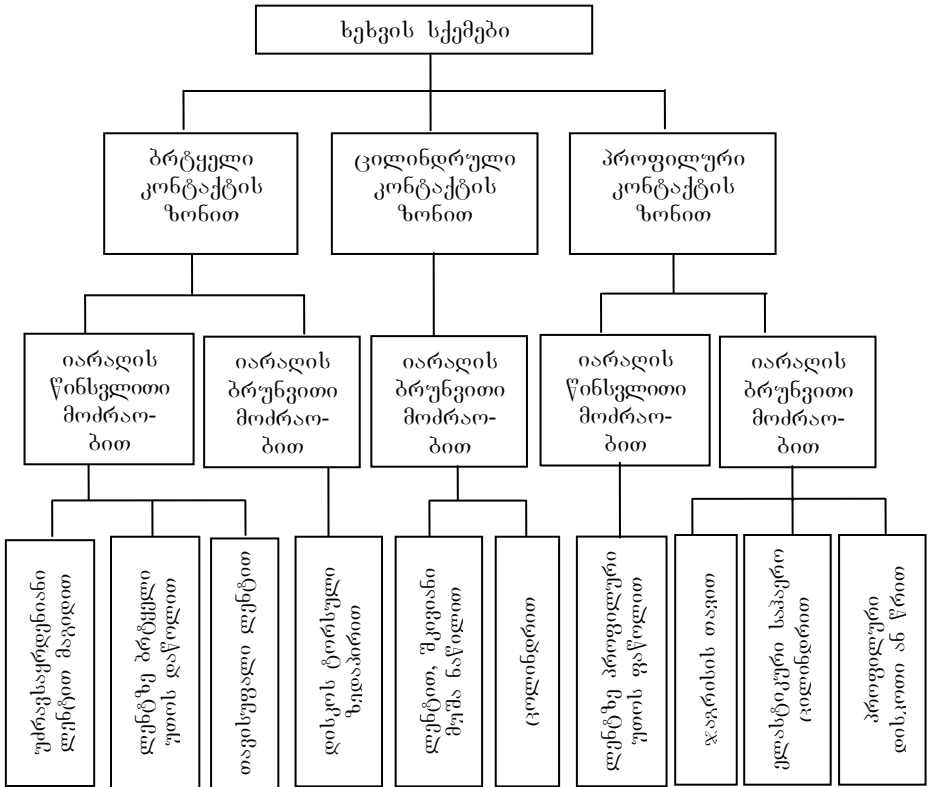
მარცვლოვნების ნორმის გადიდებით მეზობელ მარცვლებს შორის ღრმულის მოცულობა იზრდება ბურბუშელის დაწნეხა წარმოებს უფრო ინტენსიურად, ამიტომ გაწმენდის ეფექტი ეცემა.

სახეხი ზუმფარის ჰაერით გაწმენდის პროცესი აქტუალურია, რადგან იძლევა დიდ ეფექტს. ხეხვის პროცესის კლასიფიკაცია

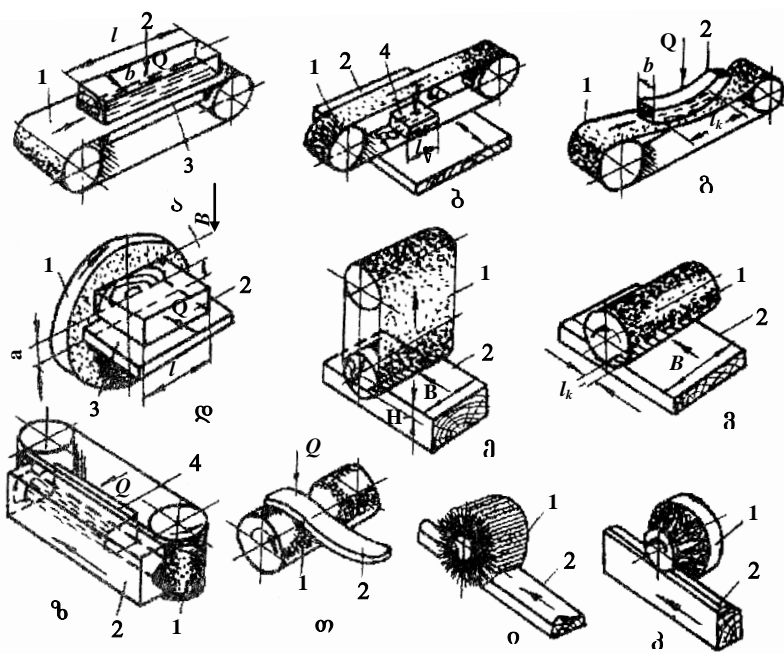
(ნახ. 18.2) წარმოებს აბრაზიული იარაღის დასამუშავებელ დეტალთან კონტაქტის ზონის გეომეტრიული ფორმის მიხედვით.



ნახ. 18.1. აბრაზიულ მარცვლებს შორის ბურბუშელების დაწნეხვა



ნახ. 18.2. ხეხვის პროცესის სქემების კლასიფიკაცია



ნახ. 18.3. ხეხვის პროცესის სქემები

ნახ. 18.3-ზე ნაჩვენებია ხეხვის პროცესის სქემები: უძრავ-საყრდენიანი ლენტით – მაგიდით (ა), ლენტზე ბრტყელი უთოს დაწოლით (ბ), თავისუფალი ლენტით (გ), დისკოს ტორსული ზედაპირით (დ), ლენტით შკივიანი მუშა ნაწილით (ე), ცილინდრით (ვ), ლენტზე პროფილური უთოს დაწოლით (ზ), ელასტიკური (საპაერო) ცილინდრით (თ), ჯავრისის თავით (ი), პროფილური დისკოთი (კ), 1 არის იარაღი, 2 – დეტალი, 3 – მაგიდა, 4 – საკონტაქტო მიმჭერი (უთო).

18.6. სახეხი ჩარხების გაანგარიშება

ხეხვის ძალა ლენტური სახეხი ჩარხებისათვის ჰორიზონტალური მაგიდით

$$p = (\mu + f)(Q + G) \text{ კგ,} \tag{18.3}$$

სადაც μ ზუმფარის მერქანთან შეჭიდულობის კოეფიციენტი (იხ. ცხრ. 18.1), $f = 0,4$ – ლენტის მაგიდაზე ხახუნის კოეფიციენტი;

$(Q+G) = (5...15)$ – ლენტზე დეტალის დაწოლის ძალისა და დეტალის წონის ჯამი.

ცხრილი 18.3

μ კოეფიციენტის მნიშვნელობები

ჯიში	μ კოეფიციენტი		
	ბასრი ზუმფართი ხეხვისაგან	შუალედური ზუმფართი ხეხვისას	ბლაგვი ზუმფართი ხეხვისას
რბილი	0,65	0,5	0,4
მაგარი	0,6	0,45	0,35

კუთრი წნევა არ უნდა აღემატებოდეს $0,03$ კგ/სმ², ე.ი.

$$\frac{Q+G}{F} \leq 0,03 \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც F ხეხვის ფართობია, სმ².

ხეხვის ძალა ჩარხებისათვის ვერტიკალური მაგიდით

$$P = (\mu + f)P_1 \text{ კგ}, \quad (18.4)$$

სადაც $P_1 = 5...10$ დაწოლის ძალაა, კგ.

კუთრი წნევა

$$\frac{P_1}{F} \leq 0,03 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ხეხვის ძალა ჩარხებისათვის თავისუფალი ლენტით

$$P = \mu P_1, \quad (18.5)$$

სადაც $P_1 = 2...5$ დაწოლის ძალაა, კგ.

კუთრი წნევა არ უნდა აღემატებოდეს $\frac{P_1}{F} \leq 0,06$ კგ/სმ².

ჩარხებისათვის მოძრავი მაგიდით

$$P = (\mu + f)P_1 \text{ კგ}, \quad (18.6)$$

სადაც $P_1 = 5...10$ კგ.

$f = 0,36$ უთოს ქვესადებზე ლენტის ხახუნის კოეფიციენტი.

კუთრი წნევა არ უნდა აღემატებოდეს

$$\frac{P_1}{F} \leq 0,06 \text{ კგ/სმ}^2,$$

დისკური სახეხი ჩარხებისათვის ხეხვის ძალა

$$P = \mu Q \text{ კვ,} \quad (18.7)$$

სადაც $\frac{Q}{F} \leq 0,06$ კვ/სმ².

$Q = (5-10)$ დეტალის დისკოზე ხელით მიჭერის ძალაა, კვ.

ცილინდრული სახეხი ჩარხებისათვის ხეხვის ძალა

$$q \leq 0,04 \text{ კვ,} \quad (18.8)$$

სადაც $q \leq 0,04$ არის კუთრი წნევა ნაკეთობის 1 მმ სიგანეზე ან ცილინდრის l სიგრძეზე, კვ-ში.

სახეხი ცილინდრის ამძრავის სიმძლავრე

$$N_{\text{ამძრ}} = \frac{PV}{102} \text{ კვტ,} \quad (18.9)$$

სადაც P ხეხვის ძალაა ერთი ცილინდრისათვის; V – ცილინდრულ ჩარხზე ხეხვის სიჩქარე (20-30 მ/წმ). მიწოდების მექანიზმის ამძრავი სიმძლავრე

$$N_{\text{ამძრ}} = \frac{(Pm_G + \sum P_b)U}{60 \cdot 102 \cdot \eta_{\text{ამძრ}}} \text{ კვტ,} \quad (18.10)$$

სადაც m_G სახეხი ცილინდრების რიცხვია; $\sum P_b$ – მუხლუხების მიმმართველებში ხახუნის ძალების ჯამი, კვ,

$$\sum P_b = P(m_G + m_g)f \text{ კვ,} \quad (18.11)$$

აქ m_g მიმჭერი ვალცების რიცხვია; U – მიწოდების სიჩქარე, მ/წთ; $\eta_{\text{ამძრ}}$ – მიწოდების მექანიზმის ამძრავის მქ კოეფიციენტი; $f = 0,1$ – მუხლუხების მიმმართველებში ხახუნის კოეფიციენტი.

სამცილინდრიანი ჩარხის მწარმოებლურობა ცვლაში (T ცვლის ხანგრძლივობაა), რომელსაც აქვს ნამზადების უწყვეტი მიწოდება, განისაზღვრება შემდეგი ფორმულებით:

ძელაკისებრი დეტალებისათვის

$$\Pi = \frac{TK_1K_2n_6U}{n_uL} \text{ ცალი,} \quad (18.12)$$

სადაც n_6 ერთდროულად დამუშავებადი ნამზადების რიცხვია; U – მიწოდების სიჩქარე, მ/წთ; n_g – გატარებათა რიცხვი ერთ ნამზადზე და ერთ მხარეს; L – ნამზადის სიგრძე, მ.

ვარებისა და ფილებისათვის

$$\Pi = \frac{TK_1K_2Uab}{l} \text{ მ}^2, \quad (18.13)$$

სადაც a ფანერის (ფილის, ფარის) სიგრძეა, მ; b – ფანერის (ფილის, ფარის) სიგანე, მ; l – ფურცლების, ფილების, ფარების სიგრძე ჩარხებზე მათი 10° – 15° კუთხით მიწოდების გათვალისწინებით, მ.

K_1 და K_2 შესაბამისად სამუშაო დროისა და სამანქანო დროის გამოყენების კოეფიციენტია. მათი მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 18.4.

ცხრილი 18.4

სამუშაო დროისა და სამანქანო დროის გამოყენების კოეფიციენტის მნიშვნელობები

ჩარხები	K_1	K_2
ლენტური	0,9	0,85
დისკური	0,9	0,7
ერთცილინდრიანი	0,85	0,7
სამცილინდრიანი	0,95	0,75

თაზი XIX

მერქნის მასალების ჰრით დამუშავება

19.1. მერქანბურბუშელის ფილები, მათი ჰრით დამუშავების თავისებურებანი

მერქანბურბუშელის ფილა წარმოადგენს განსაზღვრული წნევისა და ტემპერატურის პირობებში დაწნეხილი მერქნის ნაწილაკებს, შერეულს შემაკავშირებელთან ერთად.

მერქანბურბუშელის ფილების კლასიფიკაცია წარმოებს: დაწნევის მეთოდის, ფილების კონსტრუქციის, დაქუცმაცებული მერქნის სახის, გამოყენებული შემაკავშირებლის, ფილების სიმკვრივის და სხვა ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მიხედვით.

დაწნევის მეთოდის მიხედვით მერქანბურბუშელის ფილები არის ბრტყელი დაწნევის და ექსტრუზიული. პირველი მიიღება, როდესაც დაწნევის ძალა ფილის სიბრტყის მართობულად არის მიმართული, ხოლო მეორე – მის პარალელურად.

კონსტრუქციის მიხედვით მერქანბურბუშელის ფილები იყოფა მოპირკეთებულ და მოუპირკეთებელ ფილებად.

მოუპირკეთებელი ბრტყელი დაწნევის ფილა არის ერთფენიანი, სამფენიანი, ხუთფენიანი და მრავალფენიანი.

ექსტრუზიული ფილა ერთფენიანია.

იმისათვის, რომ ფილას მიეცეთ უფრო სწორი ან დეკორატიული ზედაპირი და გავზარდოთ მისი სიმტკიცე, იგი უნდა მოვაპირკეთოთ ახდელი ან ანათალი შპონით, სინთეზურ ფისში გაუღვნილი ქაღალდით ან ქაღალდის ფენოვანი პლასტიკით.

ფილები მათში არსებული დაქუცმაცებული მერქნის ნაწილაკების სახის მიხედვით მზადდება: სპეციალური ბურბუშელის ნარჩენის, დამსხვრეული ნარჩენისა და ნახერხისაგან.

სპეციალური ბურბუშელისაგან დამზადებულ ფილებს აქვს უფრო გლუვი ზედაპირი და მაღალი სიმტკიცე, ვიდრე ბურბუშელის ნარჩენისაგან დამზადებულ ფილებს.

დამსხვრეული ნარჩენისაგან მიღებული ფილის ზედაპირი უფრო მქისეა, მაგრამ სიმტკიცით სპეციალური და ნარჩენი ბურბუშელისაგან დამზადებულ ფილებს შორისაა, ნახერხისაგან დამზადებულ ფილებს საკმაოდ გლუვი ზედაპირი აქვთ, მაგრამ ყველა ნაკლები სიმტკიცით ხასიათდებიან.

გამოყენებული შემაკავშირებლის მიხედვით მერქანბურბუშეღის ფილები მზადება: შარდოვანა-ფორმალდეჰიდური, ფენოლ-ფორმალდეჰიდური, კრეზოლფორმალდეჰიდური და შარდოვანა-მელამინ-ფორმალდეჰიდური ფისებისაგან.

სიმკვრივის მიხედვით ფილები იყოფა 5 ძირითად ჯგუფად, რომლებიც ხასიათდებიან შემდეგი მოცულობითი წონით.

ძალიან მცირე სიმკვრივის (ძალიან მსუბუქი წონის) – 0,35 გ/სმ³;

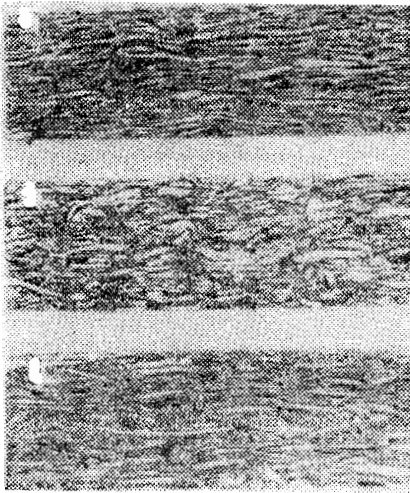
მცირე სიმკვრივის (მსუბუქი წონის) – 0,36-0,50.

საშუალო სიმკვრივის (საშუალო წონა) – 0,51-0,65;

მაღალი სიმკვრივის (ძალიან მძიმე) – 0,66-0,80;

ძალიან მაღალი სიმკვრივის (ძალიან მძიმე) – 0,81-1,00.

ძირითადად გამოიყენება საშუალო და მაღალი სიმკვრივის ფილები.



ნახ. 19.1. ფილების შრეულობა:

ა – ფილის წიბო 1-ლი ჯგ;

ბ – იგივე მე-2 ჯგ; 3 – იგივე მე-3 ჯგ.

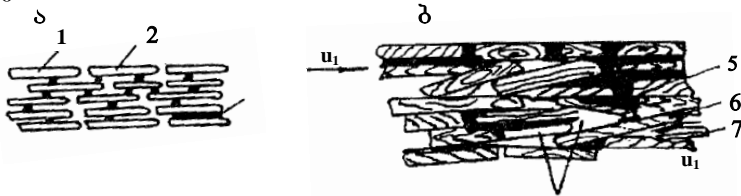
დაწნეხის დროს მერქნის ნაწილაკები მართობულად განლაგდებიან დაწნეხის მიმართულებასთან სიბრტყით და ქმნიან ე.წ. ნაწილაკთა სიბრტყეს და ფილაში მიიღება ნაწილაკთა რამდენიმე შრე. ნაწილაკების სისქის ერთგვაროვნობის შემთხვევაში მკაფიოდ გამოჩნდება ფილების შრეულობა (ნახ. 19.1, ა, ბ, გ).

ბრტყელი დაწნეხის ფილებში ნაწილაკთა სიბრტყე ფილის სიბრტყის პარალელურია, ხოლო ექსტრუზიული დაწნეხის ფილებში – პერპენდიკულარული.

ნაწილაკების წებოვანი ბმის სიმტკიცე, ცხადია, განსაზღვრავს ფილების სიმტკიცეს და ჭრის პირობებს.

განვიხილავთ რა ფილის სტრუქტურული სქემას (ნახ. 19.2, ა), მის წიბოზე შევამჩნევთ სიცარიელებებს (ფორებს), რომლებიც წარმოქმნილია სხვადასხვა ზომის ნაწილაკებით და მათი ერთ

სიბრტყეში არათანაბარი განაწილებით. აქვე ნაწილაკების ცუდი შერევის გამო შეიმჩნევა შემაკავშირებლის ადგილობრივი დაგროვება.



ნახ. 19.2. ფილის მოდელი და სტრუქტურული სქემა:

ა - ნაწილაკთა შორის წებოვანი კავშირების სქემა;

ბ - სტრუქტურული სქემა:

1 - ნაწილაკი სუსტი წებოვანი კავშირით; 2 - ნაწილაკი

მტკიცე წებოვანი კავშირით; 3 - ნაწილაკი ძალიან მტკიცე

წებოვანი კავშირით; 4 - სიცარიელები (ფორები);

5 - შემაკავშირებლის ადგილობრივი დაგროვება; 6 - ღრმად

ჩამჯღარი ნაწილაკი; 7 - ნაკლებად ჩამჯღარი ნაწილაკი

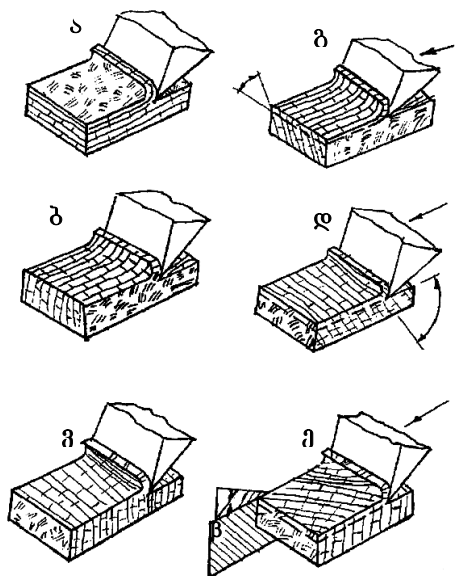
თუ განვიხილავთ U_1 მიმართულებით ფილის ბრტყელ ჭრას (ნახ. 19.2 ბ), შეიძლება შეგვხვდეს ღრმად და არაღრმად ჩამაგრებული ნაწილაკები, რომლებიც გადაჭრის დროს შეიძლება ამოვარდნენ და დატოვონ ჩაღრმავება ფორის სახით, რაც აუარესებს ჭრის ზედაპირს.

თუ ჭრას განვახორციელებთ U_2 მიმართულებით, მაშინ ჭრის ზედაპირზე აღმოჩნდება უმეტესად წებოვანი შრეები, რაც იმას მიგვანიშნებს, რომ ამ მიმართულებით ჭრის დროს შემაკავშირებლის აბრაზიული ზემოქმედება საჭრისზე იქნება გაცილებით მეტი და ადგილი ექნება საჭრისის სწრაფ ცვეთას, ასევე შეგვხვდეს ნაწილაკები სუსტი წებოვანი ბმით, რომლებიც ამოვარდებიან თავიანთი ადგილებიდან და ტოვებენ კვალს ღრმულის სახით.

როგორც პირველ, ასევე მეორე შემთხვევაში ჭრა სორციელდება ნაწილაკების ბოჭკოების გრძივად, განივად და ტორსულად.

ფილის სიბრტყის მიმართ ნაწილაკების ორიენტაციის მიხედვით მერქანბურბუშელის ფილის ჭრის დროს განასხვავებენ ჭრის სამ ძირითად მიმართულებას (ნახ. 19.3, ა, ბ, ვ):

ბრტყელი - როდესაც ჭრის სიბრტყე და ჭრის მიმართულება ნაწილაკების სიბრტყის პარალელურია.



ნახ. 19.3. ფილების ჭრის მიმართულება:

ა - ბრტყელი; ბ - გრძივი; გ - განივი; დ - ბრტყელ-გრძივი;
 ე - ბრტყელ-განივი; ვ - გრძივ-განივი

გრძივი - როდესაც ჭრის სიბრტყე პერპენდიკულარულია, ხოლო ჭრის მიმართულება ნაწილაკების სიბრტყის პარალელურია.

განივი - ჭრის სიბრტყე და ჭრის მიმართულება ნაწილაკების სიბრტყის პერპენდიკულარულია.

ჭრის ძირითად მიმართულებებს შორის არის გარდამავალი შემთხვევები (ნახ. 19.3 დ, ე, ვ).

ბრტყელ-გრძივი ჭრა. ამ შემთხვევაში ჭრისა და ნაწილაკების სიბრტყეები ქმნიან ω კუთხე ყოველთვის დადებითია და იცვლება 0° -დან 90° -მდე. თუ $\omega=0$, ჭრა ბრტყელია, ხოლო, თუ $\omega=90^\circ$ - გრძივი.

ბრტყელ-განივი ჭრა. ამ შემთხვევაში ჭრის სიბრტყე და ჭრის მიმართულება ნაწილაკების სიბრტყესთან ქმნიან φ კუთხეს. φ კუთხე იზომება საჭრისის მოძრაობის პარალელურ სიბრტყეში და მის შეხვედრის კუთხე ეწოდება. φ კუთხე დადებითია, თუ ჭრა მიმდინარეობს ნაწილაკების სიბრტყის თანხვედნილად და უარყოფითია, თუ ჭრა მიმდინარეობს ნაწილაკების სიბრტყის შემხვედრად. ბრტყელი ჭრის დროს $\varphi=0^\circ$, განივი ჭრის დროს კი $\varphi=90^\circ$.

გრძივ-განივი ჭრა. ამ შემთხვევაში საჭრისის მოძრაობის პარალელური B სიბრტყე ნაწილაკების A სიბრტყესთან ქმნის ψ კუთხეს. მას გადაჭრის კუთხე ეწოდება და იზომება ჭრის სიბრტყის პარალელურ სიბრტყეში. გადაჭრის კუთხე დადებითია. თუ $\psi = 0$, გვაქვს გრძივი ჭრა. განივი ჭრის დროს კი $\psi = 90^\circ$.

19.2. ჭრის ძალა და სიმძლავრე მერქანბურბუშელის ფილების ხერხვისას

ჭრის პარამეტრების ძირითადი საანგარიშო ფორმულები, მათი ურთიერთდამოკიდებულება დისკური ხერხით მერქანბურბუშელის ფილების და მერქნის ხერხვისას ერთნაირია (იხ. ნახ. 11.1).

დისკური ხერხით მერქანბურბუშელის ფილების ხერხვისას ჭრის ძალისა და სიმძლავრის მნიშვნელობები გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით: ჭრის სიმძლავრე

$$N = \frac{K'bhU}{60 \cdot 102} \text{ კვტ.} \quad (19.1)$$

ანუ

$$N_{\text{ჭრ}} = \frac{PV}{102} \text{ კვტ.} \quad (19.2)$$

მხები ძალა

$$P = \frac{K'bhU}{60V} \text{ კვ.} \quad (19.3)$$

რადიალური ძალა

$$R = mP \text{ კვ,} \quad (19.4)$$

სადაც K' კუთრი მუშაობაა; b – განახერხის სიგანე, მმ; h – განახერხის სიმაღლე, მმ; U – მიწოდების სიჩქარე, მ/წთ; V – ჭრის სიჩქარე, მ/წმ; m – კოეფიციენტი, რომელიც წარმოადგენს რადიალური ძალის შეფარდებას მხები ძალასთან:

$$m = \frac{R}{P}, \quad (19.5)$$

ჭრის კუთრ მუშაობას K ვპოულობთ ცხრილიდან (19.1).

ჭრის კუთრი მუშაობა დამოკიდებულია ბურბუშელის საშუალო სისქეზე e , ან ერთ კბილზე მიწოდებაზე U_z .

ბურბუშელის საშუალო სისქე გამოითვლება ფორმულით

$$e_b = \frac{U_z \cdot h}{l}, \quad (19.6)$$

სადაც l ჭრის სიგრძეა, მმ; U_z – მიწოდება ერთ კბილზე, მმ.

ექსპერიმენტული მონაცემებით ბურბუშელის საშუალო სისქის მიხედვით ასევე შეიძლება განისაზღვრის ჭრის კუთრი მუშაობის საწყისი მნიშვნელობა

$$K'_1 = \frac{0,85c}{e_b} + 4,1, \quad (19.7)$$

სადაც c კოეფიციენტია, რომელიც ითვალისწინებს დასახერხი ფილების ჯგუფს:

- I ჯგუფის ფილების დახერხვის დროს $c=1$;
- II ჯგუფის ფილების დახერხვის დროს $c=0,883$;
- III ჯგუფის ფილების დახერხვის დროს $c=0,825$.

ცხრილი 19.1

პროცესის პარამეტრები	მიწოდება კბილზე, მმ										
	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,08	0,2	0,22
კუთრი მუშაობა K'	12,3	8,5	6,8	5,8	5,3	5,1	5,06	5,04	5,04	5,0	4,98
მსები ძალა P	0,46	0,62	0,78	0,93	1,08	1,22	1,37	1,52	1,67	1,82	1,9
რადიალური ძალა R	0,53	0,51	0,49	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33
კოეფიციენტი m_1	1,15	0,82	0,63	0,5	0,42	0,35	0,3	0,26	0,22	0,19	0,170

19.1 ცხრილიდან აღებული ჭრის კუთრი მოძრაობის მნიშვნელობა უნდა გადავამრავლოთ შესწორების კოეფიციენტზე, რომელიც ითვალისწინებს დასახერხი ფილების ჯგუფს.

- I ჯგუფის ფილების დახერხვის დროს 1;
- II ჯგუფის ფილების დახერხვის დროს 0,98;
- III ჯგუფის ფილების დახერხვის დროს 0,97.

I ჯგუფის ფილებს მიეკუთვნება დაჭრილი ბურბუშელისაგან დამზადებული ფილები.

II ჯგუფის ფილებს მიეკუთვნება დამსხვრეული ბურბუშელისაგან დამზადებული ფილები.

III ჯგუფის ფილებს მიეკუთვნება ხის დამამუშავებელი საწარმოების ნარჩენებისაგან დამზადებული ფილები.

ჭრის კუთრი მუშაობის ცხრილური (საწყისი) მნიშვნელობა გადაამრავლდება სხვადასხვა შესწორების კოეფიციენტზე, რომელიც ითვალისწინებს სხვადასხვა ფაქტორის გავლენას:

$$K' = K'_b \cdot a_\gamma \cdot a_p \cdot a_v \cdot a_\rho, \quad (19.8)$$

სადაც a_γ კოეფიციენტია, რომელიც ითვალისწინებს ფილების მოცულობითი წონის გავლენას (ცხრ. 19.2); a_p – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ფილების შემაკავშირებლის რაოდენობის გავლენას (ცხრ. 19.3); a_v – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ჭრის სიჩქარის გავლენას (ცხრ. 19.4); a_ρ – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს საჭრისის ცვეთის გავლენას (ცხრ. 19.5).

m კოეფიციენტის მნიშვნელობა, რომელიც წარმოადგენს რადიალური ძალის მხებთან ფარდობას, მოცემულია ცხრილში (19.1), ხოლო შესწორების კოეფიციენტების ცხრილებში (19.2...19.5).

იმისათვის, რომ მივიღოთ m კოეფიციენტის საანგარიშო სიდიდე, აუცილებელია 19.1 ცხრილში აღებული მისი მნიშვნელობა m გადავამრავლოთ მთელ რიგ შესწორების კოეფიციენტებზე, რომელთა მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილებში 19.2...19.5.

$$n = m \cdot m_v \cdot m_p \cdot m_\gamma \cdot m_\rho. \quad (19.9)$$

ცხრილი 19.2

შესწორების კოეფიციენტი	მოცულობითი წონა, გ/სმ ²				
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
a_γ	0,64	0,82	1	1,18	1,36
m_γ	1	1	1	1	1

ცხრილი 19.3

შესწორების კოეფიციენტი	შემაკავშირებელი, %									
a_p	0,84	0,88	0,92	0,96	1	1,04	1,08	1,12	1,16	
m_p	0,86	0,9	0,94	0,96	1	1,04	1,07	1,09	1,13	

ჭრის ფაქტიური გზა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$S_{\text{ვ}} = \frac{L \cdot c}{U_x \cdot z}, \quad (19.10)$$

სადაც L დამუშავებული (დახერხილი) მასალის რაოდენობაა, გრძ.მ; z - კბილთა რიცხვი.

ჭრის რკალის სიგრძე

$$l = \frac{\pi \cdot D \varphi_{\text{კ}}}{360}, \quad (19.11)$$

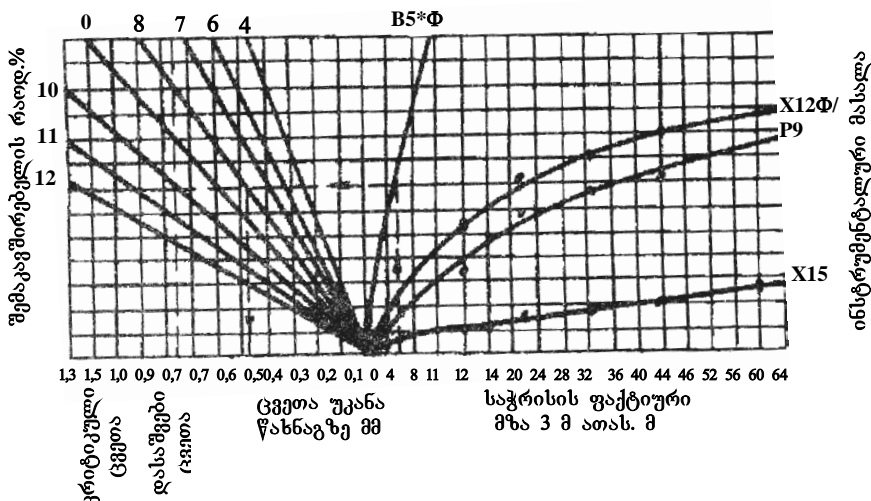
სადაც D ხერხის დიამეტრია, მმ; $\varphi_{\text{კ}}$ - კონტაქტის კუთხე,

$$\varphi_{\text{კ}} = \Theta_{\text{ბ}} - \Theta_{\text{ა}}, \quad (19.12)$$

$$\Theta_{\text{ა}} = \arccos\left(1 - \frac{a}{R}\right), \quad (19.13)$$

$$\Theta_{\text{ბ}} = \arccos\left(1 - \frac{a+H}{R}\right). \quad (19.14)$$

19.5 ცხრილში მოცემულია შესწორების კოეფიციენტები, რომლებიც ითვალისწინებენ ხერხის კბილების ცვეთას. კბილის ცვეთის სიდიდე უკანა წახნაგზე განისაზღვრება ნომოგრამის მიხედვით (ნახ. 19.4).



ნახ. 19.4. ხერხის კბილების უკანა წახნაგის ცვეთის სიდიდის განმსაზღვრელი ნომოგრამა

ცხრილი 19.4

შესწორების კოეფიციენტი	ჭრის სიქარე, მ/წმ															
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100	110	120
a_V	1,39	1,29	1,19	1,11	1,05	1	1	1,03	1,08	1,17	1,3	1,44	1,58	1,75	1,9	2,06
m_V	1,2	1,17	1,13	1,1	1,07	1,04	1	0,96	0,920	0,89	0,84	0,76	0,69	0,62	0,56	0,49

ცხრილი 19.5

შესწორების კოეფიციენტი	უკანა წახნაგის ცვეთა, მმ											
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	
a_p	1,0	1,0	1,03	1,1	1,25	1,38	1,6	1,8	2,06	2,3	2,55	
m_p	0,436	9,6	0,815	1,0	1,22	1,38	1,48	1,6	1,76	1,86	2,1	

კბილის ცვეთა დამოკიდებულია ფილების შემაკავშირებლის რაოდენობაზე, კბილის მასალასა და ჭრის ფაქტიურ გზაზე.

მაგალითი. განვსაზღვროთ ჭრის ძალები და სიმძლავრე მრავალხერხა საფორმატე ჩარხზე II ჯგუფის ფილის დახერხვის დროს (მოცულობითი წონა 0,6 სმ³; შემაკავშირებელი 10%).

მოცემულია: ხერხის დიამეტრი 400 მმ; განახერხის სივანე 3მმ; განახერხის სიმაღლე 40 მმ; ხერხის ბრუნვათა რიცხვი 2500 ბრ/წთ; კბილთა რიცხვი 36; მიწოდების სიჩქარე 12 მ/წთ; მიწოდება შემხვედრია. ხერხის ნაწილის სიდიდე $a=10$ მმ; ხერხის მიერ გახერხილი მასალის სიგრძე 400 გრძმ.

ამოხსნა:

1. განვსაზღვროთ კბილზე მიწოდების სიდიდე

$$U_z = \frac{1000 \cdot U}{z \cdot n} = \frac{1000 \cdot 12}{36 \cdot 2500} = 0,14 \text{ მმ.}$$

2. კონტაქტის კუთხის სიდიდე

$$\varphi_d = \Theta_\delta - \Theta_\eta,$$

$$\Theta_\delta = \arccos\left(1 - \frac{a+H}{R}\right) = \arccos\left(1 - \frac{10+40}{200}\right) = \arccos 9,75 = 41^\circ 24';$$

$$\Theta_\eta = \arccos\left(1 - \frac{a}{R}\right) = \arccos\left(1 - \frac{10}{200}\right) = \arccos 0,95 = 18^\circ 21';$$

$$\varphi_d = 41^\circ 24' - 18^\circ 21' = 23^\circ 13' \approx 23^\circ.$$

3. ჭრის რკალის სიგრძე

$$l = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi_d}{360} = \frac{314 \cdot 400 \cdot 23}{360} = 80,2 \text{ მმ.}$$

4. ბურბუშელის საშუალო სისქე

$$e_b = \frac{U_z \cdot H}{l} = \frac{0,14 \cdot 40}{80,2} = 0,07 \text{ მმ.}$$

5. გავიგებთ ჭრის კუთრი მუშაობის ცხრილურ მნიშვნელობას

$$K'_b = \frac{0,085c}{e_b} + 4,1 = \frac{0,085 \cdot 0,883}{0,07} + 4,1 = 5,17 \frac{\text{მმ} \cdot \text{მ}}{\text{სმ}^3}.$$

6. ჭრის სიჩქარე

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 2800}{60 \cdot 1000} = 58,6 \text{ მ/წთ.}$$

7. ჭრის ფაქტიური გზა ერთი კბილისათვის

$$S_{\text{ფ}} = \frac{L \cdot l}{U_z \cdot z} = \frac{400 \cdot 80,2}{0,14 \cdot 36} = 6365 \text{ მ.}$$

8. ნომოგრამის (ნახ. 19.4) მიხედვით გავივებთ კბილის უკანა წახნაგზე ცვეთის სიდიდეს 400 გრძ. მ ფილების დახერხვისას, მოცემულ პირობებში იგი ტოლი იქნება 0,75მმ.

9. 19.2...19.5 ცხრილებიდან ვპოულობთ შესწორების კოეფიციენტებს:

$$a_{\gamma} = 1,14; \quad a_{\rho} = 1,21; \quad a_{\nu} = 0,82; \quad a_{\rho} = 1,08,$$

$$m_{\gamma} = 1; \quad m_{\rho} = 1,17; \quad a_{\nu} = 0,9; \quad a_{\rho} = 1,07.$$

10. კუთრი მუშაობის სიდიდე

$$K' = K'_b \cdot a_{\gamma} \cdot a_{\rho} \cdot a_{\nu} \cdot a_{\rho} = 5,17 \cdot 1,14 \cdot 1,21 \cdot 0,82 \cdot 1,08 = 6,32 \frac{\text{კმ} \cdot \text{მ}}{\text{სმ}^3}.$$

11. m კოეფიციენტი

$$m = m_G \cdot m_{\nu} \cdot m_{\rho} \cdot m_{\gamma} \cdot m_{\rho} = 0,3 \cdot 0,9 \cdot 1,17 \cdot 1 \cdot 1,07 = 0,338.$$

12. ჭრის მხები ძალა

$$P = \frac{K'_b H U}{60 V} = \frac{6,32 \cdot 3 \cdot 40 \cdot 12}{60 \cdot 58,6} = 2,6 \text{ კპ.}$$

13- რადიალური ძალა

$$R = mP = 0,228 \cdot 2,6 = 0,88 \text{ კპ.}$$

14. ჭრის სიმძლავრე

$$N_{\text{ჭრ}} = \frac{PV}{102} = \frac{2,6 \cdot 58,6}{102} = 1,5 \text{ კვტ.}$$

რეკომენდებული პარამეტრები და მერქანბირბუშეელის ფილების ხერხვის რეჟიმები

1. მრგვალი ხერხის კბილების კუთხური პარამეტრები:

γ – წინა კუთხე – 15°;

β – ალესვის კუთხე – 60°;

α – უკანა კუთხე – 15°;

ორიბი ალესვის კუთხე

წინა წახნაგზე – 75°;

უკანა წახნაგზე – 75°-90°.

2. გადაყრის სიდიდე (გაფართოების) ერთ მხარეს 0,6-0,7 მმ.

3. მიწოდება კბილზე:

ა) 0,7 გ/სმ³-ზე ნაკლები მოცულობითი წონის ფილების დახერხვის დროს, რომელშიც შემაკავშირებლის რაოდენობა 8%-ზე ნაკლებია,

$$U_z = 0,03...0,05 \text{ მმ};$$

ბ) იმ ფილების დახერხვისას, რომელთა მოცულობითი წონა 0,7-დან 0,9 გ/სმ³-მდეა და რომელიც შეიცავს შემაკავშირებელს 8-დან 12%-მდე

$$U_z = 0,05...0,1 \text{ მმ};$$

გ) იმ ფილების დახერხვისას, რომელთა მოცულობითი წონა 0,9 გ/სმ³-ზე მეტია და რომელშიც შემაკავშირებლის რაოდენობა 12%-ზე მეტია

$$U_z = 0,15...0,25 \text{ მმ}.$$

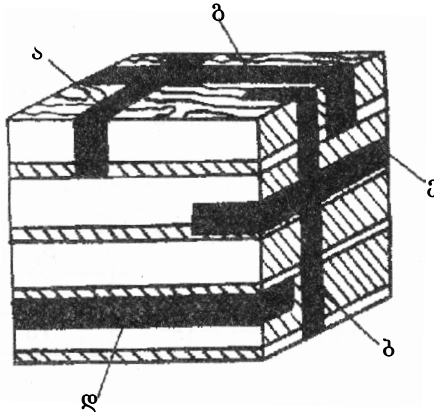
4. ჭრის სიჩქარე – 50-70 მ/წმ.

5. მასალის ზემოთ ამოსული ხერხის ნაწილის სიდიდე – 5-15 მმ. მცირე მნიშვნელობა აიღება დაბალი მოცულობითი წონის და ნაკლები შემაკავშირებლის შემცველი ფილების დახერხვის დროს.

19.3. მერქანშრეული პლასტიკების ხერხვა

მერქანშრეული პლასტიკები დამზადებულია სინთეზური წებობით შეწებებული ახილი შპონის ფურცლებისგან თერმული დამუშავებით, მაღალი წნევის ქვეშ. უმეტესად ხერხავენ ისეთ მერქანშრეულ პლასტიკებს, რომელშიც შპონის 10-20 პარალელური შრე შენაცვლებულია 90°-ით. პლასტიკის სტრუქტურა (ნახ. 19.3) განსაზღვრავს ხერხვის შემდეგ სახეებს: ბოჭკოების განივად (ა), ბოჭკოების გასწვრივ დაწნეხის მიმართულებით (ბ), დაწნეხის განივად მიმართულების პერპენდიკულარულად (გ), წებოს შრის პარალელურად (დ), ბოჭკოების გრძივად მათი ტორსულად გადაკვეთით (ე).

კუთრი მუშაობის სიდიდე და მერქანშრეული პლასტიკების მრგვალი ხერხით რეკომენდებული პარამეტრები მოცემულია შესაბამისად ცხრილებში (ნახ. 19.6) და (19.7).



ნახ. 19.5. მერქანშრეული პლასტიკის ხერხვის სახეები

ცხრილი 19.6

მერქანშრეული პლასტიკების მრგვალი ხერხით ხერხვის კუთრი მუშაობის მნიშვნელობები

მიწოდება კბილზე U_z	კუთრი მუშაობა K' , $\frac{\text{კმ} \cdot \text{მ}}{\text{სმ}^3}$		
	განივი (ნახ. 16.3, ა)	გრძივი (ნახ. 16.3, ბ, ე)	გრძივი (ნახ. 16.3, გ, დ)
0,025	50,96	57,1	40,8
0,05	34,6	43,8	31,1
0,10	25,5	34,6	25,5
0,15	21,4	30,1	20,9
0,20	20,4	26,5	18,3
0,30	18,3	26,5	15,3
0,50	15,3	26,5	14,3

ცხრილი 19.7

ხერხის კბილების რეკომენდებული პარამეტრები და მიწოდების სიდიდე კბილზე

ხერხვის სახე	ტეხილი უკანა წახნაგიანი კბილის კუთხეები, გრად			მიწოდება კბილზე U_z , მმ
	α	γ	$\beta_{\text{კკ}}$	
განივი (ნახ. 16.3, ა)	15-20	0-5	75	0,15-0,20
გრძივი (ნახ. 16.3, ბ, ე)	15-20	15	75	0,20
გრძივი (ნახ. 16.3, გ, დ)	15-20	15-20	90	0,15-0,20 (0,3-მდე)

19.4. მერქანბურბუშელის ფილების ფრეზვა. საცნობარო მონაცემები. ფრეზვის ძალების და სიმძლავრის გაანგარიშება

მერქანბურბუშელის ფილების და მერქნის ფრეზვისას ჭრის პარამეტრების ძირითადი საანგარიშო ფორმულები და მათი ურთიერთდამოკიდებულება ერთნაირია (იხ. ნახ. 14.1). ფრეზვის სიმძლავრე და ძალები შესაბამისად გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

$$N = \frac{K' b H U}{60 \cdot 120} \text{ კვტ}; \quad (19.15)$$

$$P = \frac{N \cdot 102}{V} \text{ კვ}. \quad (19.16)$$

ჭრის კუთრი მუშაობა გამოითვლება ჭრის მუშაობის ცხრილური მნიშვნელობის გადამრავლებით (ცხრ. 19.7) შესწორების კოეფიციენტზე:

ცხრილი 19.1

	მიწოდება საჭრისზე, მმ									
კუთრი მუშაობა	0,20	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
K'_s კვმ/სმ ³	45	34	28,7	25	22,5	18,3	17	16	13,7	15

ცხრილი 19.7 გაგრძელება

	მიწოდება საჭრისზე, მმ				
კუთრი მუშაობა	0,7	0,75	0,8	0,9	0,1
K'_s კვმ/სმ ³	13,7	12	12,5	11,2	10,2

$$K' = K'_b \cdot a_6 \cdot a_7 \cdot a_p \cdot a_\delta, \quad (19.17)$$

სადაც a_6 არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს იმ ნაწილაკთა ტიპის გავლენას, რომლისგანაცაა დამზადებული ფილა (ცხრ. 19.8); a_7 – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ფილის მოცულობითი წონის გავლენას (ცხრ. 19.9); a_p – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს საჭრისის ცვეთის გავლენას (ცხრ. 19.10); a_δ – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ჭრის კუთხის გავლენას (ცხრ. 19.11).

ცხრილი 19.8

შესწორების კოეფიციენტი	ფრეზის სახე	ფილების ჯგუფი		
		1	2	3
a_6	ნაწიბურის ფრეზვა	1,0	0,89	0,83
	ფენობის ფრეზვა	1,0	1,1	1,23

ცხრილი 19.9

შესწორების კოეფიციენტი	მოცულობითი წონა, გ/სმ ³				
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
a_7	0,5	0,72	1,0	1,34	1,84

შესწორების კოეფიციენტის, ისე როგორც ჭრის კუთრი მუშაობის მნიშვნელობები განსაზღვრულია ცდებით და მოცემულია შესაბამის ცხრილებში.

ცხრილი 19.10

შესწორების კოეფიციენტი	შემაკავშირებლის რაოდენობა								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a_8	0,84	0,87	0,91	0,95	1,0	1,05	1,13	1,2	1,27

ცხრილი 19.11

შესწორების კოეფიციენტი	ჭრის კუთხე დგრად.			
	55	65	75	85
a_9	0,85	0,92	1,0	1,08

ცხრილი 19.12

	უკანა კუთხე	ჭრის ფაქტიური გზა, მ						
		200	400	600	800	1000	1200	1400
უკანა წახნა- გის ცვეთა η'	$\alpha-15^\circ$	0,09	0,15	0,195	0,23	0,26	0,28	0,295
	$\alpha-25^\circ$	0,04	0,07	0,1	0,125	0,15	0,175	0,195
	უკანა კუთხე	ჭრის ფაქტიური გზა, მ						
		1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800
უკანა წახნა- გის ცვეთა η'	$\alpha-15^\circ$	0,31	0,33	0,345	0,36	0,375		
	$\alpha-25^\circ$	0,215	0,24	0,26	0,28	0,3	0,39	0,4

კოეფიციენტის სიდიდე, რომელიც ითვალისწინებს საჭრისის ცვეთას, განისაზღვრება საჭრისის უკანა წახნაგის ცვეთაზე დამოკიდებულებით. საჭრისის უკანა წახნაგის ცვეთა განისაზღვრება 19.12 ცხრილის მიხედვით, სადაც მოცემულია ცვეთის სიდიდეები საჭრისისათვის, რომლის უკანა კუთხეებია, 15° და 25° .

საჭრისის ცვეთის სიდიდე დამოკიდებულია მასალაზე, რომლისგანაც საჭრისია დამზადებული. 19.13 ცხრილში მოცემული კოეფიციენტები ითვალისწინებს ამ დამოკიდებულებას.

უკანა წახნაგზე ცვეთის სიდიდე (ცხრ. 19.12) განისაზღვრება საჭრისის მიერ გავლილ ფაქტიურ გზაზე დამოკიდებულებით.

ჭრის ფაქტიური გზა განისაზღვრება (19.10) ფორმულით.

ცხრილი 19.13

შესწორების კოეფიციენტი	საჭრისის მასალა		
	XBF	P4	9X5BΦ
a_3	1,0	1,7	2,0

ცხრილი 19.14

შესწორების კოეფიციენტი	ცვეთა უკანა წახნაგზე, მმ									
	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	
a_p	0,8	1,0	1,2	1,36	1,48	1,57	1,66	1,77	2,42	

ჭრის რკალის სიგრძე განისაზღვრება ფორმულით

$$e = \frac{\pi D \phi_d}{360^\circ}, \quad (19.18)$$

სადაც D ჭრის წრეხაზის დიამეტრია.

მაგალითი. განვსაზღვროთ ჭრის სიმძლავრე, ჭრის კუთრი მუშაობა და ძალა საფრეზაე ჩარხზე II ჯგუფის ფილების წიბოს ფრეზვის დროს. ფილის მოცულობითი წონაა $0,6$ გ/მ³, შემაკავშირებლის რაოდენობა 10%.

მოცემულია: ჭრის წრეხაზის დიამეტრი 200 მმ; ჭრის კუთხე $\delta = 85^\circ$; უკანა კუთხე $\alpha = 15^\circ$; ფრეზის ბრუნვათა რიცხვი 5000 ბრ/წთ; საჭრისების რიცხვი 4. საჭრისი დამზადებულია ფოლადისაგან XBF. ფრეზვის სიღრმე $H = 200$ მმ; ფრეზვის სიგანე $B = 100$ მმ. მიწოდების სიჩქარე 10 მ/წთ; დამუშავებულია 200 გრძ.მ ფილა.

ამოხსნა:

1) განვსაზღვროთ მიწოდება ერთ კბილზე

$$U_z = \frac{1000 \cdot U}{z \cdot n} = \frac{1000 \cdot 10}{4 \cdot 5000} = 0,5 \text{ მმ.}$$

2) ჭრის კუთრი მუშაობა

$$K' = K'_b \cdot a_r \cdot a_\gamma \cdot a_p \cdot a_\delta \cdot a_\rho.$$

3) 19.7 ცხრილიდან ვპოულობთ ჭრის კუთრი მუშაობის ცხრილურ სიდიდეს

$$K'_b = 18,3 \frac{\text{კმ} \cdot \text{მ}}{\text{სმ}^3}.$$

4) ცხრილებიდან 19.7...19.11 ვპოულობთ შესწორების კოეფიციენტებს

$$a_r = 0,89; \quad a_\gamma = 0,72; \quad a_p = 1,13; \quad a_\delta = 1,08.$$

5) ჭრის ფაქტიური გზა

$$S_{\text{ფ}} = \frac{L \cdot l}{U_z \cdot z}$$

ჭრის რკალის სიგრძე

$$l = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi_d}{360}.$$

კონტაქტის კუთხე

$$\psi_d = \arccos\left(1 - \frac{a}{R}\right) = \arccos\left(1 - \frac{2}{100}\right) = \arccos 0,98 \cong 11^\circ.$$

ჭრის რკალის სიგრძე

$$l = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi_d}{360} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 11}{360} = 19,2 \text{ მმ,}$$

მაშასადამე

$$S_{\text{ფ}} = \frac{L \cdot l}{U_z \cdot z} = \frac{200 \cdot 19,2}{0,5 \cdot 4} = 1920.$$

6) 19.12 ცხრილიდან ვპოულობთ საჭრისის ცვეთის სიდიდეს უკანა წახნაგზე, როდესაც უკანა კუთხე $\alpha = 15^\circ$

$$\eta' = 0,337 \text{ მმ.}$$

7) 19.23 ცხრილებიდან ვპოულობთ საჭრისის მასალის (ფოლადი XBF) შესწორების კოეფიციენტს

$$a_\delta = 1.$$

8) გადავამრავლოთ უკანა წახნაგის ცვეთის მიღებული მნიშვნელობა შესწორების a_{γ} კოეფიციენტზე

$$\eta = \eta \cdot a_{\gamma} = 0,337 \cdot 1 = 0,337.$$

9) 19.14 ცხრილის მიხედვით ვპოულობთ საჭრისის ცვეთის შესწორების კოეფიციენტს $a_{\rho} = 1,72$.

10) ჭრის კუთრი მუშაობა

$$K' = K'_s \cdot a_r \cdot a_{\gamma} \cdot a_{\rho} \cdot a_{\delta} \cdot a_{\rho} = 18,3 \cdot 0,89 \cdot 0,72 \cdot 1,13 \cdot 1,08 \cdot 1,72 = 24,6 \frac{\text{კმ} \cdot \text{მ}}{\text{სმ}^3}.$$

11) ჭრის სიმძლავრე

$$N = \frac{KBHU}{60 \cdot 102} = \frac{24,6 \cdot 100 \cdot 2 \cdot 10}{60 \cdot 10} = 8,04 \text{ კვტ.}$$

12) ჭრის სიჩქარე

$$V = \frac{\pi D n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 5000}{60 \cdot 1000} = 52,3 \text{ მ/წმ.}$$

13) მხები ძალა

$$P = \frac{N \cdot 102}{V} = \frac{8,04 \cdot 104}{52,3} = 15,7 \text{ კვ.}$$

მერქანბურბუშელის ფილების ფრეზვის რეკომენდებული პარამეტრები და რეჟიმები

1. საჭრისის კუთხური პარამეტრები

იკანა კუთხე 20° - 25° ;

ჭრის კუთხე $0,6$ გ/სმ³-ზე ნაკლები მოცულობითი წონის ფილების ფრეზვისას არის 60° - 65° , ხოლო $0,6$ გ/სმ³ მეტი მოცულობითი წონის ფილების ფრეზვისას – 75° - 85° .

2. მიწოდება საჭრისზე ფრეზვისას $0,7$ გ/სმ³-ზე ნაკლები მოცულობითი წონის და 8% ნაკლები შემაკავშირებლის მქონე ფილების დამუშავების დროს არის $0,2$ - $0,3$ მმ.

$0,7$ - $0,9$ გ/სმ³ მოცულობითი წონის 8 - 12% შემაკავშირებლის მქონე ფილების დამუშავების დროს – $0,5$ - $0,7$ მმ.

$0,9$ გ/სმ³-ზე მეტი მოცულობითი წონის და 12% -ზე მეტი შემაკავშირებლის მქონე ფილების დამუშავების დროს – $0,7$ - $1,0$ მმ.

ფილის ფენობის ფრეზვის ფილის თვისებებისაგან დამოუკიდებლად მიწოდება საჭრისზე ტოლია $0,4$ - $0,6$ მმ.

დაწინხილი მერქნის ფრეზვის ძალური კანონზომიერებანი შეესაბამება ნატურალური მერქნის ფრეზვის როგორც თეორიულ, ისე ექსპერიმენტულ მონაცემებს.

მერქნის მასალების ფრეზვისას იარაღის მჭრელი ელემენტის ცვეთა უფრო მეტია, ვიდრე ნატურალური მერქნისა, აქედან გამომდინარე, ცვეთამედეგობა მცირდება.

19.5. მერქანბურბუშელის ფილების ღუნვა. საცნობარო მონაცემები. ბურღვის ძალების გაანგარიშება

მერქანბურბუშელის ფილების და მერქნის ბურღვის ჭრის პარამეტრების ძირითადი საანგარიშო ფორმულები და მათი ურთიერთდამოკიდებულება ერთნაირია (იხ. ნახ. 16).

მერქნის მასალის ბურღვისას ბურღვის მჭრელი ნაწილის ყველაზე გავრცელებულია ფორმაა ალესვა მიმჭრელით და მიმმართველი ცენტრით. ამ შემთხვევაში ბურღს აქვს ხუთი მჭრელი პირი: ორი მთავარი მჭრელი წიბო, ორი მიმჭრელი და მიმმართველი ცენტრი. უფრო იშვიათად გამოიყენება კონუსური ალესვა, რომლის დროსაც ბურღს აქვს ბრუნვის ღერძისადმი კუთხით დახრილი ორი მჭრელი წიბო.

ჭრის ძალაზე ყველაზე დიდ გავლენას ახდენს მთავარი მჭრელი წიბოს კუთხური პარამეტრები – ჭრის კუთხე δ და უკანა კუთხე α .

ჭრის კუთრი წინაღობის სიდიდე ფილის ბურღვის დროს გამოითვლება შემდეგი ემპირიული ფორმულებით:

8% შემაკავშირებლის შემთხვევაში

$$D = 7,5 - 13 \text{ მმ,}$$

$$K = 2,8 + 2,11\gamma - (0,17 - 0,078\gamma)D + \frac{0,5 + 1,89\gamma - (0,03 + 0,089\gamma)D}{U_z} \text{ კგ/მმ}^2; \quad (19.19)$$

$$D = 13 - 25 \text{ მმ,}$$

$$K = 2,8 + 2,11\gamma - (0,17 - 0,078\gamma)D + \frac{0,1 + 1,39\gamma - (0,005 + 0,042\gamma)D}{U_z} \text{ კგ/მმ}^2; \quad (19.20)$$

12% შემაკავშირებლის შემთხვევაში

$$D = 7,5 - 13 \text{ მმ},$$

$$K = 8\gamma - 0,25\gamma D + \frac{2,3\gamma - (\gamma - 0,242) \cdot 0,182D}{U_z} \text{ კგ/მმ}^2; \quad (19.21)$$

$$D = 13 - 25 \text{ მმ},$$

$$K = 8\gamma - 0,25\gamma D + \frac{0,25 + 0,835\gamma - (0,0085 - 0,009\gamma)D}{U_z} \text{ კგ/მმ}^2; \quad (19.22)$$

სადაც γ ფილის მოცულობითი წონაა, გ/სმ³; D – ბურღის დიამეტრი, მმ; U_z – მიწოდება საჭრისზე, მმ.

იმის გამო, რომ ჯერჯერობით ექსპერიმენტული მონაცემები არასაკმარისია იმისათვის, რომ გამოყვანილი იქნეს ასეთივე ფორმულები სხვა შემთხვევებისთვისაც. ამიტომ ზოგადი შემთხვევისათვის K -ს გამოსათვლელად მოგვყავს გაანგარიშების ცხრილური მეთოდი.

ცხრილი 19.5

მიწოდება საჭრისზე U_z , მმ	ბურღვის დიამეტრი D , მმ					
	5	7,5	10	16	20	25
0,1	26,7	12,4	9,2	7,3	6,4	5,65
0,2	16,0	9,5	6,42	5,1	4,5	3,51
0,3	11,7	7,65	5,4	4,1	3,41	2,84
0,4	10,0	6,5	5,0	3,75	3,0	2,49
0,5	8,96	5,96	4,63	3,6	2,82	2,29
0,6	8,0	5,3	4,47	3,4	2,65	2,16
0,7	7,55	4,95	4,33	3,3	2,5	2,12
0,8	7,2	4,88	4,22	3,24	2,41	2,09
0,9	6,96	4,73	4,14	3,19	2,34	2,07
1,0	6,63	4,62	4,07	3,17	2,3	2,02

19.5 ცხრილში მოყვანილია K_G -ს (კგ/მმ²) მნიშვნელობები 0,7 გ/სმ³ მოცულობითი წონის და 8% შემაკავშირებლის მქონე ფილების ფენობის ბურღვის შემთხვევაში, როდესაც ბურღვის სიღრმე არ აღემატება ფენობის სიღრმე არ აღემატება $2D$ -ს. ბურღვის პირობები: ბურღი სპირალური ჩამომჭრელებით და მიმართველი ცენტრით; $\delta = 60^\circ$; $\alpha = 20^\circ$; $n = 3150$ ბრ/წთ. სხვა მახასიათებლების მქონე ფილის შემთხვევაში K აუცილებლად უნდა იქნეს გაანგარიშებული დამხმარე შესწორების კოეფიციენტის საშუალებით:

$$K = K_{\text{ც}} \cdot a_{\gamma} \cdot a_p \cdot a_r \cdot a_{\text{ა}}, \quad (19.23)$$

სადაც a_{γ} კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს მოცულობით წონის ცვლილებას (ცხრ. 19.16).

ცხრილი 19.16

მოცულობითი წონა, გ/სმ ³	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
a_{γ}	0,72	0,86	1,0	1,14	1,29	1,43

a_p კოეფიციენტი, ითვალისწინებს შემაკავშირებლის შემცველობას (ცხრ. 19.17)

ცხრილი 19.17

შემაკავშირებლის შემცველობა, %	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a_p	0,84	0,89	0,92	0,96	1,0	1,03	1,07	1,1	1,14

ცხრილი 19.18

ბურღვის სიღრმე	2	3	4	5	6
a_r როდესაც ფილის მოცულობითი წონა <0,7 გ/სმ ³	1,0	1,2	1,35	1,44	1,85
a_r როდესაც ფილის მოცულობითი წონა >0,7 გ/სმ ³	1,0	1,32	1,61	1,86	2,1

a_H კოეფიციენტი ითვალისწინებს ბურღვის მიმართულებას (ცხრ. 19.19).

ცხრილი 19.19

ბურღვის მიმართულება	ფენობზე	წიბოზე
$a_{\text{ა}}$	1,0	1,2

a_p კოეფიციენტი ითვალისწინებს იარაღის დაბლაგვებას (ცხრ. 19.20).

წრიული ძალა და წრიული მომენტი მოიძებნება შემდეგი ფორმულებით:

$$P_{\text{წ}} = K \cdot \frac{D \cdot U_n}{4} \text{ კგ}; \quad (19.24)$$

$$M_{\text{წ}} = K \cdot \frac{D^2 \cdot U_n}{8}. \quad (19.25)$$

ღერძული ძალა შეიძლება გამოვთვალოთ ფორმულით

ცხრილი 19.20

შემაკავშირებლის შემცველობა, %	დაბლაგეგვის კოეფიციენტი a_p მასალის ბურღვის ფაქტიურ გზაზე დამოკიდებულებით, გრძ/მ (მრიცხველი ქრომსილიციუმის ფოლადი (XC, XC); მნიშვნელი – სწრაფმჭრელი ფოლადი (P9, P18)					
	200	400	600	800	1000	1200
	ფენობზე ბურღვა					
4	1,31/1,11	1,31/1,11	1,32/1,12	1,34/1,12	–	–
8	1,30/1,11	1,32/1,12	1,35/1,13	1,38/1,14	–	–
12	1,35/1,13	1,41/1,15	1,49/1,18	1,56/1,21	–	–
წიბოს ბურღვა						
4	1,41/1,06	1,15/1,06	1,17/1,06	1,19/1,07	1,21/1,08	1,24/1,09
8	1,15/1,06	1,17/1,06	1,19/1,07	1,22/1,08	1,26/1,09	1,29/1,1
12	1,19/1,07	1,23/1,08	1,31/1,11	1,41/1,15	1,51/1,19	1,62/1,25

$$P_{\text{ღ}} = mP_{\text{წ}} \text{ კბ.} \quad (19.26)$$

m კოეფიციენტის მნიშვნელობა დამოკიდებულია ბურღის დიამეტრზე. 5-დან 8მმ-მდე დიამეტრის ბურღებისათვის $m=0,5-0,9$.

9-დან 12 მმ-მდე “-“ $m=0,7-1,2$;

13-დან 16 მმ-მდე “-“ $m=1,0-1,5$;

17-დან 25 მმ-მდე “-“ $m=1,3-2,0$.

შეფარდების უდიდესი მნიშვნელობა აიღება მცირე სისქის მქონე ბურბუშელისათვის (0,1-0,25 მმ) და მცირე შეფარდება კი დიდი სისქის ბურბუშელისათვის (0,25-0,75 მმ).

ბურღვის სიმძლავრე გამოითვლება ფორმულით

$$N = K \cdot \frac{DU_n \cdot V}{408}. \quad (19.27)$$

ბურღვის მასალაში შეჭრის ფაქტიური გზა გამოიანგარიშება შემდეგი გამოსახულებით:

$$S = \frac{\pi DH i}{U_n \cdot 1000} \text{ მ,} \quad (19.28)$$

სადაც H ბურღვის სიღრმეა; i – ამობურღვის რაოდენობა.

მერქანბურბუშელის ფილების ბურღვისას ადგილი აქვს იარაღის სწრაფ დაბლაგვებას და დამუშავების დეფექტების ამობურცული ბოჭკოების სახით.

მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ საღმენადნობიანი ფოლადის სპირალური ბურღი, მჭრელი ნაწილის კონუსური აღესვით (კუთხე წვეროში 170°), ბრუნვის სიხშირე ბურღვისას $3000-4000 \frac{\text{ბრ}}{\text{წთ}}$.

მაგალითი. იბურღება მერქანბურბუშელის ფილა, რომელიც მოცულობითი წონაა $0,88 \text{ გ/სმ}^3$ და 8% შემაკავშირებლის მქონე, 9XC ფოლადისაგან დამზადებული 10 მმ დიამეტრის სპირალური ბურღით. ბურღის აღესვის ფორმა-მიმჭრელებით და მიმმართველი ცენტრით; უკანა კუთხე 20° ; ჭრის კუთხე 60° ; ბურღვის პირობები: მიწოდების სიჩქარე $U=5 \text{ მ/წთ}$; ბრუნვათა რიცხვი $n=3000 \text{ ბრ/წთ}$; ბურღვის სიღრმე 30 მმ. გაბურღულია 750 ნახვრეტი ფილის ფენობში. განვსაზღვროთ $M_{\text{ბრ}}$, $P_{\text{ღ}}$ და N .

ამოხსნა:

1. მიწოდება ერთსაჭრისზე და ერთ ბრუნვაზე

$$U_n = \frac{U \cdot 1000}{n} = \frac{5 \cdot 1000}{3000} = 1,67 \text{ მმ};$$

$$U_z = \frac{U_z}{z} = \frac{1,67}{2} = 0,83 \text{ მმ}.$$

2. 19.15 ცხრილში ვპოულობთ ცხრილურ მნიშვნელობას, $K_G = 14,2$.

3. ცხრილებში 19.16...19.19 ვპოულობთ შესწორების კოეფიციენტების მნიშვნელობებს:

$$a_\gamma = 1,14; a_p = 1; a_r = 1,32; a_a = 1.$$

4. საჭრისით გავლილი გრძივი მეტრი

$$S = \frac{\pi D H i}{U_n \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 30 \cdot 750}{1,67 \cdot 1000} = 423 \text{ გრძ.მ.}$$

5. 19.20 ცხრილიდან ვსაზღვრავთ $a_p = 1,32$.

6. ჭრის კუთრი წინაღობა

$$K = K_w \cdot a_\gamma \cdot a_v \cdot a_r \cdot a_p \cdot a_\rho = 4,2 \cdot 1,14 \cdot 1 \cdot 1,32 \cdot 1 \cdot 1,32 = 8,34 \text{ კგ/მმ}^2.$$

7. რადგან შემაკავშირებლის შემცველობა ფილაში 8%-ია, K -ს გაანგარიშება შეგვიძლია შემდეგი ფორმულით:

$$K = 2,8 + 2,11\gamma - (0,17 - 0,078\gamma)D + \frac{0,5 + 1,89\gamma - (0,03 + 0,089\gamma)D}{U_z} = 2,8 + 2,11 \cdot 0,8 - (0,17 - 0,078 \cdot 0,8) \cdot 10 + \frac{0,5 + 1,89 \cdot 0,8 - (0,03 + 0,089 \cdot 0,8) \cdot 10}{0,5} = 5,4 \text{ კგ/მმ}^2.$$

შემოვიყვანოთ შესწორების კოეფიციენტი $a_p = 1,32$,

$$K = K_1 a_p = 5,4 \cdot 1,32 = 7,12 \text{ კგ/მმ}^2.$$

განსხვავება K -ს ამ ორ მნიშვნელობას შორის შეადგენს 3%-ს.

8. წრიული ძალა

$$P_{\text{წ}} = K \cdot \frac{D \cdot U_n}{4} = 8,34 \cdot \frac{10 \cdot 1,67}{4} = 34,8 \text{ კგ}.$$

მაბრუნე მომენტი

$$M_{\text{ბრ}} = K \frac{D^2 \cdot U_n}{8} = 8,34 \cdot \frac{10 \cdot 1,67}{4} = 174 \text{ კგ.მმ} = 17,4 \text{ კგ.სმ}.$$

ღერძული ძალა

$$P_{\text{ღ}} = mP_{\text{წრ}} = 0,7 \cdot 34,8 = 24,36 \text{ კგ.}$$

9. ჭრის სიჩქარე

$$V = \frac{\pi D \cdot n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 3000}{60 \cdot 1000} = 1,57 \text{ მ/წმ.}$$

10. ბურღვის სიმძლავრე

$$N = K \frac{DU_n V}{408} = 8,34 \frac{10 \cdot 1,67 \cdot 1,57}{408} = 0,54 \text{ კვტ.}$$

ბურღვის რეკომენდებული კუთხური პარამეტრები და ბურღვის რეჟიმები

კუთხური პარამეტრები: უკანა კუთხე $\alpha = 18 - 25^\circ$, ჭრის კუთხე $\delta = 45^\circ - 60^\circ$;

1. თუ იარაღის ჭრის კუთხე მეტია 60° -ზე, რეკომენდებულია უკანა კუთხე გავადილოთ $30^\circ - 40^\circ$ -მდე.

2. ბრუნვათა რიცხვი 2500-3500 ბრ/წთ.

3. ფილის თვისებებზე დამოკიდებულებით საჭრისზე მიწოდების სიდიდე უნდა იყოს შემდეგი:

0,7 გ/სმ³-ზე ნაკლები მოცულობითი წონის და 8%-ზე ნაკლები შემაკავშირებლის შემცველი ფილის დამუშავებისას $U_z = 0,15 - 0,5$ მმ.

0,7 გ/სმ³-ზე მეტი მოცულობითი წონის და 8%-ზე მეტი შემაკავშირებლის შემცველი ფილის დამუშავების დროს $U_z = 0,25 - 0,75$ მმ.

შეანტით შეერთებისათვის ნახვრეტის ბურღვისას ფილის, რომლის მოცულობითი წონაა 0,65-დან 0,75 გ/სმ³; $U_z = 0,7 - 0,8$ მმ.

4. ბურღვის ალესვა მიმჭრელებით და მიმმართველი ცენტრით არის ყველაზე საუკეთესო ყველა ტიპის ფილის ბურღვის დროს.

5. ფილის ფენობის ბურღვის დროს, ნახვრეტის შესასვლელზე მაღალი ხარისხის მისაღებად აუცილებელია გამოვიყენოთ ქვესადენი, ნაწიბურის ბურღვა შეიძლება ქვესადების გამოყენების გარეშეც.

თუ იბურღება გამჭოლი ნახვრეტი, მაშინ ნახვრეტის გამოსასვლელზე აუცილებელია დავამაგროთ ქვესადები.

6. 0,7 გ/სმ³-მდე მოცულობითი წონის და 7%-მდე შემაკავშირებლის შემცველი ფილის ბურღვის დროს უნდა გამოვიყენოთ ბურღი, რომელიც დამზადებულია ქრომსილიციუმისანი XC, 9XC და სწრაფმჭრელი P9 და P18 ფოლადებისაგან. ისეთი ფილის ბურღვისას, რომლის მოცულობითი წონა და შემაკავშირებლის შემცველობა აღემატება ზემოთ აღნიშნულს, უნდა გამოვიყენოთ მხოლოდ სწრაფმჭრელი ფოლადისაგან დამზადებული ბურღი.

მერქნის მასალების ზრა ზუსალი იარაღებით

20.1. საერთო ცნობები

ზესალ მასალებს მიეკუთვნება ბუნებრივი და სინთეზური ალმასი, აგრეთვე ბორის კუბური ნიტრიდი.

ბუნებრივი ალმასი წარმოადგენს ნახშირბადის კრისტალურ მოდიფიკაციას. ალმასის კუთრი წონა იცვლება 3,48-დან 3,56 გ/სმ³ ზღვრებში. ალმასში ნახშირბადის ატომებს განსაკუთრებით მტკიცე კოვალენტური კავშირი აქვთ, რითაც აიხსნება მათი განსაკუთრებული სიმტკიცე და სხვა თვისებები. ალმასი ანიზოტროპულია, ე.ი. მისი სიმტკიცე და ცვეთამედეგობა სხვადასხვა მიმართულებით სხვადასხვაა.

სიხისტის მაღალი ხარისხი წარმოადგენს ალმასის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან თვისებას. მისი დრეკადობის მოდული ბუნებაში არსებული მაგარი ნივთიერებების დრეკადობის მოდულზე მეტია. იგი 2,5-ჯერ აღემატება ბორის კარბიდისა და სილიციუმის დრეკადობის მოდულს და მნიშვნელოვნად მეტია, ვიდრე სალი შენადნობების დრეკადობის მოდული, რაც უზრუნველყოფს დეფორმაციის და შიგა ძაბვების შემცირებას დასამუშავებელ მასალაში.

გარდა ამისა ალმასს ახასიათებს მაღალი თბოგამტარობა და აქვს გაფართოების მცირე კოეფიციენტი, ხახუნის დაბალი კოეფიციენტი. ალმასის მაღალი თბოგამტარობა და დაბალი კუთრი თბოტევადობა უზრუნველყოფს სითბოს არინებას და ჭრის ტემპერატურის შემცირებას.

ალმასის ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტი გაცილებით მცირეა სალი შენადნობისა და სილიციუმის კარბიდის ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტზე, ამიტომ იარაღი კრისტალური ალმასით ხასიათდება ნაკლები ტემპერატურული დეფორმაციით. ალმასის ეს თვისება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ერთ-კრისტალური მჭრელი იარაღისათვის. ალმასის დაბალი ადჰეზიური თვისებები მნიშვნელოვნად ამსუბუქებს ბურბუშელის მოძრაობას. ალმასის სტრუქტურის ერთგვაროვნება და სიმკვრივე საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ მჭრელი წიბოები ძალიან მცირე

დამრგვალების რადიუსით $\rho = 0,00005 - 0,0001$ მმ, რაც მნიშვნელოვანია მცირე განივკვეთის ბურბუშელის დამუშავებისათვის.

აღმასის მაღალი სიმტკიცე და დრეკადობის მოდული უზრუნველყოფს მჭრელი ელემენტების მაღალ ცვეთამდეგობას. აღმასის საჭრისის მედეგობა ასეულჯერ აღემატება სალი შენადნობისაგან დამზადებული იარაღის მედეგობას.

აღმასის მახასიათებელი თვისებებიდან აღსანიშნავია მისი მაღალი ქიმიური კოროზიამდეგობა, ყველაზე ძლიერი მჟავებიც კი არ მოქმედებს მასზე.

ზემოთ ჩამოთვლილ დადებით თვისებებთან ერთად აღმასს, როგორც მჭრელი იარაღის დასამზადებელ მასალას აქვს სპეციფიკური უარყოფითი თვისებები: ხელოვნური აღმასისაგან დამზადებული საჭრისის ღირებულება მნიშვნელოვნად აღემატება სალი შენადნობისაგან დამზადებული საჭრისის ღირებულებას. დეფიციტურობის გამო ერთკრისტალური აღმასის იარაღი გამოიყენება ძალიან შეზღუდულად.

ამ პრობლემის გადასაწყვეტად საჭირო შეიქმნა ზესალი პოლიკრისტალური მასალის შექმნა. ერთ-ერთ ასეთ მასალას წარმოადგენს მაღალი წნევისა და ტემპერატურის დროს შეცხოვბილი წვრილი აღმასის ფხენილი. შეცხოვბის საბოლოო პროდუქტს წარმოადგენს მოცემული ზომების მქონე 3,2-3,48 გ/სმ³ სიმკვრივის პოლიკრისტალური აღმასის ბლოკი, რომელიც სიმტკიცით არ ჩამოუვარდება ბუნებრივ აღმასს. პოლიკრისტალური აღმასის ბლოკი მზადდება სხვადასხვა ფორმისა და ზომის, უფრო ხშირად ცილინდრული ჩასადგმელების ან კვადრატული ჩასადგმელების ან კვადრატული ფორფიტების სახით (სიდიდით 3-8 მმ და წონით 0,5-1 კარატი).

პოლიკრისტალური შეცხოვბილი აღმასი უფრო ხელსაყრელია, ვიდრე ბუნებრივი აღმასის მონოკრისტალები, რომლებსაც, როგორსაც, როგორც ზემოთ იქნა აღნიშნული, ახასიათებთ ანიზოტროპიის თვისება, აქედან გამომდინარე – სიმყიფე, თერმული ზემოქმედება და მექანიკური დარტყმებისადმი გადიდებული მგრძობიარობა.

პოლიკრისტალურ შეუცხოვბელ აღმასს კრისტალების სხვადასხვა ორიენტაციის გამო ახასიათებს იზოტროპიულობა, არა აქვს ბზარების სიბრტყეები, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის მისი სიმტკიცის მაჩვენებლებს და პირველ რიგში – დარტყმით

სიბლანტეს. ამის გამო პოლიკრისტალური ალმასისაგან დამზადებული იარაღები შეიძლება გამოყენებული იქნეს წყვეტილი ჭრით დამუშავებისას.

ამჟამად ფართო გავრცელება პოვა ბალასის და კარბონადოს ტიპის პოლიკრისტალურმა ალმასებმა, რომლებსაც დეზულობენ გრაფიტისაგან სხვადასხვა გამხსნელების თანხლებით, უშუალოდ სინთეზის გზით. მათი სიმკვრივე ლითონგამხსნელების ხარჯზე აღწევს 3,5-4,0 გ/სმ³, აქვთ ერთგვაროვანი წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურა და ამზადებენ ცილინდრული ბლოკების ან ბურთულების სახით, ზომებით 3-6 მმ. დიდი ზომის პოლიკრისტალური ალმასისაგან შეიძლება დამზადდეს 1,5-2 მმ სიღრმეზე დასამუშავებელი და სპეციალური კონსტრუქციის საჭ-რისები (6 მმ-მდე), რაც საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ ისინი მხოლოდ სუფთა ოპერაციებისათვის.

ბორის კუბური ნიტრიდი ახალი სინთეზური ზესალი მასალაა, რომელიც სიმტკიცით უახლოვდება ალმასს, მხოლოდ აქვს უფრო მაღალი თბომდეგობა. ბორის კუბური ნიტრიდი წარმოადგენს ორი ელემენტის – ბორის (43,6%) და აზოტის (56,4%) შენაერთს. მას აქვს თითქმის ისეთივე კრისტალური მესერი, აგებულია და პარამეტრები, რაც ალმასს. ბორის კუბური ნიტრიდის სიმკვრივე რამდენჯერმე მცირეა ალმასთან შედარებით და შეადგენს 3,45 გ/სმ³. მისი მიკროსისალე შეადგენს 8000-10000 გ/მმ². ბორის კუბური ნიტრიდის პოლიკრისტალებს დეზულობენ მაღალ ტემპერატურაზე და წნევის ქვეშ ბორის ნიტრიდის მიკროფხენილის (ჰექსოგონალური, კუბური) შეცხოვებით ან ჰექსაგონური ბორის ნიტრიდის უშუალო სინთეზით.

უკანასკნელ წლებში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა ბორის კუბური ნიტრიდის, როგორც საიარაღო მასალის, ფიზიკურ-მექანიკური და საექსპლუატაციო თვისებების ფართო ზღვრებში ცვალებადობის საშუალება მოგვცა. ამიტომ ბორის კუბური ნიტრიდი არსებითად განსხვავებული სახისაა და გამოდის სხვადასხვა მარკის.

პოლიკრისტალური მასალებიდან ცნობილია, ელბორი, ჰექსანიტი, კომპოზიტი და სხვ.

ელბორი პოლიკრისტალური ზესალი მასალაა და ბორის ნიტრიდის ფუძეზე სხვადასხვა დანამატებით მზადდება.

ისმიტი პოლიკრისტალური ბორის კუბური ნიტრიდია.

აღმასისა და სხვა საიარაღო მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები

მასალა	კმ/რ ჩხვამცხოვ	მკმ/მმ ² მე	მკმ/მმ ² მოღობი, კმ/მმ ²	მკმ/მმ ² სიმკვრივე მკმ/მმ ² მკმ/მმ ² მკმ/მმ ²	მკმ/მმ ² თბოგამტარობის კოეფიციენტი 0°C, კალ/სმ.გრ.ად.	მკმ/მმ ² ხაზოვანი გაფართო- ბის კოეფიციენტი X 10 ⁻⁶	მკმ/მმ ² სიმკვრივის ზღვარი მკმ/მმ ²	მკმ/მმ ² კუთრი თბოტემ- პერატურა, კალ/მკმ.გრ.ად.
აღმასი	3,01-3,56	7000-10000	90000-100000	200	0,350	0,63-1,45	21-29	0,12
ბორის კუბური ნიტრიდი	3,5-3,54	8000-10000	-	-	-	-	-	-
სალი შენადნო- ბები BK8	14,8-14,4	1560-1690	54000-2220	400-500	0,140	5	160	0,04
სწრაფმჭრელი ფოლადი P18	8,7	700-1000	-	360	0,058	11	370	0,03

ჰექსანიტი პოლიკრისტალური მასალაა ბორის ნიტრიდის ფუძეზე, რომელსაც აქვს კარგი თერმომედეგობა და დაბალი სიმყიფე.

გარდა ზემოთ აღწერილი მსხვილი პოლიკრისტალების მარკებისა მზადდება კომპოზიციური მასალები: სლავუტიჩი, კომპოზიტი და სხვა.

აშშ-ში პოლიკრისტალები ბორის კუბური ნიტრიდის ფუძეზე მზადდება სახელწოდებით ბორიზონი.

ამ მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები მოცემილია ცხრილში 20.1. უკანასკნელ ხანს ხის დამამუშავებელ მრეწველობაში ფართოდ გამოიყენება ახალი მერქნის მასალები, კერძოდ: მერქნის ბურბუშელის და მერქანფენოვანი ფილები. ამ მასალების თვისებები მნიშვნელოვნად განსხვავდება მერქნის თვისებებისაგან მათში შემაკავშირებლის არსებობის გამო, რომელიც დამამუშავების პროცესში მოქმედებს როგორც აბრაზიული მასალა და იწვევს იარაღის სწრაფ დაბლაგვებას.

20.2. ბორის კუბური ნიტრიდის გამოყენება ჭრის პროცესებში (ტორსული ფრეზვა, ხერხვა)

ფენობის დამამუშავებამ ტორსული ფრეზვით ბოლო პერიოდში ფართო გამოყენება პოვა, მთელი რიგი უპირატესობების გამო:

1. განიერი დეტალების დამამუშავების მაღალი მწარმოებლურობა;

2. დამამუშავებელი ზედაპირის უკეთესი ხარისხი ცილინდრული ფრეზვისას;

3. ნაკლები სიმძლავრე ჭრაზე;

4. საიარაღო მასალის ნაკლები ხარჯი და მჭრელი საიარაღო მასალებისაგან, კერძოდ სინთეზური ალმასისა და ბორის კუბური ნიტრიდისაგან დამზადებული საჭრისების გამოყენების შესაძლებლობა.

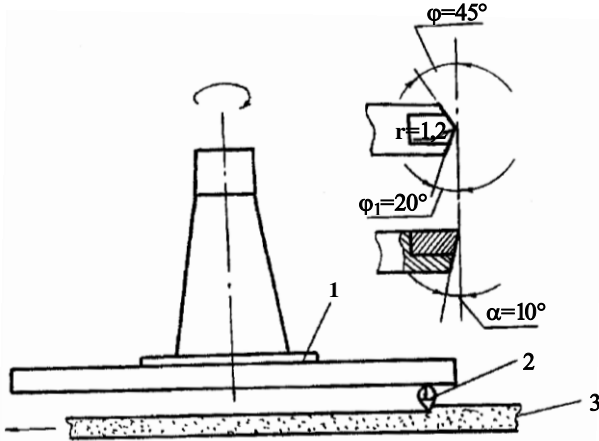
ზესალი მასალებისაგან დამზადებული იარაღების გამოყენებისას ტორსული ფრეზვის დროს ძირითადია:

1) ზესალი მასალისაგან დამზადებული იარაღის (საჭრისის) რადიონალური გამოყენების სფეროს დადგენა;

2) ზესალი მასალისაგან დამზადებული იარაღის მედეგობის განსაზღვრა;

3) ზესალი მასალისაგან დამზადებული საჭრისის ფრეზისას ხარისხობრივი და ძალური მახასიათებლების განსაზღვრა საჭრისის ცვეთაზე დამოკიდებულებით.

ტორსული ფრეზის (ნახ. 20.1) თავისებურებას წარმოადგენს ფრეზის 1 საჭრისის 2 ბრუნვის სიბრტყის პარალელურობა დასამუშავებელი მასალის 3 ზედაპირთან.



ნახ. 20.1. ტორსული ფრეზის სქემა

ტორსული ფრეზის ჭრის სქემა და აუცილებელია აღნიშვნები ნაჩვენებია ნახ. 20.2-ზე.

დაბლაგვების r რადიუსის შემთხვევაში (კვეთი XY) მიიღება კონტაქტის კუთხე ϕ_1 , რომელსაც შეესაბამება რკალი $l = au$ მოსახსნელი ფენის h სიმაღლეზე, იგი განისაზღვრება ფორმულით

$$\cos \phi_1 = \frac{r-h}{r}. \quad (20.1)$$

ბურბუშელის განივკვეთი

$$ch = e_{საფ} l, \quad (20.2)$$

სადაც c მიწოდებაა საჭრისზე, მმ; h – მოსახსნელი ფენის სისქე, მმ; $e_{საფ}$ – განივკვეთის საშუალო სისქე, მმ; l – შეჭრის რკალის სიგრძე, მმ.

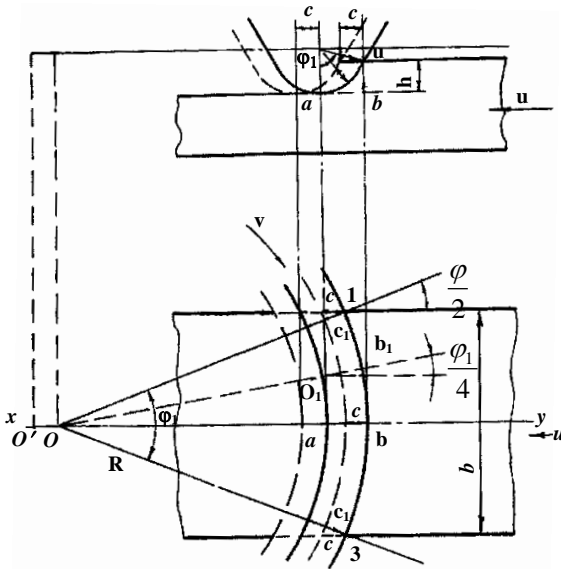
ბურბუშელის საშუალო სისქე

$$e_{\text{საშ}} = \frac{ch}{e} = \frac{ch}{\frac{2\pi r}{360} \varphi_1} = \frac{57ch}{r \cdot \arccos \frac{r-h}{r}}. \quad (20.3)$$

ნახ. 20.2-დან

$$\frac{b}{r} = R \sin \frac{\varphi^2}{r},$$

$$\varphi_2 = 2 \arcsin \frac{b}{2R}.$$



ნახ. 20.2. ტორსული ფრეზის ჭრის სქემა

დასამუშავებელ მასალაში საჭრისის შესვლისა და გამოსვლის დროს (წერტილები 1 და 3)

$$c_1 = c \cos \frac{\varphi_2}{r} = c \cos \left(\arcsin \frac{b}{2R} \right). \quad (20.4)$$

კვეთაში, რომელიც შეესაბამება 0-1 მდებარეობას

$$e'_{\text{საშ}} = \frac{57c_1 h}{r \varphi_1} = \frac{57ch}{r \cdot \arccos \frac{r-h}{r}} \cos \left(\arcsin \frac{b}{2R} \right). \quad (20.5)$$

ნომინალური ბურბუშელის სისქე იცვლება სიმეტრიულად საჭრისის დასამუშავებელი მასალის შეჭრიდან შუა ნაწილამდე და შემდეგ მასალიდან გამოსვლამდე. ამგვარად,

$$e = \frac{e_{\text{საშ}} + e'_{\text{საშ}}}{2} = \frac{57ch \left[1 + \cos \left(\arcsin \frac{b}{2R} \right) \right]}{2r \cdot \arccos \frac{r-h}{r}}. \quad (20.6)$$

ჭრის სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით

$$U = \frac{\pi D n}{60 \cdot 1000} \text{ მ/წმ}. \quad (20.7)$$

მიწოდების სიჩქარე

$$U = \frac{n \cdot z \cdot c}{1000} \text{ მ/წთ}, \quad (20.8)$$

სადაც D ჭრის დიამეტრია, მმ; n – ფრეზის ბრუნვათა რიცხვი, ბრ/წთ; c – მიწოდება ერთ საჭრისზე, მმ; z – საჭრისთა რიცხვი ფრეზში.

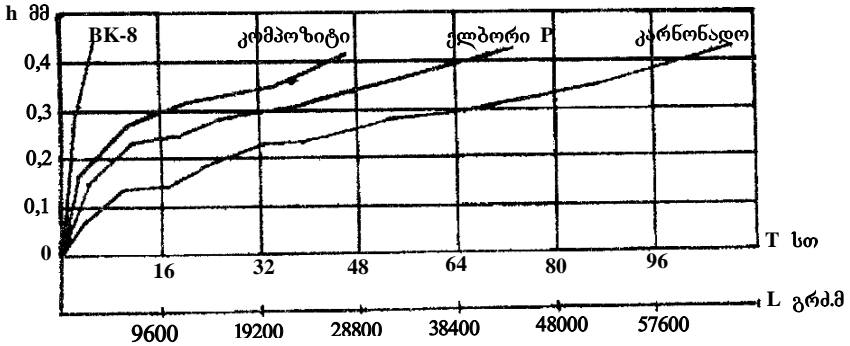
მერქნის ბურბუშელის ფილის დაკალიბრების არსებული ხერხი ვერ უზრუნველყოფს ფილის ერთნაირი სისქის და საჭირო სიბრტყეობის მოღებას. ფილის დასაკალიბრებლად და საბოლოო დასამუშავებლად ტორსული ფრეზვის გამოყენება არის ერთ-ერთი პერსპექტიული მიმართულება.

პირველად კარბონადოს, ელბორის და კომპოზირებისაგან დამზადებული იარაღები (საჭრისები) გამოყენებული იქნა ჩვენს მიერ საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის მერქნის ტექნოლოგიის კათედრის ლაბორატორიაში 1972 წელს.

ტორსული ფრეზვის მერქნის ბურბუშელის ფილის დაკალიბრებისას ფრეზის დიამეტრი შეადგენდა $D = 700$ მმ. ამ საიარაღო მასალის ჭრის თვისებების გამოვლენისათვის ჩატარებული იქნა გამოკვლევები სალი შენადნობის BK-8-თან შესადარებლად. ჭრის სიჩქარე იყო 60 მ/წმ, მიწოდების სიჩქარე საჭრისზე 0,25 მმ, ჭრის სიღრმე – 1,5-2 მმ; ჭრის თვისებები ფასდებოდა საჭრისის უკანა ზედაპირზე ცვეთის ფართობის მიხედვით ცვეთის $h = 0,4$ მმ მიღწევამდე.

ტორსული ფრეზვისას ჩატარებული გამოკვლევების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ელბორისაგან დამზადებული საჭრისის ცვეთამე-

დეგობა დაახლოებით 20-ჯერ მეტია, ვიდრე სალი შენადნობისა. დაახლოებით 1,5-ჯერ მეტი ცვეთამდეგობით ხასიათდება ელბორისაგან დამზადებულ საჭრისთან შედარებით კარბონადოსაგან დამზადებული საჭრისი (ნახ. 20.3).



ნახ. 20.3. საჭრისის ცვეთის დამოკიდებულება დამუშავების ხანგრძლივობასა (T) და დამუშავებული მასალის სიგრძეზე (L)

ამჟამად მრეწველობა უშვებს ცილინდრული ფორმის მეტალიზებულ ელბორს P, ზომებით 4x4 სმ, რაც მათი გამოყენების საშუალებას იძლევა, კერძოდ, მათგან შეიძლება დამზადდეს ისეთი მერქანსაჭრელი იარაღები, როგორცაა დისკური ხერხი, ფრეზი, ბურღი და სხვ.

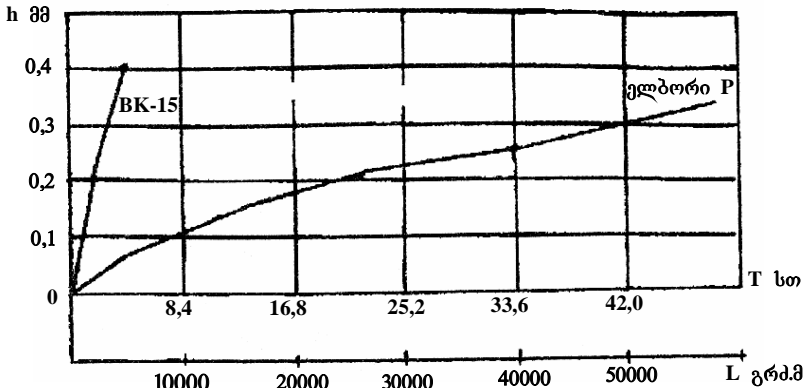
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არალითონური მასალების დარგობრივ სამეცნიერო-კვლევით ლაბორატორიაში დამუშავებული და დამზადებულია ხერხები დაარმატურებული ელბორით. მეტალიზებული ელბორის P დამაგრება ხერხის ტანზე ხორციელდება მირნილვით.

როგორც საწარმოო გამოცდის ანალიზმა გვიჩვენა, ელბორიანი ხერხის მდგრადობა სალშენადნობიან ხერხთან შედარებით 10-15-ჯერ მაღალია. ამასთან უნდა აღვნიშნოთ, რომ ელბორით აღჭურვილი ხერხი $h=0,4$ ცვეთის მიღწევისას უკანა წახნაგზე ინარჩუნებს მჭრელ თვისებებს და განახერხის საჭირო ხარისხს (ნახ. 20.4).

1974 წელს ზემოაღნიშნული ლაბორატორიის თანამშრომლებმა დააპროექტეს და დაამზადეს ნახევრად ავტომატური ჩარხი

მერქნის ბურბუშელის ფილის დასაკალიბრებლად, სადაც მჭრელ ელემენტად გამოყენებული იქნა ზესალი მასალისაგან (ელბორი P, კომპოზიტი, კარბონადო) დამზადებული საჭრისი.

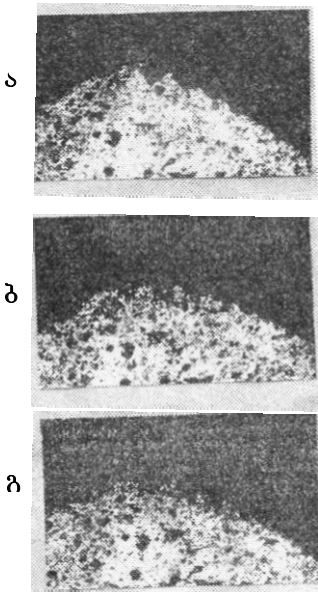
ასეთი ტიპის ჩარხებმა დიდი გამოყენება პოვა ყოფილ სსრ კავშირის მრავალ ხის დამამუშავებელ საწარმოში.



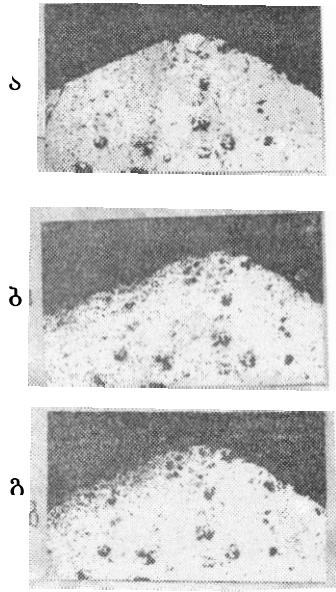
ნახ. 20.4. ხერხის $h_{\text{უ}}$ ცვეთის დამოკიდებულება დამუშავების T ხანგრძლივობასა და დამუშავებული მასალის L სიგრძეზე დისკური ხერხით ხერხვისას

ნახაზებზე 20.5 და 20.6 წარმოდგენილია ელბორისა P და კარბონდოსაგან დამზადებული საჭრისების წინა ზედაპირების მიკროფოტოგრაფიები მერქნის ბურბუშელის ფილის ფრეზვამდე და ფრეზვის შემდეგ ჭრის 60 მ/წმ და მიწოდების $U_z = 0,25$ მმ სინქარით.

როგორც ნახაზებიდან ჩანს, ელბორის იარაღის ფორიანობა კარბონდოსაგან დამზადებული იარაღის ფორიანობასთან შედარებით, განსაზღვრული სტატიკური მეთოდით 19% ტოლია, მაშინ როდესაც კარბონდოსაგან დამზადებული იარაღის ფორიანობა შეადგენს 8%-ს. ხანმოკლე ჭრის შემდეგ უშუალოდ მჭრელ წიბოზე წარმოიქმნება ელბორი ცალკეული ნაწილების მიკროანატექები, ისინი ძირითადად მიიღება ფორიან ადგილებში. როგორც ჩანს, ფორებში ადგილი აქვს ძაბვათა კონცენტრაციას და წარმოებს მჭრელი იარაღის მიკრორღვევა. იმის გამო, რომ ელბორისა და კარბონდოს სიმტკიცე, სალი შენადნობების სიმტკიცესთან შედარებით რამდენადმე მაღალია, მათი აბრაზიული ცვეთის ინტენსიურობა გაცილებით დაბალია.



ნახ. 20.5. ელბორისაგან დამზადებული იარაღების წინა წახნაგების მიკროფოტოგრაფიები: ა - დამუშავებამდე; ბ - 52 წთ მუშაობის შემდეგ; გ - 100 წთ მუშაობის შემდეგ

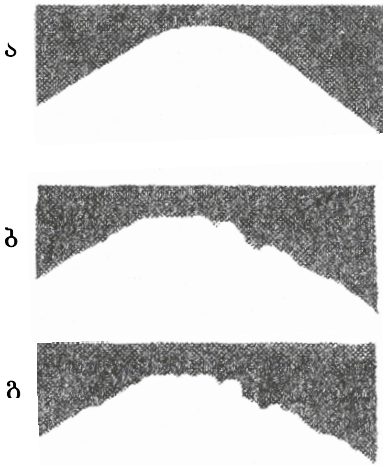


ნახ. 20.6. კარბონადოსაგან დამზადებული იარაღების წინა წახნაგების მიკროფოტოგრაფიები: ა - დამუშავებამდე; ბ - 52 წთ მუშაობის შემდეგ; გ - 100 წთ მუშაობის შემდეგ

უნდა ვიგულისხმეთ, რომ იარაღის საკონტაქტო ზედაპირების მიკრორღვევის მიზეზი არის დადლილობითი მოვლენები. უფრო ცვეთაგამძლეა კარბონადოსაგან დამზადებული იარაღები (ნახ. 20.6). აღნიშნული საიარაღო მასალების ფორიანობა არსებითად მცირეა ფორიანობასთან შედარებით, რაც საბოლოო ჯამში იწვევს კარბონადოს სიმტკიცის ზრდას. ამიტომ კარბონადოსაგან დამზადებული იარაღების მიკრორღვევის ინტენსიურობა მნიშვნელოვნად მცირეა.

შევედართ ამ მაჩვენებლით ელბორისა და კარბონადოსაგან დამზადებული იარაღები ბუნებრივი ალმასისაგან დამზადებულ იარაღს.

ბუნებრივი ალმასი თითქმის არ ხასიათდება ფორიანობით (ნახ. 20.7).



ნახ. 20.7. ბუნებრივი ალმასისაგან დამზადებული იარაღების წინა ზედაპირების მიკროფოტოგრაფიები: ა – დამუშავებამდე; ბ – 52 წთ მუშაობის შემდეგ; გ – 100 წთ მუშაობის შემდეგ

ცვეთის მექანიზმის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ელბორთან და კარბონადოსთან შედარებით ნაკლები სიმკიფის გამო, ბუნებრივ ალმასში ცვეთას იწვევს მჭრელი იარაღის საკონტაქტო ფენების ინტენსიური მიკროამოფშვნა, ამიტომ ბუნებრივი ალმასის იარაღის ცვეთამდეგობა ნაკლებია, ვიდრე კარბონადოს იარაღებისა, ხოლო თითქმის იგივეა, რაც ელბორის. ზემოთ აღნიშნული საშუალებას იძლევა ხის დამამუშავებელ მრეწველობაში ფართოდ დაინერგოს ზესალი მასალებით (ელბორისა და კარბონადოს) აღჭურვილი მერქნის საჭრელი იარაღები, განსაკუთრებით მერქნის ბურბუშელის ფილის დაკალიბრებისათვის და მისი მექანიკური დამუშავებისათვის.

საანგარიშო ფორმულები და საცნობარო მონაცემები

№	პროცესი განსახ- ღვრებები და აღნიშვნები	რანდვა (ნახ. 4.8, ა)	ფრეზვა ნახ. 4.8, ბ)	ხერხვა დისკური ხერხით (ნახ. 11.1)	ხერხვა ლენ- ტური ხერხით (ნახ. 11.3)	ხერხვა ჩარჩო ხერხით (ნახ. 12.1)
1	2	3	4	5	6	7
1	H , მმ – მუშა სვლა	$H=L$ მმ, სადაც L ნამზადის სიგრძეა	D მმ – ჭრის წრეწირის დიამეტრი, z – ერთი ბრუნვის განმავლობაში ჭრაში მონაწილე საჭრისთა რიცხვი; t – კბილთა ბიჯი	$H = \pi D = zt$	D – ბორბლის დიამეტრი	$H=2R = D, = zt$ R მმ – მრუდმხარას რადიუსი; z – ერთი მუშა სვლის განმავლობა- ში ჭრაში მონაწილე კბილთა რიცხვი
2	z – ერთი ბრუნვის განმავლობაში ჭრაში მონაწილე საჭრისთა რიცხვი;	$z = 1$		$z = \frac{\pi D}{t}$		$z = \frac{H}{t}$
3	l მმ – კონტაქტის რკალის სიგრძე	$l = L$		$l = \frac{\pi D}{360} \varphi = 0,0175R\varphi$		h
4	φ – კონტაქტის კუთხე	–	კონტაქტის კუთხე ნახ.14.2 ნომოგრამის მიხედვით $\varphi = \arccos \frac{R-h}{R}$	$\angle \varphi = \Theta_{გამოს.} \Theta_{შესვ.}$ ნახ. 11.2 ნომოგრამის მიხედვით ან $\varphi = \arccos \frac{R-h}{R}$ – $-\arccos \frac{a+h}{R}$	–	–

1	2	3	4	5	6	7
5	z_l და z_h - კბილთა რიცხვი L -ზე ან h -ზე	$z_l=1$	$z_l = \frac{l}{t}$			$z_h = \frac{h}{t}$
6	$e_{\text{საშ}}$ /მმ/ - ბურბუშელის საშუალო სისქე	$e=c$ განისაზღვრება დანის გამონაშვევით	$e_{\text{საშ}} = c \sin \Theta_{\text{საშ}} = \frac{c \cdot h}{l}$	$e_\lambda = \frac{b}{S} c \sin \Theta =$ $= \frac{b \cdot ch}{s \cdot l}$ $e_\Delta = c \sin \Theta =$ $= \frac{ch}{l}$	$e_\lambda = \frac{b}{S} c$ - ხერხის სისქე $e_\Delta = c$ განახერხის სიგანე	
				ნიშანი λ - კბილების გადაყრის სიმბოლო: Δ - გატყელების სიმბოლო		
7	$\sin \Theta_{\text{საშ}}$ სადაც $\Theta_{\text{საშ}}$ საშუალო შეხვედრის კინემატიკური კუთხეა	$\sin \Theta_{\text{საშ}}=1$ $\Theta_{\text{საშ}} = 90^\circ$		$\sin \Theta_{\text{საშ}} = \frac{h}{l}$		$\sin \Theta_{\text{საშ}}= 1$ $\Theta_{\text{საშ}}= 90^\circ$
8	c მმ - მიწოდება ჭრაზე	c - დანის გამონაშვევით			$c = \frac{1000U}{zn}$	
9	U მ/წთ - მიწოდების სიქარე	მიწოდება წარმოებს უქმ სვლაზე c მმ			$U = \frac{cn}{1000}$	
10	Δ მმ - მიწოდება სვლაზე ან ბრუნვაზე	$\Delta = c$		$\Delta = cz = c \frac{\pi D}{t}$		$\Delta = cz = c \frac{H}{l}$

1	2	3	4	5	6	7
11	V მ/წმ - ჭრის სიხქარე	$V = \frac{L}{T} \frac{მმ}{წმ}$	$V = \frac{\pi D n}{60000} = \frac{z n}{60000}$			$V = \frac{2 H n}{60000} = \frac{H n}{30000}$
12	U : V	-	$(9) : (11) = \frac{U}{V} = \frac{c}{t}$			$\frac{U}{V} = \frac{c}{2t}$
13	N კვტ - ჭრის სიმძლავრე	$N = \frac{P V}{102} = \frac{K b c V}{102}$	$N = \frac{P V}{102} = \frac{K b h U}{102}$			$N = \frac{P V}{102} = \frac{K b Z h_{\text{საშ}} U}{102}$ Z - ხერხვა რიცხვი ხერხთა წყობაში
14	P _{საშ.კვ.} - საშუალო ჭრის ძალა ბრუნვაზე; P _{კვ.} - 1 კბილზე მოქმედი ძალა	$P_{\text{საშ.კვ.}} = \frac{102 N}{V} = K b c$ $P_{\text{კვ.}} = P_{\text{საშ.}} = P_{\text{ვად.}}$	$P_{\text{საშ.კვ.}} = \frac{102 N}{V} = \frac{K b h U}{V} = \frac{K b h c}{t}$ $P = [K b e] \frac{l}{t} = P_{\text{კვ.}} \frac{l}{t} = P_l$ ნახ. 1.8.2. და 8.1.1 მიხედვით $ch = e \cdot l$	$P = [K b c] \frac{h}{t} =$ $P_{\text{კვ.}} \frac{h}{t} = P_h$	$P = \frac{102 N}{V} = \frac{K b Z_{\text{საშ}} U}{V} = K b Z_{\text{საშ}} \frac{c}{2t} = P_{\text{კვ.}} \frac{Z h_{\text{საშ}}}{2t} = \frac{P h}{2t}$	
15	P _უ - უკანა წახნაგზე მოქმედი ძალა ერთ ბრუნვაზე, კვ	$P_{\text{უ}} = (a_{\rho} - 0,8) P b$	$P_{\text{უ}} = (a_{\rho} - 0,8) \times P b \frac{l}{t}$	$P_{\text{შა}} = (a_{\rho} - 0,8) \times P b \frac{l}{t}$ $P_{\text{შა}} = (a_{\rho} - 0,8) \times P_S \frac{l}{t}$	$P_{\text{შა}} = (a_{\rho} - 0,8) \times P b \frac{l}{t}$ $P_{\text{შა}} = (a_{\rho} - 0,8) \times P_S \frac{l}{t}$	$P_{\text{შა}} = (a_{\rho} - 0,8) \times P_S \frac{Z h_{\text{საშ}}}{2t}$ $P_{\text{შა}} = (a_{\rho} - 0,8) \times P b \frac{Z h_{\text{საშ}}}{2t}$

1	2	3	4	5	6	7
16	$P_{\text{წ}} - \text{წინა წახნაგზე მოქმედი საშუალო ძალა, ჯგ}$	$P_{\text{წ}} = P - P_{\text{კ}}$				
17	$R - \text{რადიალური ძალა}$	$R = \frac{P_{\text{წ}}}{f} - P_{\text{წ}} \text{tg}, (90^\circ \delta - \varphi)$		$\angle \varphi - \text{ხახუნის კუთხვა} = 20^\circ$		
18	$f - \text{ხახუნისა და პლასტიკური დეფორმაციის დაკვინილი კოეფიციენტი}$	$f = f(a_{\rho})$		$a_{\rho} = 1 - 1,1 - 1,2 - 1,3 - 1,4 - 1,5 - 1,6 - 1,7 - 1,8 - 1,9 - 2,0$ $f = 2 - 1,5 - 1,25 - 1,1 - 1,0 - 0,9 - 0,8 - 0,75 - 0,7 - 0,65 - 0,6$		
19	$a_{\rho} - \text{დაბლაგვების კოეფიციენტი}$	$a_{\rho} = 1 + \frac{0,2\Delta\rho}{\rho_{\text{ბასრი}}}$, სადაც $\rho_{\text{ბასრი}} = 4-5$ მკრ დანებისათვის $\rho_{\text{ბასრი}} = 8-10$ მკრ ხერხებისათვის				
20	$a_{\rho} - \text{ბასრი საჭრისის დაბლაგვების /\rho/ \text{ნამეტი ჭრის სიგრძეზე } T, \text{ წთ-ში}$	$\Delta\rho = \varepsilon L$, სადაც ε მკრ/მ საჭრისის ρ ბასრი ნაზრდი 1 მ-ზე; L ჭრის სიგრძე, მ.				
		$L = VT$	$L = \frac{\ln T}{1000}$	$L = \frac{hnT}{1000 \left(1 + \frac{2L}{\pi D}\right)}$	$L = \frac{hnT}{1000}$	
21	$\varepsilon_{\mu} k / \text{მ}$	ფიჭვი $\varepsilon = 0,0008$ მუხა $\varepsilon = 0,001$		ფიჭვი $\varepsilon = 0,001$ მუხა $\varepsilon = 0,0013$		ფიჭვი $\varepsilon = 0,002$ მუხა $\varepsilon = 0,0026$
22	$\rho_t = \rho_{\text{ბასრი}} + \Delta\rho$ დაბლაგვა ჭრის ბოლოს	$\rho_t = \rho_{\delta} + \Delta\rho$				
23	$Q - \text{მიმჭერი ძალა}$	$Q = P \cos \Theta + R \sin \Theta$				

1	2	3	4	5	6	7
24	s – მიმჭერი ან უკუძღვების ძაღა	$Q = P \cos \Theta - R \sin \Theta$				
25	<p>K $\frac{ქმ}{მმ^2}$ ჭრის კუთრი წნევა ან K $\frac{ქმ}{მმ^3}$ ჭრის კუთრი მუშაობა</p>	<p>$K = k + \frac{a_p p}{e}$ $k = A\delta + Bv - B$ როდესაც $e > 0,1$ ან $+B_p$ როდესაც $e_\mu < 0,1$ $K_\mu + \frac{1}{e}(a_p - 0,8)p$, როდესაც $V < 50$ მ/წმ, მაშინ V-ს ნაცვლად ვიღებთ $(90 - V)$ k და k_μ განსაზღვრისათვის</p>		<p>$K_\delta = k + \frac{\alpha_\lambda h}{b} + \frac{a_p p}{\frac{b}{s} c \sin \Theta}$ $K_\Delta = k + \frac{\alpha_\Delta h}{b} + \frac{a_p p}{c \sin \Theta}$ $K_{\Delta\mu} = k_\mu + \frac{\alpha_\lambda h}{b} + \frac{(a_p - 0,8)p}{\frac{b}{s} c \sin \Theta}$ $K_{\Delta\mu} = k_\mu + \frac{\alpha_\Delta h}{b} + \frac{(a_p - 0,8)p}{c \sin \Theta}$</p>	<p>p განისაზღვრება ნახ. 7.9-დან, A და B განისაზღვრება ნახ. 7.10-დან B და B_p განისაზღვრება ნახ. 7.11-დან.</p>	
26	<p>c_N – მიწოდება 1 კბილზე (ჭრაზე) N-ის მისეღვით</p>	<p>$c_N = \frac{102N}{V} - a_p pb$ $c_N = \frac{102N}{k \cdot b}$ $c_N = \frac{102N}{k_\mu \cdot b}$ $-\frac{(a_p - 0,8)pb}{k_\mu \cdot b}$</p>	<p>$c_N = \frac{6 \cdot 10^6 N}{k \cdot b} - \frac{a_p \cdot pb}{\sin \Theta}$ $c_N = \frac{6 \cdot 10^6 N}{k \cdot b} - \frac{hzn}{k \cdot b}$</p>	<p>$c_N = \frac{6 \cdot 10^6 N}{k \cdot b + a_1 \cdot h} - \frac{a_p \cdot p \cdot s}{\sin \theta}$ $c_{N\Delta} = \begin{cases} s\text{-ის ნაცვლად ავიღოთ } b \\ \alpha_\Delta\text{-ის ნაცვლად ავიღოთ } \alpha_\Delta \end{cases}$ $c_N = \frac{6 \cdot 10^6 N}{k \cdot b + a_1 \cdot h} - \frac{(a_p - 0,8) \cdot p \cdot s}{\sin \theta}$</p>	<p>$c_N = \frac{6 \cdot 10^6 Nt}{k \cdot b + \alpha_1 h} - a_p pb$ $-\frac{a_p \cdot pb}{k \cdot b + \alpha_\Delta h}$ $c_{N\Delta}$-ში S-ის ნაცვლად ავიღოთ b და α_Δ-ს ნაცვლად ავიღოთ α_Δ</p>	

1	2	3	4	5	6	7
			$-\frac{(a_p - 0,8) \cdot pb}{\frac{\sin \Theta}{k \cdot b}}$	$c_{N\Delta} - \begin{cases} s - \text{ის ნაცვლად ავიღოთ } b \\ \alpha_\Delta - \text{ის ნაცვლად ავიღოთ } \alpha_\Delta \end{cases}$		
27	$\alpha \frac{\text{მმ}}{\text{მმ}^2}$ ხახუნის ინტენსიურობის კოეფიციენტი	$\alpha = 0$	$\alpha = 0$	$\alpha_\lambda = 0,072 - 0,075$ $\alpha_\Delta = 0,058 - 0,06$	$\alpha_\lambda = 0,025$ $\alpha_\Delta = 0,02$	როდესაც $h < H - 50$ მმ
28	c_N სიმძლავრის მიხედვით უნდა შედარდეს სისუფთავის მიხედვით c_1 -ს.					
		ცხრილი 8.8 და 8.9		ცხრილი 8.3	ცხრილი 8.5	ცხრილი 8.6
29	უნდა გავითვალისწინოთ აგრეთვე Δ_0 კბილთაშორისი ღრმულის ტევადობის მიხედვით					
				$\Delta_0 = \frac{\pi D t}{3h}$	$\Delta_0 = \frac{\pi D t}{5h}$	$\Delta_0 = \frac{H t}{2h}$
30	საანგარიშოდ ვიღებთ $\Delta_N = \frac{H}{t} c_N$, $\Delta_j = \frac{H}{t} c_j$ და $\Delta_0 = \frac{H}{t} c_0$ შორის უმცირესს. უნდა გავითვალისწინოთ, რომ მრგვალი საჭრისებისათვის $H = \pi D$. Δ_N - ჩაწოდებაზე ამძრავის სიმძლავრის მიხედვით Δ_0 - ხერხების მუშაობის უნარის მიხედვით					
	<p>მოცემული ფორმულებისა და საცნობარო მონაცემების მიხედვით ამოისხნება როგორც პირდაპირი, ისე შებრუნებული ამოცანები. ამასთან უნდა გავითვალისწინოთ, რომ, როდესაც $c_N < 0,1$ ან $c_N < 0$, პროცესი მიკრობურბუშვლების ზონაშია $e_\mu < 0,1$ მმ და c_N-ს ფორმულით. დანართის მე-2 და მე-3 ცხრილებში მოცემულია პირდაპირი ამოცანების ამოხსნა, სადაც გამოყენებულია დანართ 1-ლ ცხრილში მოცემული ფორმულები და საცნობარო მონაცემები.</p> <p>ლენტური ხერხით ხერხისას ციკლია არა ერთი ბრუნვა, არამედ $\frac{\pi D + 2L}{\pi D} = 1 + \frac{2L}{\pi D}$, სადაც L მმ არის მანძილი ბორბლების ცენტრებს შორის.</p>					

პირდაპირი ამოცანების გადაწყვეტის მაგალითები

რანდვა (ნახ. 4.8, ა)	ფრეზვა (ნახ. 4.8, ბ)	გრძივი ხერხვა დისკური ხერხებით (ნახ. 11.1)	გრძივი ხერხვა ლენტური ხერხებით (ნახ. 11.3)	გრძივი ხერხვა ჩარჩო ხერხებით (ნახ. 12.1)
1	2	3	4	5
<p>მოცემულია: $U = 30$ მ/წთ = $= 0,5$ მ/წმ $z = 1$; $\delta = 50^\circ$ $h = 0,08$ მმ; $b = 200$ მმ; ფიჭვი; $\rho_0 = 4$ მკრ; $T = 100$ წთ</p>	<p>მოცემულია: $U = 10$ მ/წთ; $D = 120$ მმ; $\angle \delta = 60^\circ$; $h = 6$ მმ $b = 200$ მმ; ფიჭვი; $\rho_0 = 4$ მკრ; $T = 160$ წთ $v = \frac{\pi DN}{60000} =$ $= \frac{3,14 \cdot 120 \cdot 3000}{60000} =$ $= 19,6 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$</p>	<p>მოცემულია: $U = 50$ მ/წთ; $D = 500$ მმ; $n = 3000$; $z = 60$; $\angle \delta = 60^\circ$; $h = 6$ მმ $a = 100$ (მაგიდის აწევის სიდიდე); $S = 2,4$ მმ; $b = 3,6$ მმ; $\alpha_1 = 0,072$, ფიჭვი; $\rho_0 = 10$ მკრ; $T = 170$ წთ $v = \frac{\pi DN}{60000} =$ $= \frac{3,14 \cdot 500 \cdot 3000}{60000} =$ $= 78,5 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ $t = \frac{\pi D}{z} = \frac{3,14 \cdot 500}{60} =$ $= 26,2$ მმ</p>	<p>მოცემულია: $U = 33$ მ/წთ; $D = 1400$ მმ; $n = 500$ ბრ/წთ; ფიჭვი; $h = 40$ მმ; $t = 50$ მმ; $S = 1,2$ მმ; $\angle \delta = 60^\circ$; $= 2$ მმ; $= 2000$ მმ (ბორბლების ღერბებს შორის მანძილი) $T = 120$ წთ $v = \frac{\pi DN}{60000} =$ $= \frac{3,14 \cdot 1400 \cdot 500}{60000} =$ $= 37 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ $\rho_0 = 10$ მკრ</p>	<p>მოცემულია: $\Delta = 20$ მმ; $H = 600$ მმ; $n = 300$ ბრ/წთ; $h = 200$ მმ; $Z = 10$ ხერხი; $t = 22$ მმ; $s = 2,2$ მმ; $b_\Delta = 3,6$ მმ; $T = 190$ წთ; $\rho_0 = 10$ მკრ; $V = \frac{2Hn}{60000} = 6 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$</p>

1	2	3	4	5
<p>განისაზღვროს N და ყველა ძალური პარამეტრი:</p> <p>ამოხსნა:</p> <p>1. $c = h = 0,08$ მმ; $\angle\Theta = 90^\circ$, $\psi = 0$ $\sin\Theta = 1$, $\cos\Theta = 0$</p> <p>კონტაქტის სიგრძე 1 წთ-ში $30 \text{ მ/წთ} = \text{მ/წთ}$</p> <p>შენიშვნა. მიწოდება $c = 0,08$ მ ხორციელდება მაგიდის ზემოთ დანის ამოწეული ნაწილის ხარჯზე (ნახ. 13,1 ა)</p>	<p>განისაზღვროს N და ყველა ძალური პარამეტრი:</p> <p>ამოხსნა:</p> <p>1. ნახ. 14.2-დან ვპოულობთ:</p> $M = \frac{500}{D} = \frac{500}{120} = 4$ <p>$Mh = 4 \cdot 4 = 16$ მმ</p> <p>ორდინატთა ღერძზე გადავზომოთ 0-დან ქვემოთ 16 მმ და ვატაროთ პერიზონტალური ხაზი, მივიღებთ $\varphi = 21^\circ$ და</p> $l = 0,0175R\varphi =$ $0,0175 \cdot \frac{125}{2} \cdot 21 = 23 \text{ მმ}$ <p>მაშასადამე, $e_{\text{საშ}} = \frac{ch}{l} =$</p> $= \frac{2 \cdot 6}{23} = 0,35 \text{ მმ}$ <p>სადაც</p> $c = \frac{1000U}{zn} = \frac{10000}{2 \cdot 3000} =$ $= 2 \text{ მმ, ხოლო}$	<p>განისაზღვროს N და ყველა ძალური პარამეტრი:</p> <p>ამოხსნა:</p> <p>1. ნახ. 11.2-დან ვპოულობთ</p> $M = \frac{100}{D} = \frac{100}{500} = \frac{1}{5}$ $Ma = \frac{100}{5} = 20 \text{ მმ}$ $M(a+h) = \frac{150}{5} = 30 \text{ მმ}$ <p>ორდინატთა ღერძზე გადავზომოთ 20 მმ. ვავატაროთ პერიზონტალური ხაზი (1). 1. ვპოულობთ $\Theta_{\text{გამ}} = 53^\circ$, ხოლო, თუ გადავზომავთ 30 მმ და გავაგებებთ პერიზონტალურ ხაზს (2), ვპოულობთ $\Theta_{\text{შემ}} = 53^\circ$, აქედან $\varphi = 66^\circ - 53^\circ = 13^\circ$ და</p>	<p>განისაზღვროს N და ყველა ძალური პარამეტრი:</p> <p>ამოხსნა:</p> <p>1. $\Theta = 90^\circ$, $\sin\Theta = 1$, $\cos\Theta = 0$, $l = h = 400$ მმ</p> $e_{\text{საშ}} = \frac{ch}{l} =$ $= \frac{33000}{\frac{\pi \cdot 1400}{50} \cdot 500} = 0,75 \text{ მმ}$ <p>სადაც $z = \frac{\pi D}{t} =$</p> $\frac{3,14 \cdot 1400}{50} = 88$	<p>განისაზღვროს N და ყველა ძალური პარამეტრი:</p> <p>ამოხსნა:</p> <p>1. $\Theta = 90^\circ$, $\sin\Theta = 1$, $\cos\Theta = 0$, $l = h = 400$ მმ</p> $e_{\text{საშ}} = c = \frac{\Delta h}{H} =$ $\frac{20 \cdot 22}{600} = 0,74 \text{ მმ}$

1	2	3	4	5
	$\sin \Theta = \frac{h}{l} = \frac{4}{23} = 0,174$ <p>გადავზომოთ 0,174 $\sin \Theta$ ლერძზე, მივიღებთ $\Theta = 10^\circ$ და $\cos \Theta = 0,98$</p>	$l = 0,0175 \cdot R \varphi =$ $0,0175 \cdot 250 \cdot 13 = 57 \text{ მმ}$ $e_{\text{საშ}} = \frac{ch}{l} = \frac{0,28 \cdot 50}{57} =$ $= 0,245 \text{ მმ.}$ $\text{სადაც } c = \frac{1000U}{zn} =$ $= \frac{50000}{60 \cdot 3000} = 28 \text{ მმ}$ $\sin \Theta = \frac{h}{l} = \frac{50}{57} = 0,887$ <p>გადავზომოთ $0,887 \sin \Theta$ $\sin \Theta$ ლერძზე, მაშინ მივიღებთ $\Theta_{\text{საშ}} = 62^\circ$ და $\cos \Theta = 0,48$</p>		
<p>2. როდესაც $\psi = 0$ ე.ი. V ბოჭკოების პარალელური 7.9 ნახდან $p=0,16$. ნახდან 7.10, $A = 0,02$, $B = 0,007$</p>	<p>2. როდესაც $\psi = 10^\circ$ ნახ.-დან 7.9. $p = 0,2$ ნახ.-დან 7.10. $A = 0,024$, $B = 0,008$</p>	<p>2. როდესაც $\psi = 62^\circ$ ნახ.-დან 7.9 $p = 0,64$ ნახ.-დან 7.10 $A = 0,045$, $B = 0,015$</p>	<p>2. როდესაც $\psi = 90^\circ$ ნახ.-დან 7.9 $p = 0,75$ ნახ.-დან 7.10 $A = 0,056$, $B = 0,02$</p>	<p>2. როდესაც $\psi = 90^\circ$ ნახ.-დან 7.9 $p = 0,75$ ნახ.-დან 7.10 $A = 0,056$, $B = 0,02$</p>

1	2	3	4	5
<p>ნახ.-დან 7.11 $B = 0,55$ და $k_{\mu} = A\delta + B(90 - V) +$ $+ B_{\mu} = 0,02 \cdot 50 +$ $+ 0,007 \cdot 89,5 + 0,55 =$ $= 2,18 \frac{\text{ძბ}}{\text{მმ}^2}$</p>	<p>ნახ.-დან 7.11 $B = 0,7$ და $k = A\delta + B(90 - V) -$ $- B = 0,024 \cdot 60 + 0,008 \times$ $\times (90 - 19,6) - 0,7 =$ $= 1,3 \frac{\text{ძბ}}{\text{მმ}^2}$</p>	<p>ნახ.-დან 7.11 $B = -1,55$ და $k = A\delta + B \cdot V - B =$ $= 0,045 \cdot 60 + 0,015 \times$ $\times 78,5 - 1,55 = 2,33 \frac{\text{ძბ}}{\text{მმ}^2}$</p>	<p>ნახ.-დან 7.11 $B = -2,0$ და $k = A\delta + B(90 - V) -$ $- B = 0,056 \cdot 60 + 0,02 \times$ $\times (90 - 37) - 2 =$ $= 2,42 \frac{\text{ძბ}}{\text{მმ}^2}$</p>	<p>ნახ.-დან 7.11 $B = -2,0$ და $k = A\delta + B(90 - V) -$ $- B = 0,056 \cdot 85 + 0,02 \times$ $\times (90 - 6) - 2 = 2,88 \frac{\text{ძბ}}{\text{მმ}^2}$</p>
<p>3. $\Delta\rho = \varepsilon \cdot l \cdot T =$ $= 0,0008 \cdot 30 \cdot 200 = 4,8$ სადაც ε განსაზღვ- რულია დანართი ცხრ. 1 პუნქტი 21. $\alpha_{\rho} = 1 + \frac{0,2 \cdot \Delta\rho}{\rho_{\delta}} =$ $= 1 + \frac{0,2 \cdot 4,8}{4} = 1,24$</p>	<p>3. $\Delta\rho = \frac{0,0008 \cdot n \cdot l \cdot T}{1000} =$ $= 0,0008 \frac{23 \cdot 3000 \cdot 160}{1000} =$ $= 8,5$ მკრ. $\alpha_{\rho} = 1 + \frac{0,2 \cdot \Delta\rho}{\rho_{\delta}} =$ $= 1 + \frac{0,2 \cdot 8,5}{4} = 1,42$</p>	<p>3. $\Delta\rho = \frac{0,001 \cdot n \cdot l \cdot T}{1000} =$ $= \frac{0,001 \cdot 57 \cdot 3000 \cdot 170}{1000} =$ $= 29$ მკრ. $\alpha_{\rho} = 1 + \frac{0,2 \cdot \Delta\rho}{\rho_{\delta}} =$ $= 1 + \frac{0,2 \cdot 29}{10} = 1,58$</p>	<p>3. $\Delta\rho = \frac{0,001 \cdot h \cdot l \cdot T}{1000 \left(1 + \frac{2L}{\pi D}\right)} =$ $= \frac{0,001 \cdot 400 \cdot 500 \cdot 120}{1000 \left(\frac{4000}{3,14 \cdot 1400}\right)} =$ $= 12$ მკრ. $\alpha_{\rho} = 1 + \frac{0,2 \cdot \Delta\rho}{\rho_{\delta}} =$ $= 1 + \frac{0,2 \cdot 12}{10} = 1,24$</p>	<p>3. $\Delta\rho = \frac{0,002 \cdot h \cdot l \cdot T}{1000} =$ $= \frac{0,002 \cdot 200 \cdot 300 \cdot 190}{1000} =$ $= 22,8$ მკრ. $\alpha_{\rho} = 1 + \frac{0,2 \cdot \Delta\rho}{\rho_{\delta}} =$ $= 1 + \frac{0,2 \cdot 22,8}{10} = 1,46$</p>

1	2	3	4	5
$4. K = k + \frac{(a_\rho - 0,8)p}{e_\mu} =$ $= \frac{2,18 + (1,24 - 0,8) \times}{2,08}$ $\frac{\times 0,16}{0,08} = 3,1 \frac{\text{კბ}}{\text{მმ}^2}$ $e_\mu = c < 0,1 \text{ მმ.}$ $N = \frac{kbcV}{60 \cdot 102} =$ $= \frac{3,1 \cdot 200 \cdot 0,08 \cdot 30}{102} =$ $= 0,243 \text{ კვტ.}$	$4. K = k + \frac{a_\rho P}{e} =$ $= 1,3 + \frac{1,42 \cdot 0,2}{0,35} =$ $= 2,1 \frac{\text{კბ}}{\text{მმ}^2}$ $N = \frac{kbhU}{60 \cdot 102} =$ $= \frac{2,10 \cdot 200 \cdot 4}{60 \cdot 102} =$ $= 3,33 \text{ კვტ.}$	$4. K = k + \frac{\alpha_1 h}{b} \frac{a_\rho P}{e_1} =$ $= 2,33 + \frac{1,58 \cdot 0,64}{3,6} +$ $\frac{0,072 \cdot 50}{3,6} = 6,05 \frac{\text{კბ}}{\text{მმ}^2}$ <p>ბადონი $\frac{b}{s} = \frac{9,6}{2,4}$</p> $N = \frac{kbhV}{60 \cdot 102} =$ $= 8,8 \text{ კვტ.}$	$4. K = k + \frac{\alpha_1 h}{b} \frac{a_\rho P}{e_1} =$ $= 2,42 + \frac{1,24 \cdot 0,45}{0,75} +$ $+ \frac{0,02 \cdot 400}{2} = 8 \frac{\text{კბ}}{\text{მმ}^2}$ $N = \frac{kbhV}{60 \cdot 102} =$ $= \frac{8,2 \cdot 400 \cdot 33}{60 \cdot 102} =$ $= 35,2 \text{ კვტ.}$	$4. K = k + \frac{\alpha_1 h}{b} \frac{a_\rho P}{e_\Delta} =$ $= 3,88 + \frac{1,46 \cdot 0,75}{0,74} +$ $+ \frac{0,02 \cdot 200}{2} = 6,5 \frac{\text{კბ}}{\text{მმ}^2}$ $N = \frac{kbh \frac{\Delta n}{100}}{60 \cdot 102} \times$ $\frac{200 \cdot 300}{1000} = 47 \text{ კვტ.}$
$5. P = \frac{N \cdot 102}{V} =$ $= \frac{102 \cdot 0,243}{0,5} = 49,6 \text{ კბ.}$ $P_{\text{კ}} = (a_\rho - 0,8)p \cdot b =$ $= (1,24 - 0,8)0,16 \times$ $\times 200 = 1,46 \text{ კბ.}$ $P_{\text{ვ}} = P - P_{\text{კ}} =$ $= 49,6 - 14,9 = 35 \text{ კბ.}$	$5. P = \frac{N \cdot 102}{V} =$ $= \frac{102 \cdot 3,33}{19,6} = 17 \text{ კბ.}$ $P_{\text{კ1}} = (a_\rho - 0,8)ps \frac{h}{t} =$ $= (1,42 - 0,8)0,2 \times$ $\times 200 = \frac{22}{196,2} = 2,8 \text{ კბ.}$	$5. P = \frac{N \cdot 102}{V} =$ $= \frac{102 \cdot 88}{78,5} = 11,2 \text{ კბ.}$ $P_{\text{კ1}} = (a_\rho - 0,8)ps \frac{h}{t} =$ $\times \frac{57}{26,2} = 2,6 \text{ კბ.}$ $P_{\text{ვ}} = P - P_{\text{კ}} =$ $= 11,2 - 2,6 = 8,6 \text{ კბ.}$	$5. P = \frac{N \cdot 102}{V} =$ $= \frac{102 \cdot 35,2}{37} = 95,1 \text{ კბ.}$ $P_{\text{კ}\lambda} = (a_\rho - 0,8)pb \frac{h}{t} =$ $= (1,24 - 0,8)0,75 \cdot 2 \times$ $\times \frac{400}{50} = 5,3 \text{ კბ.}$ $P_{\text{ვ}} = P - P_{\text{კ}} =$ $= 95,1 - 5,3 = 89,8 \text{ კბ.}$	$5. P = \frac{N \cdot 102}{V} =$ $= \frac{102 \cdot 44}{6} = 750 \text{ კბ.}$ $P_{\text{კ}} = (a_\rho - 0,8)ph \frac{hZ}{2} =$ $= (1,46 - 0,8)0,75 \cdot 3,6 \times$ $\times \frac{200}{22,2} \cdot 10 = 80 \text{ კბ.}$ $P_{\text{ვ}} = P - P_{\text{კ}} =$ $= 750 - 80 = 670 \text{ კბ.}$

1	2	3	4	5
	<p>სადაც</p> $t = \frac{\pi D}{z} = \frac{3,14 \cdot 120}{2} =$ $= 196,2 \text{ მმ}$ $P_{\text{ვ}} = 17 - 2,8 = 14,2 \text{ კგ}$			
<p>6. $R = \frac{P_{\text{შ}}}{f} - P_{\text{ვ}} \times$</p> $\times \text{tg}(90^\circ - \delta - \varphi) =$ $= \frac{14,6}{1,15} - 35 \times$ $\times \text{tg}(90^\circ - 50^\circ - 20^\circ) =$ $= 0,1 \text{ კგ.}$ <p>როდესაც</p> $a_{\rho} = 1,26, \quad f = 1,15$ <p>(დანართი, ცხრ. 1, პუნქტი 18)</p> $Q = P \cos \Theta + R \sin \Theta =$ $= 49,6 \cos 90^\circ + \sin 90^\circ =$ $= 0,1 \text{ კგ.}$ $S = P \sin 90^\circ - R \cos 90^\circ =$ $= 49,6 \text{ კგ.}$	<p>6. $R = \frac{P_{\text{შ}}}{f} - P_{\text{ვ}} \times$</p> $\times \text{tg}(90^\circ - \delta - \varphi) =$ $= \frac{28,8}{1} - 14,2 \times$ $\times \text{tg}(90^\circ - 60^\circ - 20^\circ) =$ $= 0,2 \text{ კგ.}$ <p>როდესაც</p> $a_{\rho} = 1,42, \quad f = 1$ <p>(დანართი, ცხრ. 1, პუნქტი 18)</p> $Q = P \cos \Theta + R \sin \Theta =$ $= 17 \cdot 0,98 + 0,2 \cdot 90,18 =$ $= 16,7 \text{ კგ.}$ $S = P \sin \Theta^\circ - R \cos \Theta^\circ =$ $= 2,8 \text{ კგ.}$	<p>6. $R = \frac{P_{\text{შ}}}{f} - P_{\text{ვ}} \times$</p> $\times \text{tg}(90^\circ - \delta - \varphi) =$ $= \frac{2,6}{0,8} - 8,6 \times$ $\times \text{tg}(90^\circ - 50^\circ - 20^\circ) =$ $= 1,75 \text{ კგ.}$ <p>როდესაც</p> $a_{\rho} = 1,58, \quad f = 0,8$ <p>(დანართი, ცხრ. 1, პუნქტი 18)</p> $Q = P \cos \Theta + R \sin \Theta =$ $= 11,2 \cdot 0,48 +$ $+ 1,75 \cdot 0,88 = 6,9 \text{ კგ.}$ $S = P \sin 90^\circ - R \cos 90^\circ =$ $= 11,2 \cdot 0,88 -$ $- 1,75 \cdot 0,48 = 9 \text{ კგ.}$	<p>6. $R = \frac{P_{\text{შ}}}{f} - P_{\text{ვ}} \times$</p> $\times \text{tg}(90^\circ - \delta - \varphi) =$ $= \frac{5,3}{1,15} - 89,8 \times$ $\times \text{tg}(90^\circ - 50^\circ - 20^\circ) =$ $= 3,1 \text{ კგ.}$ <p>როდესაც</p> $a_{\rho} = 1,24, \quad f = 1,15$ <p>(დანართი, ცხრ. 1, პუნქტი 18)</p> $Q = P \cos \Theta + R \sin \Theta =$ $= 148$ $S = P \sin \Theta - R \cos \Theta =$ $= 750 \text{ კგ.}$	<p>6. $R = \frac{P_{\text{შ}}}{f} - P_{\text{ვ}} \times$</p> $\times \text{tg}(90^\circ - \delta - \varphi) =$ $= \frac{80}{0,9} + 670 \cdot 0,0875 =$ $= 148 \text{ კგ.}$ <p>როდესაც</p> $a_{\rho} = 1,46, \quad f = 0,9$ <p>(დანართი, ცხრ. 1, პუნქტი 18)</p> $Q = P \cos \Theta + R \sin \Theta =$ $= 148$ $S = P \sin \Theta - R \cos \Theta =$ $= 750 \text{ კგ.}$

1	2	3	4	5
<p>7. დამუშავების სისუფთავე, როდესაც $e_{\mu} < 0,11$ მმ</p> <p>$\rho = \rho_0 + \Delta\rho = 4 + 4,8 = 8,8$ მკრ.</p> <p>ცხრილიდან, 8.7 როდესაც $\rho = 10$ ზედაპირის სისუფთავე $R_{მაქს} = 16 - 30$ მკმ, რაც დასაშვებია</p>	<p>7. როდესაც $c = 2$ მმ, $z = 1$, ტალღის სიგრძე $C_l = zC = 2 \cdot 2 = 4$ მმ</p> <p>$D = 125$ მმ და $C_l = 4$ მმ ცხრილიდან 8.2 ზედაპირის სისუფთავეა $= 32$ მკმ</p> <p>$R_{მაქს} = 32$ მკმ</p> <p>$\rho = \rho_0 + \Delta\rho = 4 + 8 = 12,5$</p> <p>რომელსაც შეესაბამება ზედაპირის სისუფთავე არა უმეტესი</p> <p>$R_{მაქს} = 30 \div 60$ მკმ, (ცხრილი 8.7)</p> <p>რაც მისაღებია.</p>	<p>7. სისუფთავე $R_{მაქს}$, როდესაც $\Theta_{გამოს.} = 66^\circ$ და $c = 0,28$ მმ</p> <p>გადაყრილი კბილებისათვის არის არა უმეტესი</p> <p>$R_{მაქს} = 320 - 500$ მკმ (ცხრილი 8.3)</p> <p>რაც მისაღებია</p>	<p>7. სისუფთავე $R_{მაქს}$, როდესაც $c = 0,75$ მმ.</p> <p>$R_{მაქს} = 320 - 500$ მკმ, (ცხრილი 8.5), რაც მისაღებია.</p>	<p>7. სისუფთავე, როდესაც $\Theta = 90^\circ$, $c = 0,74$ მმ, გატყეული კბილებისათვის (ცხრილიდან 8.6)</p> <p>$R_{მაქს} = 480 - 560$ მკმ, რაც მისაღებია.</p>

შებრუნებული ამოცანების გადაწყვეტის მაგალითები

ფრეზვა (ნახ. 4.8, ბ)	დისკური ხერხით ხერხვა (ნახ. 11.1)	ლენტური ხერხებით ხერხვა (ნახ. 11.3)	ნარჩო ხერხებით ხერხვა (ნახ. 12.1)
1	2	3	4
<p>მოც.: $N=2,6$ კვტ, $n = 3000$ ბრ/წთ; $D = 125$ მმ, $V = \frac{\pi D n}{60000} = 19,6$ მ/წმ, $z=2$, $\angle\delta = 60^\circ$, $h=4$ მმ $b = 200$ მმ ξიში – ფიჭვი, $= 4$ მკ, $T = 3,5$ სთ, $=0,9$ $= 0,8$</p>	<p>მოც.: $N = 9$ კვტ, $n = 3000$ ბრ/წთ; $D = 500$ მმ $V = \frac{\pi D n}{60000} = 78,5$ მ/წმ, $z=60$, $\angle\delta = 60^\circ$, $h = 50$მმ, $S = 2,4$ მმ, $b = 3,6$ მმ, მაგიდის აწვეის სიდიდე ლილვის ცენტრიდან $a=100$ მმ, ხახუნის კოეფიციენტი $\alpha_1=0,072$, ξიში – ფიჭვი, $\rho_0=10$მკ, $T=3,5$სთ, $\eta_{სდ.} = 0,9$, $\eta_{საჩდ} = 0,9$, კბილები გადაყ- რილია</p>	<p>მოც.: $N = 3,5$ კვტ, $n = 500$ ბრ/წთ; $D = 1400$ მმ $V = \frac{\pi D n}{60000} = 37$ მ/წმ, $S = 1,2$ მმ, $b = 2$ მმ, $\angle\delta = 60^\circ$, $t = 40$ მმ ბორბლების ღერძებს შორის მანძილი $L = 2000$მმ, $\eta_{სდ.} = 0,5$, $\eta_{საჩდ} = 0,5$. კბილები გაჭყლექილია, $T = 4$ სთ, $h = 500$ მმ ξიში – ფიჭვი $\rho_0 = 10$ მკ</p>	<p>მოც.: $N = 80$ კვტ, $H = 600$მმ $n = 300$ ბრ/წთ; $V = \frac{\pi D n}{30000} = 6$ მ/წმ, $t = 2,6$ მმ ძელის დახერხვა; $h = 200$ მმ, ხერხთა წყობაში ხერხების რაოდენობა $Z = 10$, კბილები გაჭყლექილია, $S = 2,2$ მმ, $b = 3,8$ მმ $\angle\delta = 75^\circ$, $T = 3,5$ სთ. $\eta_{სდ.} = 0,9$, $\eta_{საჩდ} = 0,9$. ξიში – ფიჭვი, $\rho_0 = 10$ მკ.</p>
განისაზღვროს U , მ/წთ	განისაზღვროს U , მ/წთ	განისაზღვროს U , მ/წთ	განისაზღვროს Δ , მმ

1	2	3	4
<p>1. $\sin\theta = \sqrt{\frac{h}{D}} = \frac{4}{125} = 0,174$.</p> <p>$\theta \cong 10^\circ$. $\cos\theta = 0,98$ ან ნომოგრამის (ნახ. 14.2) მიხედვით $M = \frac{500}{125} = 4$,</p> <p>$Mh = 4 \cdot 4 = 16$ მმ, რასაც შეესაბამება ნომოგრამიდან კონტაქტის კუთხე $\varphi = 21^\circ$, $l = 0,0175R \cdot \varphi = 23$ მმ.</p> <p>$\theta = 10^\circ$, $\cos\theta = 0,98$</p>	<p>1. ნომოგრამიდან (8.12) ვპოულობთ $M = \frac{100}{500} = \frac{1}{5}$, $Ma = \frac{100}{5} = 20$ მმ</p> <p>$M(a+h) = \frac{150}{5} = 30$ მმ</p> <p>ორდინატთა ღერძზე გადავზომოთ 20 მმ, მაშინ $\theta_{გამ} = 66^\circ$ (მიმართულება 1), თუ ორდინატთა ღერძზე გადავზომავთ 30 მმ, მაშინ $\theta_{შეგ} = 53^\circ$ (მიმართულება 2), აქედან $\angle\varphi = 66^\circ - 53^\circ = 13^\circ$ და $l = 0,0175R\varphi = 0,0175 \cdot 250 \cdot 13 = 57$ მმ</p>	<p>1. რადგან $U \perp V$ ამიტომ $\theta = 90^\circ$, $\sin\theta = 1$, $\cos\theta = 0$ მმ, $l = h = 400$ მმ.</p>	<p>1. რადგან $U \perp V$ ამიტომ $\angle\theta = 90^\circ$, $\sin\theta = 1$, $\cos\theta = 0$ მმ, $l = h = 200$ მმ.</p>
<p>2. $\Delta\rho = \varepsilon \cdot \frac{\ln T}{1000}$, სადაც $T = \eta_{სფ.} \cdot \eta_{საჩდ.} \cdot 3,5 \cdot 60 = 130$</p> <p>$\Delta\rho = \frac{23 \cdot 3000 \cdot 130}{1000} = 0,0008 = 7$ მკ</p> <p>$a_\rho = 1 + \frac{0,2 \cdot \Delta\rho}{\rho_0} = 1 + \frac{0,2 \cdot 7}{4} = 1,35$</p>	<p>2. $\Delta\rho = \varepsilon \cdot \frac{\ln T}{1000}$, სადაც $T = \eta_{სფ.} \cdot \eta_{საჩდ.} \cdot 60 = 170$</p> <p>$\Delta\rho = \frac{57 \cdot 3000 \cdot 170 \cdot 0,001}{1000} = 29$ მკ</p> <p>$a_\rho = 1 + \frac{0,2\Delta\rho}{\rho_0} = 1 + \frac{0,2 \cdot 29}{10} = 1,56$</p>	<p>2. ამ შემთხვევაში კბილი ბრუნავს არა ერთ ბრუნვაზე, არამედ ციკლში.</p> <p>$\frac{\pi D + 2L}{\pi D} = 1 + \frac{4000}{3,14 \cdot 1400} \approx 2$,</p> <p>$\Delta\rho = 0,001 \frac{400 \cdot 500}{1000 \cdot 2} \cdot 4 \cdot 60 \cdot 0,5 = 12$ მკ</p> <p>$a_\rho = 1 + \frac{0,2 \cdot 12}{10} = 1,24$</p>	<p>2. $\Delta\rho = 0,002 \frac{200 \cdot 300}{1000 \cdot 2} \cdot 2,5 \times 60 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 20$ მკ და $a_\rho = 1 + \frac{0,2 \cdot 20}{10} = 1,4$</p>

გაგრძელება

1	2	3	4
<p>3. ნახ. 7.9; 7.10; 7.11-დან განესაზღვროთ A_ν, B_ϕ და B_ϕ როდესაც $\psi = 10^\circ$, $A = 0,024$, $B = 0,008$, $B = 0,7$, $p = 0,2$, $k = 0,024 \cdot 60 + 0,008(90 - 19,6) - 0,7 = 1,3$ კგ/მმ²</p>	<p>3. $\psi = 62^\circ$, $A = 0,045$, $B = 0,015$, $B = 1,55$, $p = 0,64$, $k = 0,045 \cdot 60 + 0,015 \cdot 78,5 - 1,55 = 2,32$ კგ/მმ²</p>	<p>3. $\psi = 90^\circ$, $A = 0,056$, $B = 0,02$, $B = 2$, $p = 0,75$, $k = 0,056 \cdot 60 + 0,02(90 - 37) - 2 = 2,42$ კგ/მმ²</p>	<p>3. $\psi = 90^\circ$ (ნახ. 4.8.2; 4.8.3) $A = 0,056$, $B = 0,02$, $B = 2$, ნახ-დან 4.8.2. $p = 0,75$, $k = 0,056 \cdot 75 + 0,02(90 - 6) - 2 = 3,88$ კგ/მმ²</p>
<p>4. ვიცით რა p, p, $\sin\theta$ და a_ρ, განესაზღვრავეთ მიწოდებას ჭრაზე</p> $c = \frac{6 \cdot 10^6 \cdot 2,6}{4 \cdot 2 \cdot 300} - \frac{1,95 \cdot 0,2 \cdot 200}{0,174} = \frac{1,3 \cdot 200}{1,3 \cdot 200} = 1,3 \text{ მმ}$ <p>ფორმულიდან ვღებულობთ</p> $U = \frac{1,3 \cdot 2 \cdot 3000}{1000} \text{ მ/წთ}$	<p>4. 1 ცხრილიდან (პუნქტი 26)</p> $c = \frac{6 \cdot 10^6 \cdot 9}{50 \cdot 60300} - \frac{1,68 \cdot 0,64 \cdot 2,4}{0,88} \approx \frac{2,32 \cdot 3,6 + 0,0072 \cdot 50}{0,88} \approx 0,273 \text{ მმ}$ $U = \frac{0,273 \cdot 60 \cdot 3000}{1000} \approx 49,1 \text{ მ/წთ}$	<p>4. $c = \frac{6 \cdot 10^6 \cdot 35 \cdot 40}{3,14 \cdot 1400 \cdot 500 \cdot 400} - \frac{1,24 \cdot 0,75 \cdot 2}{2 \cdot 2,42 + 0,02 \cdot 400} = 0,6 \text{ მმ}$</p> $U = V \frac{c}{t} = 37 \cdot \frac{0,6}{40} = 0,55 \text{ მ/წმ} = 0,33 \text{ მ/წთ}$	<p>4. $c_\Delta = \frac{6 \cdot 10^6 \cdot 80 \cdot 26}{200 \cdot 10 \cdot 300 \cdot 600} - \frac{1,4 \cdot 0,75 \cdot 3,8}{3,88 \cdot 3,8 + 0,2 \cdot 200} = 1,4 \text{ მმ}$</p> <p>$\Delta_N$ უნდა შევამოწმოთ დასაშვები მწარმოებლურობის, ღრმულების ტევადობისა</p> $\Delta_0 = \frac{Ht}{2h} = \frac{600 \cdot 26}{2 \cdot 200} = 39 \text{ მმ და}$ <p>სისუფთავის მიხედვით</p>
<p>5. ტალღის სიგრძე $c_\nu = z \cdot c = 2 \cdot 1,3 = 2,6$ მმ; $D = 125$ მმ-ის მიხედვით ცხრ-დან 8.2 ვპოულობთ ზედაპირის სისუფთავეს $R_{m\alpha\beta} = 16$ მკმ $\rho = \rho_0 + \Delta\rho = 4 + 7 = 11$ მკმ, რომელსაც ცხრ-დან 8.7 შეესაბამება $R_{m\alpha\beta} = 30-60$ მკმ</p>	<p>2. $\angle\theta_{\text{გამ}} = 66^\circ$ და $c = 273$ მნიშვნელობებისათვის ცხრილიდან 8.3 ვპოულობთ სისუფთავეს $R_{m\alpha\beta} = 320-500$ მკმ</p>	<p>5. $c = 0,6$ მმ-ის შესაბამისად (ცხრილი 8.5) $R_{m\alpha\beta} = 320$ მკმ</p>	<p>5. ცხრილიდან 8.6, როდესაც $c_\Delta = 1,4$ და $\Delta_b = \frac{600}{26} \cdot 1,4 = 28$ მმ, ჩაწოდების 3 მნიშვნელობიდან $\Delta_N = 32,3$ მმ. $\Delta_0 = 39$ მმ და $\Delta_b = 28$ ავიღებთ უმცირესს - $\Delta = 28$ მმ.</p>

თა80 XXI

ჩარხების ტექნიკური და ეკონომიკური მაჩვენებლები

ჩარხების ტექნიკური დახასიათება განისაზღვრება რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლებით.

რაოდენობრივი დახასიათებები საზღვრავენ დასამუშავებელი დეტალებისა და ელემენტების უდიდეს და უმცირეს ზომებს, რეჟიმების პარამეტრებს (ბრუნვისა ან სვლების რიცხვებს, მიწოდების და ჭრის სიჩქარეებს), შპინდლების ან ინსტრუმენტების რაოდენობას, ამძრავის სიმძლავრეს, ჩარხის გაბარიტულ ზომებსა და მასას.

ხარისხის მაჩვენებლები ახასიათებენ დანიშნულებას, ჩარხის მწარმოებლობას, მის ეკონომიურობას, დამუშავების სიზუსტესა და სისუფთავეს, ენერგეტიკულ ეფექტს, ავტომატიზაციის ხარისხს, მუშაობის საიმედოობას და სხვა.

21.1. ჩარხების მწარმოებლურობა

ჩარხების მწარმოებლურობა გამოსახავს ერთეულზე გამომუშავებული პროდუქტის რაოდენობას.

განასხვავებენ ცალობრივ, მოცულობითს, ფორმათწარმოქმნის და ჭრის მწარმოებლურობას.

ცალობრივი მწარმოებლურობა გვიჩვენებს დროის ერთეულში გამომუშავებული პროდუქციის რაოდენობას ცალებში.

მოცულობითი მწარმოებლურობა გამოსახავს დროის ერთეულში მიღებულ პროდუქციას რაოდენობას მოცულობით ერთეულებში. მოცულობით გამოსახვაში (კუბურ მეტრებში) ჩვეულებრივად აღრიცხავენ მორსახერხი ჩარხების მწარმოებლურობას.

ფორმათწარმოქმნის მწარმოებლურობა განსაზღვრავს ზედაპირის სიდიდეს კვადრატულ მეტრებში, რომელიც ფორმირდება ჩარხზე დროის ერთეულში.

ჭრის მწარმოებლურობა აღრიცხავს მერქნის რაოდენობას, რომელიც გადადის ბურბუშელაში დროის ერთეულში.

ჩარხზე ერთეული პროდუქციის დამუშავების დროს იხარჯება დრო ძირითად და დამხმარე ოპერაციებზე. ძირითადი ტექნოლოგიური ან მანქანური ეწოდება ოპერაციებს, რომლებიც იძლევიან უშუალო ტექნოლოგიურ ეფექტს (ჭრა, დაპრესვა და ა.შ.). დამხმარეს ეკუთვნის სხვა დამუშავებისათვის აუცილებელი

ოპერაციები, მაგალითად ჩატვირთვა, დამაგრება, გადმოტვირთვა, კონტროლი, მართვა, დეტალის მოხსნა.

თითოეული დეტალის დამუშავების ციკლი შედგება ძირითადი და დამხმარე ოპერაციებისაგან; გამომდინარე აქედან ჩარხის მწარმოებლურობა დამოკიდებულია ციკლის ხანგრძლივობაზე.

ჩარხის მუშაობის დროს ადგილი აქვს არაციკლური დროის ხარჯვას ჩარხის გამართვაზე, ჩარხის დამუშავებაზე, მუშის რეგლამენტირებული დასვენებაზე და ა.შ., რომლებიც გავლენას ახდენენ ჩარხის მწარმოებლურობაზე.

მწარმოებლურობა შეიძლება იყოს ტექნოლოგიური, თეორიული და ნამდვილი.

ტექნოლოგიურ მწარმოებლურობა $Q_{ტა}$ გვიჩვენებს დროის ერთეულში გამომუშავებული პროდუქციის რაოდენობას, თუ არ არის დამხმარე ოპერაციები და არაციკლური დანაკარგები, ეს მაჩვენებელი წარმოადგენს ფიქტიურს და იძლევა მხოლოდ ჩარხის ტექნოლოგიური ეფექტის რაციონალურობის ზომას დამატებითი ორგანოების კონსტრუქციული თავისებურებების გათვალისწინების გარეშე:

$$Q_{ტა} = \frac{1}{t_0} \quad 1/\nabla\text{თ}, \quad (21.1)$$

სადაც t_0 არის დამუშავების (ჭრის) ძირითადი დრო, $\nabla\text{თ}$.

ჩარხის თეორიული მწარმოებლურობა გამოსახავს პროდუქტის რაოდენობას, გამომუშავებულს დროის ერთეულში, არაციკლური დანახარჯების აღრიცხვის გარეშე:

$$Q_{თ} = \frac{1}{t_{\text{გ}}} = \frac{1}{t_0 + t_{\text{გ}}} \quad 1/\nabla\text{თ}, \quad (21.2)$$

სადაც $t_{\text{გ}}$ არის დამუშავების ციკლის დრო, $\nabla\text{თ}$;

$$t_{\text{გ}} = t_0 + t_{\text{გ}}, \quad (21.3)$$

სადაც $t_{\text{გ}}$ არის დამხმარე დრო, $\nabla\text{თ}$.

ნამდვილი მწარმოებლურობა ითვალისწინებს დროის ყველა სახის დანახარჯს, მათ შორის არაციკლურს $t_{\text{სგ}}$, რომელიც მოდის პროდუქციის ერთეულზე:

$$Q_{\text{ვ}} = \frac{1}{t_0 + t_{\text{გ}} + t_{\text{სგ}}} = \frac{1}{t_{\text{გ}} + t_{\text{სგ}}} \quad 1/\nabla\text{თ}. \quad (21.4)$$

შეფარდებას

$$\frac{Q_{\sigma}}{Q_{\delta a}} = \frac{t_0}{t_G} = K_a \quad (21.5)$$

ეწოდება ჩარხის მწარმოებლურობის კოეფიციენტი და ახასიათებს მას დამუშავების ციკლის დროის ტექნოლოგიური გამოყენების სისრულისაგან დამოკიდებულებით. ზოგჯერ კოეფიციენტს სამანქანო დროის გამოყენების კოეფიციენტსაც უწოდებენ. ფარდობას

$$\frac{Q_{\delta}}{Q_{\sigma}} = \frac{t_G}{t_G + t_{\text{ვგ}}} = K_{\delta} \quad (21.6)$$

ეწოდება ჩარხის გამოყენების კოეფიციენტი და გვიჩვენებს მისი მუშაობის დროის ფარდობით გამოყენებას. შემდგომ მიეკუთვნება სამუშაო დღეს და ამ მაჩვენებელს ეწოდება სამუშაო დღის გამოყენების კოეფიციენტი.

ბოლო (21.6) ფორმულაში

$$Q_{\delta} = Q_{\sigma} K_{\delta} \quad 1/\text{წთ}, \quad (21.7)$$

შევიტანოთ მნიშვნელობა

$$Q_{\sigma} = Q_{\delta a} K_a, \quad (21.8)$$

და მივიღებთ

$$Q_{\delta} = Q_{\delta a} K_a K_{\delta} \quad 1/\text{წთ}, \quad (21.9)$$

საიდანაც გამომდინარეობს, რომ ჩარხის ნამდვილი მწარმოებლურობა დამოკიდებულია ტექნოლოგიური მწარმოებლურობაზე $Q_{\delta a}$, ჩარხის მწარმოებლურობაზე K_a , ჩარხის დროში გამოყენების K_{δ} კოეფიციენტზე, რომელთა სიდიდეები დამოკიდებულია ჩარხის კონსტრუქციაზე და მისი გამოყენების ტექნიკურ ორგანიზაციაზე.

ცვლაში ჩარხის ნამდვილი მწარმოებლურობა გამოისახება ფორმულით:

გამავალი ჩარხებისათვის

$$Q_{\text{გვ}} = \frac{u T i_0 K_a K_{\delta}}{L i_{\delta}} \quad \text{ცალი}, \quad (21.10)$$

სადაც u – დეტალის მიწოდების სიჩქარე დამუშავების მიმართულებით, მ/წთ;

T – სამუშაო ცვლის ხანგრძლივობა, წთ;

i_0 – ერთდროულად დამუშავებული ერთეულების რაოდენობა;

i_{δ} – გატარებების რაოდენობა, საჭირო ერთი აღრიცხული ერთეულისათვის;

L – დამუშავების სიგრძე, მ.

$$K_{\text{ა}} = \frac{T_{\text{გ3}}}{T} = \frac{T_{\text{გ3}}}{T_{\text{გ3}} + T_{\text{გ3ლ}}} = \frac{1}{1 + \frac{T_{\text{გ3ლ}}}{T_{\text{გ3}}}}, \quad (21.11)$$

სადაც $T_{\text{გ3}}$ არის ჩარხის მუშაობის დრო სამუშაო ცვლის განმავლობაში;

$T_{\text{გ3ლ}}$ – დროის არაციკლური ცვლური დანახარჯები გამართვაზე, შეხეთვაზე, დასვენებაზე ცვლის განმავლობაში.

ციკლური დამუშავების ჩარხებისათვის

$$Q_{\text{გ3}} = \frac{TK_{\text{ა}}i_{\text{გ}}}{t_{\text{გ}}} \text{ ცალი,} \quad (21.12)$$

სადაც $t_{\text{გ}}$ არის დამუშავებული ერთეულების რაოდენობა ციკლის განმავლობაში.

ფორმულები (21.1) და (21.10) სტრუქტურულად ერთმნიშვნელოვანია.

თუ ფორმულაში (21.10) შევცვლით $t_{\text{გ}}$ გამოსახულებებიდან

$$t_{\text{გ}} = \frac{t_0}{K_{\text{ბ}}}; \quad t_0 = \frac{L}{U} \quad \text{და} \quad i_{\text{გ}} = \frac{i_0}{i_{\text{ა}}},$$

მიიღებთ

$$Q_{\text{გ3}} = \frac{UT_0 K_{\text{ა}} K_{\text{ბ}}}{Li_{\text{ბ}}} \text{ ცალი.} \quad (21.13)$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ დამოუკიდებლად ჩარხის გამტარული თუ ციკლური ტიპის ტექნოლოგიისაგან, ცვლური იქნება ცვლის მწარმოებლურობა არის პირდაპირ დამოკიდებულებაში მიწოდების სიჩქარესთან U , აგრეთვე $K_{\text{ა}}$, $K_{\text{ბ}}$ კოეფიციენტებთან და $i_{\text{გ}}$ დამუშავებული ერთეულების რაოდენობასთან – ციკლის განმავლობაში, მოცემული სიგრძისა L და დამუშავების T დროის ხანგრძლივობის დროს, ე.ი.

$$Q_{\text{გ3}} = \frac{f(UK_{\text{ა}}K_{\text{ბ}}i)}{L} \text{ ცალი.} \quad (21.14)$$

მიწოდების სიჩქარე

$$U = \frac{U_z Zn}{1000} \text{ მ/წთ,} \quad (21.15)$$

სადაც U_z არის მიწოდება საჭრისზე, მმ;

Z – საჭრისების რაოდენობა;

n – წუთში ციკლების რაოდენობა (ბრუნვები – ბრუნვითი მოძრაობის დროს და სვლები – წინსვლით-უკუსვლითი მოძრაობის დროს).

z და n სიდიდეები ჩვეულებრივად ცნობილია. ამიტომ

$$U = f(U_z). \quad (21.16)$$

სიდიდე U_z ბურბუშელის (ნათალის) ადეკვატურია, ამიტომ მისი სიდიდე დაკავშირებულია ჭრის ძალასთან და აქედან გამომდინარე ამძრავის სიმძლავრესთან N , ზედაპირის დამუშავების კლასთან $\nabla\partial$ და რიგ შემთხვევებში დამუშავების სიზუსტესთან, აგრეთვე ინსტრუმენტის ტექნოლოგიურ შესაძლებლობებთან σ .

საიდანაც

$$U_z = f(N, \nabla\partial, \sigma), \quad (21.17)$$

ე.ი. დასაშვები მიწოდების ან მიწოდების სიჩქარის ანგარიში აუცილებელია გაწარმოთ ამძრავის სიმძლავრის, მოცემული დამუშავების კლასისა და ინსტრუმენტის ტექნიკური შესაძლებლობის მიხედვით.

ცნობილია, რომ

$$N = \frac{KbHU}{60}, \quad (21.18)$$

სადაც K არის ჭრაზე ხვედრითი წინააღმდეგობა, კგ/მმ²;

b – ბურბუშელის სიგანე, მმ;

H – დამუშავების სიღრმე, მმ.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ $U = \frac{U_z Z n}{1000}$, მივიღებთ

$$N = \frac{KbHU_z Z n}{60 \cdot 1000} \text{ კვტ}, \quad (21.19)$$

საიდანაც

$$KU_{Z(N)} = \frac{N60 \cdot 1000}{bHZn} \text{ კვტ/მმ}. \quad (21.20)$$

$U_{Z(N)} = f(KU_z)$ სიდიდე შეიძლება განისაზღვროს ცდების შედეგად. გვეცოდინება რა $U_{X(N)}$, ამძრავის სიმძლავრის მიხედვით განსაზღვრავენ მიწოდების სიჩქარეს

$$U_{(N)} = \frac{U_{Z(N)} Z n}{1000} \text{ მ/წმ}. \quad (21.21)$$

ზედაპირის სიმქისე ძირითადად დამოკიდებულია საჭრისზე მიწოდების სიდიდისაგან U_z , ხოლო U_z ყველა ტიპის ჩარხებისათვის დაკავშირებულია სიმქისის კლასთან

$$U_{z(\nabla\sigma)} = f(\nabla\sigma), \quad (21.22)$$

რის საფუძველზედაც განისაზღვრება მიწოდების სიჩქარე დამუშავების სიმქისის მიხედვით

$$U_{z(\nabla\sigma)} = U_{z(\nabla\sigma)} = \frac{Zn}{1000} \text{ მ/წმ.} \quad (21.23)$$

მჭრელი იარაღის ტექნიკური საშუალებები განისაზღვრება იარაღის მდგრადობის კრიტერიუმებით დატვირთვების მოქმედებისაგან ან საჭრისისშორის ღრმულების შევსებით. ორივე კრიტერიუმს უპირატესი დამოკიდებულება აქვთ ხერხებთან ნაწილობრივად ბურღებთან და სატეხელების ჯაჭვებთან:

$$U_{z(y)} = f(y); \quad U_{z(\sigma)} = f(F_{\text{ღრ}} H), \quad (21.24)$$

სადაც $U_{z(y)}$ არის დასაშვები მიწოდება მდგრადობის კრიტერიუმის მიხედვით;

$U_{z(\sigma)}$ – დასაშვები მიწოდება საჭრისისშორის ღრმულების შევსების კრიტერიუმების მიხედვით.

მდგრადობის კრიტერიუმები განისაზღვრება ტიპური ინსტრუმენტებისათვის კურსის შესაბამის ნაწილში.

საზოგადოდ

$$U_{z(\sigma)} = \frac{F_{\text{ღრ}}}{\sigma H} \text{ მმ,} \quad (21.25)$$

სადაც $F_{\text{ღრ}}$ – ღრმულების ფართობია, მმ²;

H – განახერხის სიმაღლე, მმ;

σ – ღრმულის მუშაობის დაძაბულობის დასაშვები კოეფიციენტი

$$U_{z(y)} = sB^2 \ell_0, \quad (21.26)$$

სადაც S – ხერხის სისქე, მმ;

B – ხერხის სიგანე, მმ;

ℓ_0 – ხერხის თავისუფალი სიგრძე, მმ.

(ცნობილია $U_{z(\sigma)}$ და $U_{z(y)}$ -ის დროს განისაზღვრებიან

$$U_{(\sigma)} = U_{z(\sigma)} \frac{Zn}{1000} \text{ მ/წმ; } U_{(y)} = U_{z(y)} \frac{Zn}{1000} \text{ მ/წმ.}$$

დასაშვებ მიწოდების სიჩქარეს ჩარხისათვის წარმოადგენს ანგარიშებში ნაჩვენებიდან უმცირესი; რის მიხედვითაც განისაზღვრება ჩარხის მწარმოებლურობა.

მწარმოებლურობის კოეფიციენტი K_a ახდენს პირდაპირ ვაგლენას მწარმოებლურობაზე. ფორმულიდან

$$K_a = \frac{t_0}{t_G} = \frac{t_0}{t_0 + t_{\text{გ}}} = \frac{1}{1 + \frac{t_{\text{გ}}}{t_0}}, \quad (21.27)$$

ჩანს, რომ K_a დაკავშირებულია $t_{\text{გ}}$ -სთან და t_0 -თან; ამასთან გამოსახულებაში შედის არა თითოეული მათგანი, არამედ მათი ფარდობა $t_{\text{გ}}/t_0$.

როცა $t_{\text{გ}}/t_0 = 0$, მაშინ $K_a = 1$, ე.ი. ის მაქსიმალურია; როცა $t_{\text{გ}}/t_0 > 0$, მაშინ K_a მცირდება ასიმპტოტურად ნულთან მიახლოვებულ მრუდზე.

ჩარხის გამოყენების კოეფიციენტი აგრეთვე პირდაპირ პროპორციულად მოქმედებს მწარმოებლურობაზე

$$K_{\text{ფ}} = \frac{T_{\text{გ3}}}{T_{\text{გ3}} + T_{\text{გა6}}} = \frac{1}{1 + \frac{T_{\text{გა6}}}{T_{\text{გ3}}}}. \quad (21.28)$$

სამუშაო დროის დანაკარგის სიდიდე $T_{\text{გა6}}$ შედგება აუცილებელი დანაკარგებისაგან ჩარხის გამართვაზე. ტექნიკურ მომსახურებაზე სამუშაო ცვლის განმავლობაში (დაზეთვა და სხვა), ჩარხის დასუფთავებაზე, რეგლამენტირებულ დასვენებაზე, საორგანიზაციო დანახარჯებზე ჩარხის ჩაბარებისა და მიღების დროზე, ოსტატის ინსტრუქტაჟზე, შემთხვევით გაცდენებზე.

აუცილებელი დანაკარგების შესამცირებლად ჩარხი უნდა უზრუნველყოფდეს განსამართი მოწყობილობებისა და მექანიზმების მოხერხებულ და სწრაფ მოქმედებას, მოხერხებულ და ხანგრძლივ დაზეთვას, მუშაობაში საიმედოობას. აგრეთვე ჩარხის მოხერხებულ დალაგებას, ბურბუშელისა და მტერის პნევმატიკურად მოცილებას.

ოპერატორის ნორმალური დასვენება დამოკიდებულია მისი ფსიქოფიზიკური დატვირთვის ხარისხზე, რაც პირდაპირ კავშირშია ჩარხის მექანიზაციისა და ავტომატიზაციის ხარისხთან, აგრეთვე სამუშაო პირობების სანიტარულ მდგომარეობაზე, რაც განისაზღვრება ხმაურის ხარისხით, ვიბრაციით და ესთეტიკური კომფორტით.

21.2. ჩარხების სიზუსტე, სიხისტე და ზედაპირების დამუშავების ხარისხი

ჩარხის სიზუსტე განისაზღვრება მისი უნართ ნორმალურ საწარმოო პირობებში უზრუნველყოს მერქნის დამუშავება მოცემული სიზუსტის კლასით.

ჩარხებზე დამუშავების ცდომილება ფორმირდება ჩარხის მახასიათებლების, მჭრელი იარაღის, მერქნის და მუშა-ფუნქციონირების მოქმედების ქვეშ და წარმოადგენს მითითებული ცდომილებების ჯამს. ამიტომ ერთი და იგივე ჩარხზე, ჩამოთვლილი ფაქტორების ხასიათისაგან დამოკიდებულებით შეიძლება მივაღწიოთ დამუშავების სხვადასხვა სიზუსტეს.

განასხვავებენ ხისდამამუშავებელი ჩარხების სიზუსტის ოთხ კლასს: განსაკუთრებული სიზუსტის (O), მაღალი სიზუსტის (II), საშუალო სიზუსტის (C) და დაბალი სიზუსტის (H) – ცხრილი 21.1.

ჩარხების მოყვანილი სიზუსტის კლასების კრიტერიუმები შეესაბამება მათი მუშაობის ნორმალურ მდგომარეობას და მუშების შესაბამის კვალიფიკაციას.

ჩარხის ამა თუ იმ სიზუსტის კლასის ცდებით განსაზღვრა ეფუძნება დამუშავებული ჯგუფის დეტალების გაზომვებს და დაშვებების ველის ალბათობას, რომელიც ედრება ცხრილში 2 მონაცემებს.

განასხვავებენ დამუშავების ცდომილებების სტატიკურ და დინამიკურ წყაროებს.

ცდომილებების სტატიკურ წყაროებს ეკუთვნის ჩარხის ტექნოლოგიური სქემის იარაღის და დამუშავებული ნამზადის ელემენტების გეომეტრიული ფორმის ცდომილებები (შეცდომები).

ნახ. 21.1, ა-ზე ნაჩვენებია დამუშავებული დეტალის ფორმაზე და ზომებზე საბაზო ფილის გრძივი არასწორხაზობრივობის f საბაზო ფილასთან არაპარალელურობის α მოქმედების უმარტივესი სქემა.

ამ მოქმედებების შედეგად წარმოიქმნება დეტალის განივი და გრძივი კვეთის ფორმის და ზომების დარღვევა-უსწორობა.

ამასთან დამუშავების ჯამური შეცდომა იქნება

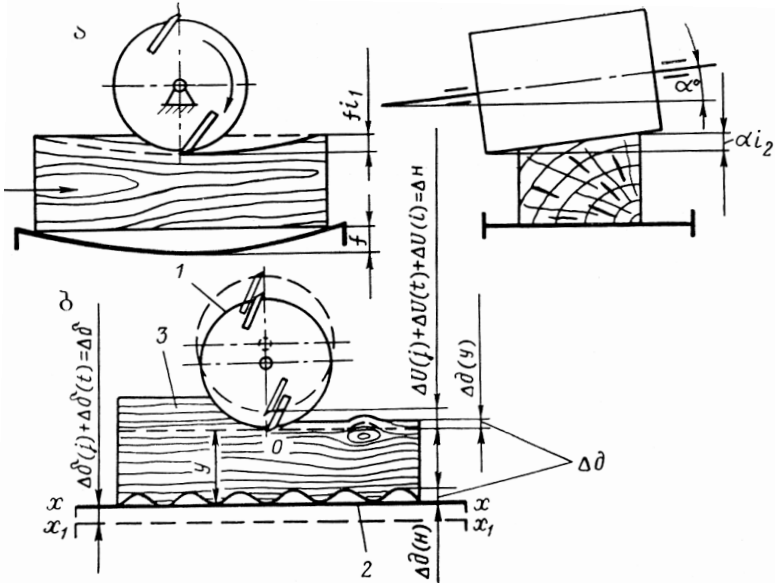
$$\sum \Delta_{\text{სიზუსტე}} = f i_1 + \alpha i_2 \quad (21.29)$$

სადაც i_1 და i_2 – გადაცემის რიცხვები, რომლებიც გვიჩვენებენ დამუშავების ცდომილებისა და ჩარხის გეომეტრიული ცდომილებას შორის ფარდობას.

ჩარხების სიზუსტის კლასები

ნომინალური ზომები მმ	O	II		C		H		
	1	თავისუფალი ზომების 1-ლი კლასი და 2-ე რიგი		თავისუფალი ზომების 1-ლი კლასი და 2-ე რიგი		თავისუფალი ზომების 1-ლი კლასი და 2-ე რიგი		5
	1	2	2a	3	3a	4	4a	5
	ცდომილებები ზომებში (დაშვების კელი), მმ							
10-მდე	0,13	0,25	0,37	0,5	0,75	1	1,5	2,0
10-18	0,15	0,3	0,25	0,6	0,9	1,2	1,8	2,4
18-30	0,18	0,35	0,52	0,7	1,05	1,4	2,1	2,8
30-50	0,2	0,4	0,60	0,8	1,2	1,6	2,4	3,2
50-80	0,23	0,45	0,67	0,9	1,35	1,8	2,7	3,6
80-100	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
120-260	0,3	0,6	0,9	1,2	1,8	2,4	3,6	5,0
260-500	0,35	0,7	1,05	1,4	2,1	2,8	4,2	6,0
500-800	0,4	0,8	1,3	1,6	2,5	3,2	5,0	7,0
800-1250	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0
1250-2000	0,6	1,2	1,8	2,4	3,6	4,8	7,2	10,0
2000-3150	0,7	1,4	2,1	2,8	4,2	5,6	8,4	12,0

შენიშვნა: მრიცხველში მოცემულია ხის დეტალების სიზუსტის კლასები, ხოლო მნიშვნელში ჩარხების მუშაობის სიზუსტის კლასები.



ნახ. 21.1. ზონაწარმოქმნა ჩარხებზე დამუშავების დროს:
 ა - ცდომილებების სტატიკური წყაროები;
 ბ - დამუშავების დინამიკური წყაროების შეცდომები

დამუშავების მითითებული ცდომილებები სისტემატურად მორღება მომდევნო დასამუშავებელ დეტალზე, ამიტომ მათ ეწოდებათ სისტემატური.

დამუშავების ცდომილებების დინამიკურ წყაროებს წარმოადგენენ (ნახ. 21.1, ბ) იარაღის 1, ჩარხის ბაზის 2 და მერქნის 3 დეფორმაციები გამოწვეული მუშა დატვირთვების მოქმედებით (ჭრის ძალები) და დაკავშირებული მერქნის პრაქტიკულ არაერთგვაროვნების თვისებებთან, ნამატის სიდიდესა და მიწოდების სიჩქარესთან, აგრეთვე ბაზის და იარაღის თერმიულ გადაადგილებასთან გაცხელებისა და იარაღის მჭრელი ნაწილის ცვეთასთან.

ნახ. 21.1, ბ-ზე დამუშავების ზომა განისაზღვრება დასაყენებელი მანძილით y , ინსტრუმენტის მჭრელი პირიდან საბაზო ზედაპირამდე. დამუშავების პროცესში y ზომა იცვლება საჭრისის მჭრელი პირის O და XX ბაზის დამუშავების ზედაპირის მიმართ ნორმალზე გადაადგილების შედეგად. ეს გადაადგილებები გამოწვეულია ჭრის ძალებით, ამასთან მიმდინარეობს ინსტრუმენტის

დრეკადი მოძრაობა $\Delta_{u(j)}$ სიდიდეზე, გადაადგილება $\Delta_{u(i)}$ გაცხელებისაგან და საჭრისის მჭრელი პირის გაცვეთისაგან $\Delta_{u(i)}$.

ჩარხის ბაზა (მაგიდა) გადაიწევა XX მდგომარეობიდან ახალ x_1x_1 მდგომარეობაში – იმავე ჭრის ძალების მოქმედებით $\Delta_{\sigma(j)}$ და გაცხელებისაგან $\Delta_{B(t)}$ სიდიდეზე.

დეფორმირება აგრეთვე დასამუშავებელი მერქანი ქვედა ბაზაზე $\Delta_{D(H)}$ სიდიდის უსწორმასწორობის ხარჯზე, ხოლო ზედაზე – $\Delta_{D(y)}$ სიდიდით, ჭრის ზედაპირის დრეკადი აღდგენის გამო.

დრეკადი აღდგენა დატვირთვების პირდაპირპროპორციულია და უკუპროპორციულია ელემენტების სიხისტისა.

მერქნის არაერთგვაროვნობის თვისებებთან დაკავშირებით ერთი დეტალის ზომის სიგრძეზე და მით უმეტეს დატვირთვისა და აღდგენის პარტიაში აგრეთვე ცვალებადია; ამასთან არა გვაქვს ცვლილების კანონზომიერება ცვალებადობის ცდომილებები შემთხვევითები არიან.

შემთხვევითი ჯამური ცდომილება განისაზღვრება ფორმულით

$$\Delta_{\sigma} = \sqrt{\Delta_{H(i)}^2 + \Delta_{H(t)}^2 + \Delta_{B(j)}^2 + \Delta_{B(t)}^2 + \Delta_{D(H)}^2 + \Delta_{D(y)}^2} . \quad (21.30)$$

საჭრისის ცვეთა $\Delta_{H(i)}$ წარმოადგენს სისტემატურად ცვლად, კანონზომიერად ცვალებად ფაქტორს, ამიტომ ის არითმეტიკულად ჯამდება შემთხვევით შეცდომებთან.

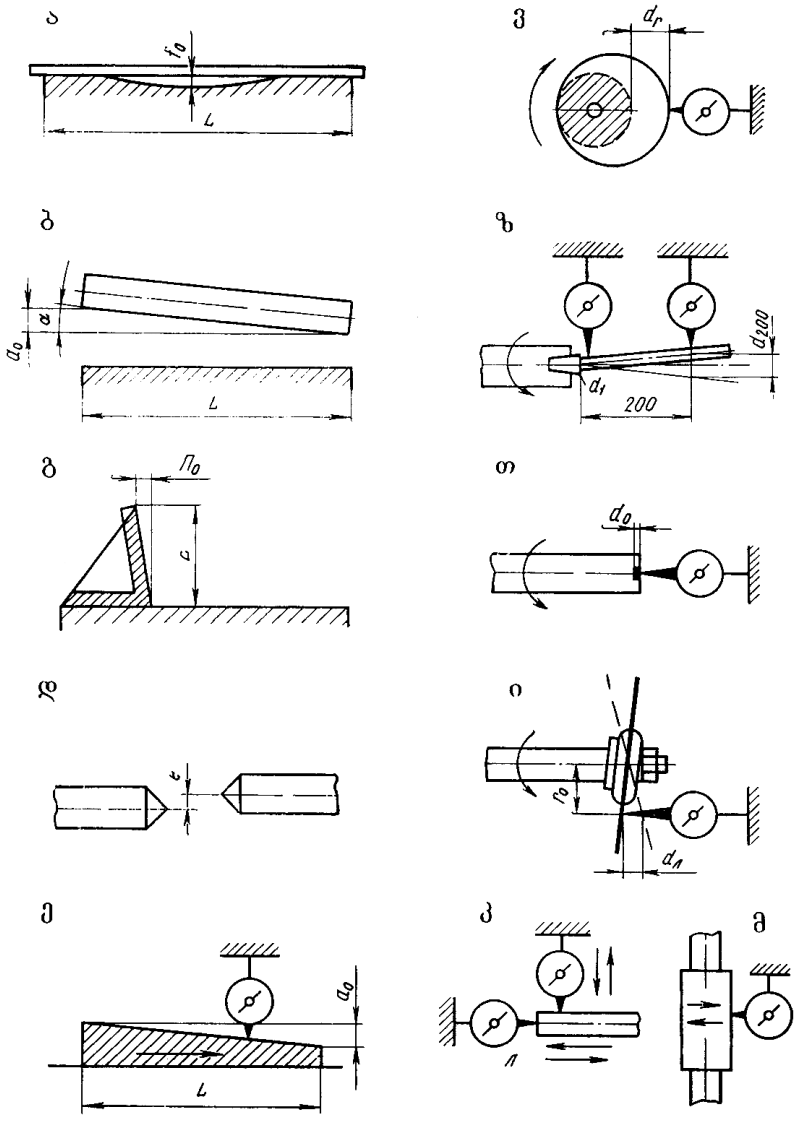
ჯამური ცდომილება სისტემატურად მუდმივი ცვლადი და შემთხვევითი მოქმედებებისაგან

$$\sum \Delta = \Delta_{cum} + \Delta_{ca} + \Delta_{H(i)} . \quad (21.31)$$

განხილულიდან გამოდის, რომ ჩარხი როგორც დამუშავების ცდომილებების წყარო გამოვლინდება ტექნოლოგიური სქემის გეომეტრიული სიზუსტით და საჩარხო ელემენტების სიხისტით, შემავალი დრეკად ტექნოლოგიურ სისტემაში ჩარხი-იარაღ-დეტალი (ჩიღ).

ჩარხის გეომეტრიული სიზუსტე ხასიათდება მისი საბაზო ელემენტების ცდომილებებით, რომლებიც ატარებენ საჭრისებს (ინსტრუმენტებს), აგრეთვე მათი ურთიერთგანლაგებისა და მუშა გადაადგილებების ცდომილებებით.

მითითებული გეომეტრიული ცდომილებები საერთო შემთხვევაში გაიზომება შემდეგი პარამეტრებით (ნახ. 21.2):



ნახ. 21.2. ხისდამამუშავებელი ჩარხების ტექნოლოგიური სქემის ძირითადი გეომეტრიული ცდომილებები

- ა – ფილების, სახაზავების არასწორხაზოვნობა (არასიბტყეობა) და სუპორტების, ურიკების, ბაზების და სხვა გადაადგილების ტრაექტორიები – f_0/L , მმ/1000;
- ბ, გ, ე – საბაზო და მჭრელი ელემენტების ურთიერთგანლაგების და მათი გადაადგილებების ტრაექტორიების არაპარალელურობა და არაპერპენდიკულარობა – a_0/L , მმ/1000;
- დ – მუშა ლილვების წყვეტილი უბნების არათანადერძულობა – e , მმ;
- ვ, ზ, თ, ი – მუშა შპინდელის რადიალური d_r და ღერძული d_0 ცემა, მმ;
- კ, ლ, მ – ლილვების და სუპორტების (ურიკების) გადანაცვლება საყრდენებისა და მიმმართველების ღრენოში, – d_0 , მმ.

მბრუნავი ელემენტების ცემა, სიზუსტეზე ზემოქმედების გარდა, მაღალი სიჩქარეების დროს აპირობებს ვიბრაციებსა და ხმაურს, აგრეთვე არის ჩარხის ელემენტების დანქარებული ცვეთის მიზეზი.

ჩარხის ელემენტების (ლილვების, ურიკების) გადანაცვლება არსებითად ახდენს გავლენას დამუშავების სიზუსტეზე, როგორც შემტხვევითი შეცდომების ფაქტორი.

ძირითადი ჩარხების დასაშვები გეომეტრიული ცდომილებების რაოდენობრივი ნორმები მოცემულია სტანდარტებში „სიზუსტის ნორმები“. დამუშავების ცდომილებები ჩარხის გეომეტრიული ცდომილებისაგან საერთო ბალანსით არ წარმოადგენს დომინირებულს და და შეადგენს 20-25%-ს.

ჩარხების ელემენტების ტექნოლოგიური სიხისტე ახასიათებს დრეკადი ტექნოლოგიური სქემის ელემენტების აღდგენას. ტექნოლოგიური სქემის დრეკად ელემენტებს წარმოადგენენ შპინდლები სუპორტებთან ერთად და საბაზო ელემენტები.

სიხისტე განისაზღვრება მუშა შპინდელის ან საბაზო ელემენტის, როგორც დატვირთვის ΔP ნამატის ფარდობა დეფორმაციის აღდგენას ΔY ნამატთან დასამუშავებელი ზედაპირის ნორმალის მიმართულებით:

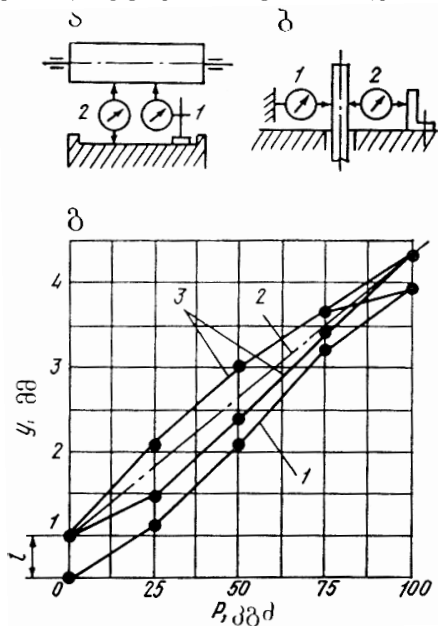
$$j = \frac{\Delta P}{\Delta Y} \text{ კგ/მმ.} \quad (21.32)$$

თუ დეფორმაცია წარმოადგენს დრეკადს, ფორმულა იღებს სახეს:

$$j = \frac{P}{Y} \text{ კგ/მმ.} \quad (21.3)$$

სიხისტის საცდელი გაზომვები ხორციელდება სპეციალური დატვირთვის დინამომეტრების აღდგენას ინდიკატორებით გაზომვით.

ნახ. 21.3-ზე ნაჩვენებია სიხისტის გაზომვის სქემები: ჰორიზონტალური შპინდელისა და ჰორიზონტალური ბაზის (ნახ. 21.3, ა) და შპინდელისა და ვერტიკალური მიმართველი ბაზის (ნახ. 21.3, ბ); აგრეთვე (ნახ. 21.3, გ) გამოსახულია შპინდელის სიხისტის ტიპური დიაგრამა. გადანაცვლება დეფორმაციის დასაწყისში ნულოვანი დატვირთვის დროს შეესაბამება ღრეხოს სიდიდეს, ხოლო დატვირთვის და განტვირთვის ხაზის არდამთხვევა (ჰისტერეზისის მარყუვი) ადასტურებს ხახუნის ძალების მუშაობას.



ნახ. 21.3. სიხისტე და მისი გაზომვა: ა – ჰორიზონტალური შპინდელის და ჰორიზონტალური ბაზის სიხისტის გაზომვა; 1 – ინდიკატორი; 2 – განმბრჯენი დინამომეტრი; ბ – ვერტიკალური შპინდელისა და ვერტიკალური ბაზის სიხისტის გაზომვა; 1 – ინდიკატორი; ბ – მიმართველი სახაზავი; გ – შპინდელის სიხისტის დიაგრამა; 1 – საწყისი დატვირთვის მრუდი; 2 – სიხისტის გაშუალებული მრუდი; 3 – ჰისტერეზისის მარყუვი; l – ღრეხო საკისარში

მოელი დრეკადი ჯგუფის (მოცემულ შემთხვევაში სისტემის შპინდელი-ბაზა) სიხისტე განსაზღვრავს ჯამურ დეფორმაციას

$$Y = Y_{\text{ა}} + Y_{\text{ბ}}, \quad (21.34)$$

სადაც $Y_{\text{ა}}$ – შპინდელის დეფორმაცია, მმ; $Y_{\text{ბ}}$ – ბაზის დეფორმაცია, მმ.

რადგანაც მოქმედი დატვირთვა სისტემაში ერთნაირია სისტემის ყველა ელემენტებისათვის, ხოლო დეფორმაცია წარმოადგენს სიხისტის სიდიდის უკუ სიდიდეს,

$$\frac{1}{j} = \frac{1}{j_{\text{ა}}} + \frac{1}{j_{\text{ბ}}} \quad (21.35)$$

ან

$$j = \frac{1}{\frac{1}{j_{\text{ა}}} + \frac{1}{j_{\text{ბ}}}} \quad \text{კგ/მმ}. \quad (21.36)$$

სისდამამუშავებელ ჩარხებში აღმდგენ დატვირთვას ქმნის ჭრის ძალის მდგენელი, იშვიათად მიწოდების ბაზასთან ნორმალური. ეს ძალა სიმძლავრის პროპორციულია, ამიტომ, ნათელია, ჩარხის სიხისტის ნორმა დამოკიდებულია მუშა სიმძლავრეზე. ერთგვარი ჩარხების სიხისტის შედარებისათვის, რომლებსაც სხვადასხვა სიმძლავრე აქვთ, უნდა გავითვალისწინოთ დაყვანილი სიხისტე, ანუ სიხისტე მოსული 1 კვტ სიმძლავრეზე

$$J_{\text{დყ}} = \frac{j}{N} \quad \text{კგ/მმ.კვტ}. \quad (21.37)$$

მუშა კვანძების სიხისტე დამოკიდებულია დრეკადი ელემენტის ზომებზე, აგრეთვე შეერთებების სიხისტეზე, ანუ კვანძში შეერთებული ელემენტების კონტაქტის ზედაპირებზე. რაც დაბალია მათი სიმქისე და კარგია გრძივა, მით მეტია სიხისტე, ამიტომ ჩარხების სიხისტე ძირითადად განისაზღვრება მისი ნაწილების აწყობის სიზუსტით.

ჩარხების ტექნოლოგიური სიხისტის ნორმები განისაზღვრება ტექნოლოგიურად დასაშვები აშვებების სიდიდით (ანუ დამყლიანობით) და დასაშვები ვიბრაციების აღრიცხვით, რომლებიც დაკავშირებულია სიხისტესთან შემდეგი ფორმულის შესაბამისად

$$A = \frac{P}{j - mp^2} \quad \text{მმ}, \quad (21.38)$$

სადაც A – რხევების ამპლიტუდა 1/წმ;

P – აღმზნები ძალა, კგ;

j – სიხისტე, კგ/მმ;

m – დაყვანილი რხევადი მასა;

p – იძულებითი რხევების სიხშირე, 1/წმ.

საფრეზი ჩარხების ელემენტების სიხისტე მოცემულია ცხრილში 21.2.

ცხრილი 21.2

საფრეზი ჩარხების სიხისტის საშუალო სიდიდეები

ჩარხების ელემენტები	დაყვანილი სიხისტე	მაგალითები
მუშა შპინდლები: ორსაყრდენიანი ლილვები უძრავ სუპორტზე	2000-3000	რეისმუხის, სარანდავი და ოთხმხრივი ჩარხების დანე- ბიანი ლილვები
ორსაყრდენიანი შპინდლები მოძრავ სუპორტზე: საყრდენებს შორის დატ- ვირთვით	2000	ოთხმხრივი ჩარხების პორი- ზონტალური დანებიანი ლილვები
კონსოლური დატვირთვით	250-200	საფრეზი, კოტასაჭრელი, ოთხმხრივი ჩარხების შპინ- დლები
საბაზო მაგიდები (ფილები)	2000-3000	საფრეზი ჩარხების საბაზო მაგიდები
მუშა სუპორტები და ური- კები (განივი საერთო სი- ხისტე)	200-400	საფრეზი და კოტასაჭრელი ჩარხების მაგიდები, მიმართ- ველი საბაზო სახაზავები

ხარისხი, ან მერქნის ზედაპირის დამუშავების სიმქისე განი-
საზღვრება მაქსიმალური არათანასწორობების (სიმქისეების)
საშუალო არითმეტიკული სიდიდით და ხასიათდება სიმქისის 12
კლასით (ცხრილი 21.3).

ჩარხებზე დამუშავების დროს სიმქისის კლასი დამოკიდე-
ბულია ჩარხის ტიპზე და მისთვის დამახასიათებელ ჭრის
სახეზე, სამუშაოს რეჟიმზე (საჭრისზე მიწოდებაზე, ჭრის
სიჩქარეზე, საჭრისების სიმახვილეზე) და ჩარხის ვიბრომედეგო-
ბაზე, აგრეთვე მერქნის აგებულებაზე.

თეორიულ გაანგარიშებას ექვემდებარება მხოლოდ კინემატი-
კური სიღრმის უთანაბრობა

$$H_k = aU_z, \text{ მმ} \quad (21.39)$$

სადაც $a-U_z$ -ის და H_k -ს კავშირის კოეფიციენტი, დამოკიდებული
დამუშავების სახეზე და მჭრელ იარაღზე, აგრეთვე
საჭრისების რადიუსების τ სიზუსტეზე.

მერქნის დამუშავების სიმქისის კლასები

სიმქისის კლასი	მაქსიმალური უთანაბრობების სიმაღლეების საშუალო არითმეტიკული სიდიდე R_{zmax} , არა უმეტეს, მკმ	სიმქისის კლასი	მაქსიმალური უთანაბრობების სიმაღლეების საშუალო არითმეტიკული სიდიდე R_{zmax} , არა უმეტეს, მკმ
Δ01	1600	Δ07	100
Δ02	1200	Δ08	60
Δ03	800	Δ09	32
Δ04	500	Δ010	16
Δ05	320	Δ011	8
Δ06	200	Δ012	4

დანარჩენი სახეობების უთანაბრობები განისაზღვრება ემპირიულად და წარმოდგენილია ცხრილებით, რომლებიც გამოხატავენ დამოკიდებულებას $R_z = f(U_z)$.

რადგანაც $U_z = \frac{U \cdot 1000}{nz}$, კლასის ასაწევად საერთო შემთხვევაში საჭიროა ამაღლდეს, საერთო ტენიკური მიზანშეწონილობა გამომდინარე, ბრუნვის სიჩარე n ბრ/წთ და საჭრისების რაოდენობა ინსტრუმენტზე საჭრისების რადიუსების მაღალი სიზუსტის დროს.

საშუალო რეჟიმებზე მუშაობისა და იარაღის და მერქნის ნორმალური მდგომარეობის დროს ჩარხები ხასიათდებიან ხარისხის განსაზღვრული კლასით მათზე დამუშავებული ზედაპირების სიმქისის მიხედვით.

214-ე ცხრილში მოყვანილია მექანიკური დამუშავების ხარისხის საშუალო მახასიათებლები, ანუ ძირითადი ჩარხების მუშაობის კლასები და მათზე დამუშავებული ზედაპირების სიმქისები.

213. ჩარხების ეკონომიურობა

ჩარხის ეკონომიურობა ხასიათდება მოცემული ჩარხისათვის ტიპური ერთეული პროდუქციის ღირებულებით. ჩარხზე გამომუშავებული ერთეული პროდუქციის საერთო ღირებულება S წარმოადგენს ამ ერთეულზე მოსული დანახარჯების ჯამს: მომ-

მერქნის მექანიკური დამუშავების ხარისხი

ჩარხები და დამუშავების სახე	ჩარხების მუშაობის სისუსტის კლასი
განივი შავი ხერხვა:	
ჩარჩოხერხები	4-5
ლენტურ ჩარხებზე	4-5
მრგვალსახერხ ჩარხებზე	3a-5
სუფთა ხერხვა მრგვალსახერხ ჩარხებზე	2a-4
გრძივი ხერხვა მრგვალსახერხ ჩარხებზე:	
შავი	3a-5
სუფთა	2-3a
ფრეზვა:	
შავი, ბრტყელი სიბრტყეების განივ-საფრეზ ჩარხებზე	2-3a
სუფთა საფრეზ ჩარხებზე	—
კოტასაჭრელ ჩარხებზე	2-2a
ნახვრეტების ბურღვა, ბუდეების ამოტეხვა	2-3a
ჩარხვა:	
შავი	3-4
სუფთა	2-2a
შპონის რანდვა	2-3
შპონის ჩეხვა საჩეჩ ჩარხებზე	1-2a
რანდვა ტექნოლოგიური ბურბუშელის სარანდავ ჩარხებზე	2-3
ხეხვა ჩარხებზე	
სუფთა	—
შავი	—
დაკალიბრება	2-3

სახურე მუშების სამუშაო ხელფასი S_1 , ენერჯის საერთო ღირებულება (ელექტრული, შეკუმშული ჰაერი და სხვა) S_2 ჩარხის ღირებულებიდან საამორტიზაციო და ჩარხის მიერ დაკავებული შენობის ნაწილის დანარიცხები S_3 ჩარხის ექსპლუატაციაზე და რემონტზე დანახარჯების S_4 :

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 \text{ ლარი ერთეულ პროდუქციაზე.} \quad (21.40)$$

სამუშაო ხელფასი S_1 განისაზღვრება ძირითადი და დამხმარე მუშების ცვლის სამუშაო ხელფასის 3 გაყოფით ჩარხის ცვლურ მწარმოებლურობაზე

$$S_1 = \frac{1,124}{Q_{\text{ცვ}}} \text{ ლარი ერთეულ პროდუქციაზე, } (21.41)$$

სადაც 1,124 – საშუალო მამრავლი, რომელიც ითვალისწინებს დამატებით სამუშაო ხელფასს და მასზე დანარიცხებს.

ელექტროენერჯის ფასი

$$S_2 = \frac{NK\eta K}{\eta Q_{\text{ცვ}}} \text{ ლარი ერთეულ პროდუქციაზე, } (21.42)$$

სადაც N – ძრავების სიმძლავრე, კვტ;

K, η – შესაბამისად ძრავის დატვირთვის კოეფიციენტი და მისი მარგი ქმედების კოეფიციენტი საშუალო დატვირთვაზე;

$\Theta - 1$ კვტ.სთ ელექტროენერჯის ღირებულება, ლარი;

T – სამუშაო ცვლის ხანგრძლივობა, სთ.

დაჭირსნული პაერის ღირებულება იმდენად მცირეა, რომ მას ჩარხებში არ აღრიცხავენ.

საამორტიზაციო დანარიცხები

$$S_3 = \frac{1,15Ca + C_3a_3}{Q_{\text{წლ}}} \text{ ლარი ერთეულ პროდუქციაზე, } (21.43)$$

სადაც 1,15 – საშუალო კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ჩარხის მონტაჟზე დანახარჯებს;

C – ჩარხის ღირებულება, ლარი;

a – ჩარხის ამორტიზაციის პროცენტი კაპიტალური რემონტების გათვალისწინებით (13% უნივერსალური და 15-20% სპეციალური ჩარხებისათვის);

$Q_{\text{წლ}}$ – პროდუქციის წლიური გამოშვება;

C_3 – ჩარხის მიერ დაკავებული შენობის ნაწილის ღირებულება, ლარი;

a_3 – შენობის ამორტიზაციის პროცენტი, რომელიც ითვალისწინებს კაპიტალური რემონტის დანარიცხებს.

საექსპლუატაციო ხარჯები შედგება შუალედური რემონტების P , მჭრელი იარაღების U და დამხმარე მასალების მომსახურებისათვის (დასახეთი და გასაწმენდი) B ხარჯებისაგან

$$S_4 = P + U + B \text{ ლარი ერთეულ პროდუქციაზე, } (21.44)$$

სარემონტო ხარჯები ერთეულ პროდუქციაზე გამსხვილებულად განისაზღვრება მთელ პერიოდში ამორტიზაციის ღირებულებიდან – 10% საშუალო ხარჯებიდან გამომდინარე

$$P = \frac{0,1C}{iQ_{\text{წლ}}} \text{ ლარი ერთეულ პროდუქციაზე, } (21.45)$$

სადაც t – ამორტიზაციის წლების რიცხვი.

იარაღების ექსპლუატაციის ღირებულება U მოიცავს მათ დამრგვალებულ ღირებულებას, გადაღესვის და სხვა სახის მომსახურებების ღირებულებას.

დამხმარე მასალებზე დანახარჯები საშუალოდ ფასდება 1 თეთრი ცვლაში. მაშინ

$$B = \frac{0,01}{Q_{\text{ცა}}} \text{ ლარი ერთეულ პროდუქციაზე. } (21.46)$$

21.4. ჩარხების საიმედოობა და ხანგამძლეობა

საიმედოობა, საერთო შემთხვევაში, ახასიათებს ჩარხის შეუფერხებელი მუშაობის დროს, ან მისი ელემენტების მდგენელების მნიშვნელობების ალბათობებს. ჩარხების ფუნქციონირების დარღვევის მიზეზები უფრო ხშირად წარმოადგენენ: შემაღენელი ნაწილების მტყუნება; ჩარხის ნორმალური მუშაობის პარამეტრების დროებითი დაკარგვა; ცვეთა, რომელიც არღვევს მოცემულ სიზუსტეს და ხარისხს. უმტყუნებო მუშაობის დრო წარმოადგენს შემთხვევით სიდიდეს და ემსახურება საიმედოობის ერთ-ერთ კრიტერიუმს.

საიმედოობის ცვლილება დროში მიმდინარეობს ასე: ჩარხის პირველ პერიოდში მუშაობის დროს მისი მწყობრიდან გამოყვანის ალბათობა შედარებით მაღალია, შემდეგ მაღე ეცემა და დიდი ხნის განმავლობაში ინახავს თავის მნიშვნელობას, შემდეგ ისევ იწყებს მომატებას. ფიზიკურად პირველი პერიოდი შეესაბამება ჩარხის მისახმარისებას და გაწყობას, მეორეში – მიმდინარეობს კარგად მიმუშავებული ნაწილების ნორმალური მუშაობა, ხოლო მესამე პერიოდში ადგილი აქვს ფიზიკურ დაბერებას, ცვეთას და დაშლას.

საიმედოობის თეორია ადგენს, რომ ჩარხის ელემენტების საიმედო მუშაობის ალბათობა t დროის განმავლობაში შეადგენს

$$H = 1 - P, \quad (21.47)$$

სადაც $P - t$ დროის განმავლობაში უარის ალბათობა.

ჩარხის თითოეული ცალკე ელემენტის საიმედოობის, სხვა ელემენტებისგან დამოუკიდებლად, ალბათობა, იმასთან დაკავშირებით, რომ ყველა n ელემენტი t დროის განმავლობაში იქნება მუშაუნარიანი, გამოისახება ფორმულით

$$H_{\text{საერთო}} = H_1 H_2 H_3 \cdots H_n = \prod_{i=1}^n (1 - P_i). \quad (21.48)$$

რადგანაც ჩარხის ერთი ელემენტის მაინც უარი წარმოადგენს მთლიანი ჩარხის მუშაობის უარის ფაქტს, ალბათობა მთლიანად ჩარხის ან ერთი ელემენტის

$$P_{\text{საერთო}} = 1 - H_{\text{საერთო}} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i). \quad (21.49)$$

იქედან გამოდის, რომ რაც მეტ ელემენტებს შეიცავს ჩარხი, მით ნაკლებია მისი საერთო საიმედოობა, ამისათვის ჩარხის ელემენტების საიმედოობა უნდა იყოს რამოდენიმე რიგით მაღალი ჩარხის საერთო საიმედოობასთან შედარებით.

პუასონის კანონიდან გამომდინარე, რომელიც ახასიათებს აღნიშნულ კანონზომიერებებს, იმის ალბათობა, რომ ჩარხი იმუშავებს შეუწყვეტლად t დროზე მეტ ხანს, ტოლია

$$P(t) = e^{-\lambda}, \quad (21.50)$$

სადაც λ -ახასიათებს მოცემული ჩარხის ხარისხს, რომელიც ტოლია ერთეულ დროში უარების რიცხვისა (ჩარხის საიმედოობის ზომა);

e - ნატურალური ლოგარითმების ფუძე ($e = 2,72$).

თუ გვეცოდინება უარების რიცხვი λ და ერთი გაცდენის საშუალო ხანგრძლივობა $t_{\text{გაც}}$, რომელიც საჭიროა ჩარხის მუშაუნარიანობის აღსადგენად, ვიპოვოთ გაცდენების საერთო ხანგრძლივობას $T_{\text{გაც}}$, რომელიც დაფიქსირდება ჩარხის უარის გამო t დროში და, რომელიც შეესაბამება ჩარხის საიმედოობის დონეს:

$$T_{\text{გაც}} = t_{\text{გაც}} \lambda.$$

ვარდობა

$$\frac{t - T_{\text{გაც}}}{t} = 1 - \frac{T_{\text{გაც}}}{t} = K_{\text{სკ}}. \quad (21.51)$$

$K_{\text{სკ}}$ გამოსახავს ჩარხის საიმედოობის კოეფიციენტს, რომელიც ყოველთვის ერთზე ნაკლებია და ჩარხის სრულყოფის დროს მიისწრაფის ერთისაკენ. ფართო გავრცელების ჩარხებისათვის $K_{\text{სკ}}$ მერყეობს 0,7-0,95 ზღვრებში.

ხანგამძლეობა არის ჩარხის თვისება შეინარჩუნოს მუშაუნარიანობა (შესვენებებით რემონტის დროს) დანგრევამდე ან ზღვრულ ეკონომიკურად ოპტიმალურ მდგომარეობამდე.

ხანგამძლეობა ფასდება ტექნიკური რესურსით, ანუ მისი ექსპლუატაციის ზღვრული დროით, რომელიც განისაზღვრება ფიზიკური და მორალური ცვეთით. ფართო პრაქტიკაში ხელმძღვანელობენ ამორტიზაციის პირობითი ვადით, რაც რომელიმე ხარისხით შეესაბამება ხანგამძლეობის მინიმალურ ვადებს.

ხისმჭრელი ჩარხებისათვის საამორტიზაციო ვადას დებულობენ 5-დან 10 წლამდე მათი სირთულის ხარისხისაგან დამოკიდებულებით. ჩარხების მოდერნიზაცია, როგორც წესი, ახანგრძლივებს საწარმოო ექსპლუატაციის მინიმალურ ნორმებს ორჯერ და მეტჯერად.

21.5. ტექნიკური და ეკონომიკური მაჩვენებლები

შრომის ავტომატიზაციის ხარისხი ჩარხზე განისაზღვრება ავტომატიზირებული პროცესების დროის ფარდობით მთელი პროცესის დროსთან

$$A = \frac{T_{\text{ავტ}}}{T} 100\% . \quad (21.52)$$

სამუშაო ფართობის ჩარხის მიერ გამოყენების კოეფიციენტი გამოისახება ერთეულ დროში გამომუშავებული პროდუქციის საშუალო რაოდენობით (ჩვეულებრივად სამუშაო ცვლაში), რომელიც მოდის ჩარხის მიერ დაკავებული 1 მ² ტექნოლოგიურ ფართობზე

$$K_{\text{ფ}} = \frac{Q_{\text{გვ}}}{F} \text{ 1/მ}^2. \quad (21.53)$$

ჩარხზე მუშების შრომის მწარმოებლურობის ხარისხი განისაზღვრება სამუშაო ცვლაში ერთი პირობითი მუშის მიერ გამომუშავებული პროდუქციის რაოდენობით:

$$K_{\text{ღ}} = \frac{Q_{\text{გვ}}}{P_{\text{პორ}}} \text{ 1/}P_{\text{პორ}}, \quad (21.54)$$

სადაც $P_{\text{პორ}}$ – ძირითადი და დამხმარე მუშების რაოდენობა, დაყვანილი სატარიფო ცხრილის პირველ თანრიგზე

$$P_{\text{პორ}} = (P_{\text{ძირ}} a_1 t_1 + P_{\text{დამ}} a_2 t_2 + P_{\text{მომ}} a_3 t_3) \frac{1}{t}, \quad (21.55)$$

სადაც $P_{\text{პორ}}$ – ძირითადი მუშების რაოდენობა;

$P_{\text{დამ}}$ – დამხმარე მუშების რაოდენობა;

$P_{\text{მომ}}$ – მომსახურე მუშების რაოდენობა;

a_1, a_2, a_3 – ძირითადი, დამხმარე და მომსახურე მუშების პირველ თანრიგზე გადაყვანის სატარიფო ცხრილის კოეფიციენტები;

t_1, t_2, t_3 – ძირითადი, დამხმარე და მომსახურე მუშების სამუშაო ცვლაში მუშაობის დრო, სთ;

t – სამუშაო ცვლის დრო, სთ.

ენერგეტიკული ეფექტურობა ხისმჭრელი ჩარხებისათვის გამოსახება 1 დმ³ ბურბუშელის მოხსნაზე დახარჯული ელექტროენერგიით (პირობით ერთეულზე ანალოგიური ჩარხებისათვის):

$$\Theta = \frac{Nt}{QC} \text{ კვტ სთ/დმ}^3, \quad (21.56)$$

სადაც N – ელექტროძრავას საშუალო საათური სიმძლავრე, კვტ;

t – მუშაობის დრო, სთ;

Q – მწარმოებლურობა t დროში;

C – ერთეულ პროდუქციის წარმოების დროს მოჭრილი ბურბუშელის მოცულობა, დმ³.

ხვედრითი ლითონტეკვადობა გვიჩვენებს, მწარმოებლურობას, რომელიც მიღებულია სამუშაო ცვლაში ჩარხის ლითონის ერთეული მასიდან:

$$M_{\text{ბგ}} = \frac{Q}{M} \text{ 1/კვ.} \quad (21.57)$$

21.6. საწარმოო სანიტარიისა და უსაფრთხოების საერთო პირობები

მჭრელი იარაღების მაღალი სიჩქარეებისა და დასამუშავებელი ნამზადების დიდი სიჩქარით მიწოდებასთან დაკავშირებით ხისდამამუშავებელი ჩარხები ეკუთვნის საშიშ მუშა მანქანებს.

მუშის ტრავმირება შეიძლება მოხდეს ჩარხზე მუშაობის პროცესში და მისი დარეგულირებისა ან ტექნიკური მომსახურების დროს. ჩარხზე მუშაობის დროს ტრავმების ძირითადი სახეები ხდება: მჭრელი იარაღის უშუალო მოქმედების; ჩარხის მბრუნავი და უკუცვეთ-წინსვლითი მექანიზმების მოქმედების; დამუშავებული დეტალის ან მისი ნაწილის გამოსროლის;

იარაღის გამოსროლის, გაგლეჯილი მჭრელი იარაღის ან გადაცემის მექანიზმების მუშა ნაწილების გამოსროლის; მანქანის ცუდად დამაგრებული ნაწილების დავარდნით; ჩარხთან მუშის დავარდნით დაზიანებების; დაუმეგებელი ვიბრაციისა და ხმაურის მოქმედების; ელექტრული დენის მოქმედების შედეგად.

ჩარხების დარეგულირების, იარაღების გამოცვლის და ტექნიკური მომსახურების დროს შესაძლებელია შემდეგი ტრავმები; უძრავ მჭრელ იარაღზე ჭრილობების მიღება; თითების ჩამაგრება და ხელების დაზიანება; სერიოზული ტრავმები ჩარხის შემთხვევითი ჩართვის დროს დარეგულირების ან ტექნიკური მომსახურების პროცესში.

უბედური შემთხვევების თავიდან ასაცილებლად ხისმჭრელ ჩარხზე მუშაობის დროს და სანიტარული და ერგონომიკური პირობების შესაქმნელად აუცილებელია შემდეგი:

მჭრელი იარაღების საიმედო და მთლიანი შეღობვა მუშაობის დროს;

მიწოდების მექანიზაცია, რათა მუშას არ მოუხდეს ხელების იარაღებთან მიახლოება;

მბრუნავი ელემენტების მთლიანი და საიმედო შეღობვა, აგრეთვე ჩარხის სწრაფმოდრავი უკუქცევით-წინსვლითი ნაწილების შეღობვა;

დამუშავებული დეტალის ან მისი ნაწილის ჩარხიდან გამოსროლის აცილება: დისკურ ხერხებთან სპეციალური მიმართველი გამსროლი დანების; დისკურ ხერხებთან და საფრეზ ჩარხებთან სამუხრუჭე თამასის ან სექტორების; სარეის-მუსო ჩარხებთან მიმჭერი სექციური მკვებავი ლილვების ან ღრუბელის; სატორსო, კოტასატრელი და სხვა ჩარხებთან ამრინებელი თამასების და აგრეთვე გამწოვი სისტემის ბურბუშელის საიმედო მიმღებების მოწყობის გზით;

ჩქაროსნული მჭრელი იარაღებისთვის, მათი დამსხვრევის დროს, ნაწილების გამოსროლის თავიდან ასაცილებლად მტკიცე, საიმედო ღობეების გამოყენება; საიმედო იარაღების გამოყენება, რომელთა სიმტკიცე უნდა შემოწმდეს ცენტრიდანულ-გამრღვევ მანქანაზე; შედგენილი იარაღების გამოყენება საჭრისების ცენტრიდანულ-სოლისებრი ჩამაგრებით.

მჭრელი და მიწოდებელი მექანიზმების ავტომატური ბლოკირება, რათა ჭრის მექანიზმის შემთხვევითი გამორთვის დროს გამოირთოს მიწოდება, ხოლო ჩარხის გაშვების დროს არ მოხდეს მიწოდების გაშვება ჭრის მექანიზმის ჩაშვებამდე და ჩარხის გამორთვის დროს ბლოკირებამ გამორიცხოს მხოლოდ

ჭრის მექანიზმის გამორთვა მიწოდების მექანიზმის გამორთვის გარეშე;

ჩარხის ნაწილების გარანტირებული დამაგრება, რომლებსაც დავარდნის დროს შეუძლიათ მიაყენონ ტრავმა მომსახურე მუშას, მაგალითად, ლენტურსახერხი ჩარხების სატვირთო დაჭიმვა ან ქანქარა ხერხის სატვირთო წონწინადის დაყენება და ა.შ.;

მუშის დავარდნის დროს ტრავმების მიღების შემცირება ჩარხისათვის გარს შემოდინების ფორმის მიცემით, გამომწვევრილი მჭრელი ნაწილების გარეშე, აგრეთვე ხალიჩების იატაკზე და ჩარხის ნაწილებზე ფრიქციული პოზიციების გზით, სადაც შესაძლებელია მოცურება;

ჩარხების ელექტროძრავებისა და დგარების დამიწება და დახურული ელექტროაპარატურის გამოყენება ელექტრული ტრავმებისაგან დასაცავად.

ჩარხის ვიბრაციისა და ხმაურის დასაწევად მბრუნავი ნაწილების გულდასმითი გაწონასწორების გზით, მათ შორის მჭრელი იარაღისა; მბრუნავი ნაწილების ცემის გამორიცხვა გამომწვევრილი გეომეტრიული უზუსტობებით და შეერთებებში ღრიტოების არსებობით; ჩარხის ელემენტების სიხისტის ამადლება; ჩარხის ძირის საძირკვლის საიმედო მოწყობა; ვიბროსაფენების გამოყენება; ნაკლებხმაურიანი მჭრელი იარაღების გამოყენება, რომლებიც ფორმით უახლოვდება ბრუნვის ტანს, დიდი შევრების გარეშე. დანებიანი ლილვებისათვის მიზანშეწონილია დანების ხრახნული განლაგება. სასურველია აგრეთვე მჭრელი იარაღის ზონის ხმის-საიზოლაციო ღობის მოწყობილობის, ნაკლებხმაურიანი შევრო-ნული და ირიბკბილებიანი კბილათვლების, გორგოლაჭებიანი გადამცემი ჯაჭვების და უნაკერო ღვედური გადაცემების გამოყენება.

ზოგიერთი სახერხი და საფრეზი ჩარხების ხმაურის მახასიათებლები აჭარბებენ სანიტარულ ნორმას (80 დბ), რაც ადასტურებს ხისდამამუშავებელი ჩარხების შემდგომი სანიტარულ-ჰიგიენური სრულყოფის აუცილებლობას.

ჩარხების გაწყობისა და ტექნიკური მომსახურების პროცესში ტრავმების დაწვევის საშუალებებად გამოიყენება:

იარაღების შეცვლის დროს მუშა შპინდლების, ლილვების და მიმწოდებელი ორგანოების უძრავი მდგომარეობის ფიქსატორები;

ჭანჭიკებისა და ქანჩების რაციონალურად მოწყობილი თავები და სახელურები საქანჩე გასაღებების მაგივრად, რომელთა ასხლეტვა მუშაობის დროს წარმოადგენს ხელების დაზიანების ძირითად მიზეზს;

ბლოკირებული გამშვები მოწყობილობები, რომლებიც გამო-
რიცხავენ ჩარხის ჩართვას გაწყობისა და ტექნიკური მომსახუ-
რების დროს (გამშვები მოწყობილობები ამ შემთხვევაში
ბლოკირდება ჩარხის იმ ორგანოსთან, რონელიც უნდა იყოს ღია
მომსახურების დროს, მაგალითად სახერხ ჩარჩოებში – ზედა
ვალეცების კარებებთან და ბარბაცას ღობის კარებთან,
რეისმუსის ჩარხებში – დანებიანი ლილვის ღობის სახურავთან).

სამუშაო კომფორტის უზრუნველყოფა ჩარხებზე დაკავშირე-
ბულია მართვის ორგანოებისა და სამუშაო არეების რაციონა-
ლურად განლაგებასთან, აგრეთვე მათი ანტროპომეტრიულ
კრიტერიუმების შესატყვისობასთან.

ბიო და ფსიქოკომფორტის არსებით ფაქტორს წარმოადგენს
შეფერილობა და ჩარხისა და სამუშაო არეების განათებულობა.

ტექნიკური ესთეტიკა რეკომენდაციას იძლევა ჩარხის შედგე-
ვისათვის შემდეგ ფერებს: ღია მწვანე – საერთო შედგებისათვის;
ნარინჯისფერი, ყურადღების ასამაღლებელი, – მართვის, დასაზეთი
და სხვა ორგანოების შესაღებად; წითელი – სახიფათო ზონების
აღსანიშნავად.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Амалицкий В.В. Деревообрабатывающие станки и инструменты. Учебник. Издательский центр «Академия». М. 2002.
2. Амалицкий В.В. Станки и инструменты лесопильного и деревообрабатывающего производства. Изд-во «Лесная промышленность». М. 1985.
3. Амалицкий В.В., Санев В.И. Оборудование и инструмент деревообрабатывающих предприятий. Изд-во «Лесная промышленность». М. 1990.
4. Бершадский А.А. Резание древесины. Гослесбумиздат, 1956.
5. Бершадский А.А. Расчет режимов резания древесины. Изд-во «Лесная промышленность», 1967.
6. Бершадский А.Л., Читидзе З.Д. Методические указания для решения прямых и обратных задач при продольно-торцевом резании (строгание, продольное фрезерование, пиление дисковыми, ленточными и рамными пилами). Тбилиси: Изд-во ГПИ, 1967.
7. Бершадский А.Л., Цветкова Н.И. Резание древесины. Минск., Изд-во «Высшая школа», 1975.
8. Вомдерер Н.М., Зотов Г.А. Специальный дереворежущий инструмент. Изд-во «Лесная промышленность», М. 1983.
9. Воскресенский С.А. Резание древесины. Изд-во Гослесбумиздат, 1955.
10. Зотов Г.А., Швырев Ф.А. Подготовка и эксплуатация дереворежущего инструмента. Изд-во «Лесная промышленность». М. 1986.
11. Кряжев Н.А. Фрезерование древесины. Гослесбумиздат, 1963.
12. Кутуков Л.Г. Конструкции и расчет деревообрабатывающего оборудования. Изд-во «Лесная промышленность». М. 1985.
13. Любченко В.И. Резание древесины и древесных материалов. Изд-во «Лесная промышленность», 1990.
14. Манжос Ф.М. Дереворежущие станки. Изд-во «Лесная промышленность». М. 1974.
15. Морозов В.Г. Дереворежущий инструмент. Справочник. Изд-во «Лесная промышленность», М. 1988.
16. Нуч В. Деревообработка. Изд-во Техносфера, М. 2007.

17. Цуканов Ю.А., Амалицкий В.В. Обработка резанием древесно-стружечных плит. М.: «Лесная промышленность». 1966.
18. Читидзе З.Д. Эффективные методы обработки древесных материалов. Изд-во ГТУ, Тбилиси, 2006.
19. ზ. ჩიტიდე. მერქნული მასალების ჭრით დამუშავება. ტექნიკური უნივერსიტეტი. 1998.
20. ზ. ჩიტიდე, ბ. ბოქლიშვილი, ვ. აბაიშვილი. ხის დასამუშავებელი წარმოების მოწყობილობები და იარაღები. ტექნიკური უნივერსიტეტი. 1997.

შინაარსი

შესავალი	3
თავი I. ჩარხების კონსტრუქცია და მერქნის მექანიკური დამუშავების მეთოდები	5
1.1. მერქნის და მერქნული მასალების ჩარხებზე მექანიკური დამუშავების ტექნოლოგიური პრინციპები	5
1.2. მერქნის და მერქნული მასალების მექანიკური დამუშავების მეთოდები	9
თავი II. ჩარხების სტრუქტურა	12
2.1. ჩარხი, როგორც მუშა მანქანა	12
2.2. ფუნქციონალური მექანიზმების სახეები ჩარხებში	14
2.3. ჩარხების კინემატიკური სტრუქტურა და სქემატურობა	18
თავი III. ჩარხების კლასიფიკაცია	21
3.1. ძირითადი საკვალიფიკაციო კატეგორიები	21
3.2. ჩარხების ინდექსაცია	27
თავი IV. მერქნული მასალების ჭრილ დამუშავება	29
4.1. ჭრის პროცესის განმარტება	29
4.2. ჭრისა და მიწოდების მოძრაობა	30
4.3. ტრაექტორია	31
4.4. სიჩქარე	31
4.5. ბურბუშელისა და საჭრისის გეომეტრია	32
4.6. ელემენტარული ჭრა. ელემენტარული ჭრის ნიშნები	35
4.7. ბოჭკოების გადაკვეთის კუთხე	36
4.8. რთული ჭრა	36
თავი V. ჭრისას ბასათვალისწინებელი მერქნის ძირითადი თვისებები	39
5.1. მერქნის არაერთგვაროვანი აგებულება. ანიზოტროპია	39
თავი VI. ძირითადი კინემატიკური და დინამიკური თანაფარდობანი ჭრისას მერქნის ჭრა სამი ძირითადი მიმართულებით	41
6.1. ტორსული ჭრა \perp	41
6.2. ჭრა ბოჭკოების განივად – განივი ჭრა #	42

6.3. ჭრა ბოჭკოების გასწვრივ – გრძივი ჭრა II	43
6.4. ჭრის კუთრი წინაღობა	46
6.5. ჭრის ძალა და სიმძლავრე	47
6.6. ჭრის სიჩქარე	49
6.7. მიწოდების სიჩქარე	49
თავი VII. ჭრის პროცესის თეორიული და ექსპერი- მენტული კვლევა	51
7.1. მერქნის საჭრისის საერთო კანონზომიერებები ...	51
7.2. იდეალური და რეალური საჭრისი	52
7.3. საჭრისისა და მერქნის ურთიერთმოქმედება	54
7.4. დაბლაგული საჭრისის და მერქნის ურთიერთ- ქმედება	57
7.5. დამოკიდებულება ρ , P , k_{μ} და a_p შორის	61
7.6. ხახუნის გათვალისწინება დახურული ჭრის დროს	63
7.7. საანგარიშო ფორმულები და საცნობარო მონა- ცემები გრძივ-ტორსული ჭრისას	64
7.8. k , k_{μ} და P -ს საანგარიშო გრაფიკები ღია ჭრის და ხერხვის დროს	65
7.9. რადიალური R , მიწოდების Q , დაწოლის S და მაგიდიდან ნამზადის ამოგდების $S_2 \perp U$ ძალების განსაზღვრა წრიული ჭრისას	68
თავი VIII. დამუშავების ხარისხი. დამუშავების სიზუსტი და სისუფთავა	70
8.1. განსაზღვრებანი და ნორმატიული მონაცემები ...	70
8.2. დამუშავებული ზედაპირის სიმქისე	71
8.3. დამუშავებული ზედაპირი ფრეზვისას	75
თავი IX. სხვადასხვა შაქტორების ბავლენა ჭრის კუთრ მუშაობაზე (ჭრის კუთრ წინაღობაზე) ...	78
თავი X. ხმარება	83
10.1. ბურბუშელის წარმოქმნის თავისებურება გრძივი ხერხვის დროს	83
10.2. განახერხის გაფართოება	84
10.3. ბურბუშელის განივკვეთი გადაყრილი და გატყლეული კბილების შემთხვევაში ერთ	

კბილზე ერთი და იგივე მიწოდების დროს	87
10.4. ხერხის მუშაობის უნარი კბილთა შორის დრმულზე დამოკიდებულებით	90
თავი XI. დისკური და ლენტური ხერხებით ხერხვა	93
11.1. დისკური ხერხით ხერხვა	93
11.2. ლენტური ხერხით ხერხვა	97
11.3. განივი და გრძივ-განივი ჭრის ძირითადი შემთხვევები. განივი ხერხვა	100
თავი XII. ჭრის რეჟიმების ბაანგარიშება და კინემატიკა ჩარჩო ხერხით ხერხვისას	104
12.1. ჩარჩო ხერხის კინემატიკა. ძირითადი კინემატიკური თანაფარდობანი	104
12.2. ხერხის დახრილობისა და ჩაწოდების სიდიდეთა ფარდობა	100
12.3. ჭრის პროცესის პარამეტრები ჩარჩო ხერხით ხერხვისას	112
თავი XIII. რანღვა	114
თავი XIV. ფრეზვა	116
14.1. ჭრის ტრაექტორია	116
14.2. გრძივი ფრეზვა	118
14.3. კინემატიკური შეხვედრის კუთხის გაანგარიშება ფრეზვის დროს	120
14.4. პირდაპირი და შებრუნებული ამოცანები ფრეზვისას გრძივ-ტორსული (\parallel – \perp) ჭრის დროს .	122
14.5. განივი ფრეზვა	123
14.6. ფრეზვა-კოპირების პროცესი	128
14.7. ჯაჭვური ფრეზვა	130
თავი XV. ახლა	136
თავი XVI. ბურღვა	142
თავი XVII. ხარატება	147
თავი XVIII. ხმხვა	153
18.1. აბრაზიული მარცვლების გეომეტრია	153
18.2. მარცვლის ზომები	155
18.3. მარცვლის წვეროს დამრგვალების ρ რადიუსი და წახნაგთა ε კუთხეები	157

18.4. მერქნის ხეხვის მუშაობის ბალანსის განტოლება	158
18.5. ზუფფარის დაწნეხილი ჰაერით გაწმენდის პროცესი	159
18.6. სახეხი ჩარხების გაანგარიშება	161
თა30 XIX. მერქნის მასალების ზრით დამუშავება	165
19.1. მერქანბურბუშეღის ფიღები, მათი ჭრით დამუშავების თავისებურებანი	165
19.2. ჭრის ძალა და სიმძღავრე მერქანბურბუშეღის ფიღების ხერხვისას	169
19.3. მერქანშრეული პღასტიკების ხერხვა	176
19.4. მერქანბურბუშეღის ფიღების ფრეხვა. საცნო- ბარო მონაცემები. ფრეხვის ძაღების და სიმძღავრის გაანგარიშება	178
19.5. მერქანბურბუშეღის ფიღების ღუნვა. საცნობარო მონაცემები. ბურღვის ძაღების გაანგარიშება	183
თა30 XX. მერქნის მასალების ჭრა ზმსაღი იარაღებით .	191
20.1. საერთო ცნობები	191
20.2. ბორის კუბური ნიტრიღის გამოყენება ჭრის პროცესებში (ტორსული ფრეხვა, ხერხვა)	195
თა30 XXI. ჩარხების ტმქნიკური და ეკონომიკური მანქანებღები	219
21.1. ჩარხების მწარმოებღურობა	219
21.2. ჩარხების სიზუსტე, სიხისტე და ზეღაპირების დამუშავების ხარისხი	226
21.3. ჩარხების ეკონომიურობა	235
21.4. ჩარხების საიმეღობა და ხანგამძღეობა	238
21.5. ტქნიკური და ეკონომიკური მანქენებღები	240
21.6. საწარმოო სანიტარიისა და უსაფრთხოების საერთო პირობები	241
ღიტერატურა	245