

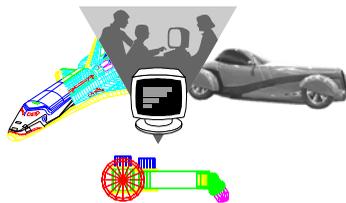
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მაგისტრატურის დეპარტამენტი,
მანქანათმშენებლობის ტექნოლოგიური პროცესების
ოპტიმიზაციის ლაბორატორია,
CAD/CAM-ის ჯგუფი

ParametricCAD'97

მოსხენებათა კრებული

(სამეცნიერო კონფერენციის მოხსენებათა
კრებული, 3-4 ივლისი, 1008 წელი)



თბილისი 1008 წელი

**დეტალის ჭრით დამუშავების
სიზუსტის მჭარმოვლობის
ამაღლების ერთი, არსებითად
გამოუყენებელი მოვლენის შესახებ.**

დოც. გ. შანშიაშვილი

ლითონსაჭრელ ჩარხზე დამუშავებული დეტალის ზედაპირის გეომეტრიული ფორმის და სიზუსტის გამსაზღვრელი მიმდინარე ზომა (RΔ) წარმოადგენს ჭრის პროცესითა და ძალით დატვირთული ტექნოლოგიური სისტემის—ჩარხი, სამარჯვი, იარაღი, დეტალის (ჩსიდ) ზომათა ჯაჭვის ჩამკეტ რგოლს.

აღნიშნული ჯაჭვის ფორმირება პრაქტიკულად სრულდება შინაარსით და მოქმედი ფაქტორებით განსხვავებულ ორ ეტაპზე – სისტემის ჩსიდ ზომური გაწყობის და უშუალოდ დამუშავების პროცესის რეალიზაციის ეტაპზე. ამიტომ, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ შედარებით ნელი ტემპით ცვალებად, იარაღის გაცვეთით (Y_{μ}) და ტემპერატურული დეფორმაციით (Y_{τ}) გამოწვეულ სისტემატურ ცდომილებებს, ჭრის ძალით დატვირთული სისტემის – ჩსიდ ზომათა ჯაჭვის ჩამკეტი რგოლი (RΔ) შეიძლება გაიყოს ორ ნაწილად და წარმოდგენილი იქნეს სამრგოლიანი ზომათა ჯაჭვის (1) ჩამკეტი რგოლის სახით:

$$R\Delta = C\Delta + Y\Delta \tag{1}$$

სადაც CΔ—სისტემის – ჩსიდ ზომათა ჯაჭვის ჩამკეტი რგოლია იარაღის (ან ნამზადის) მუშა სვლის დასაწყისში, მას მოკლედ სისტემის (ჩსიდ) სტატიკური გაწყობის ზომას უწოდებენ;

YΔ—ჯაჭვის(1) ჩამკეტი რგოლის (RΔ)შედარებით მცირე ნაწილია, რომელიც წარმოიქმნება ჭრის ძალის გაწონასწორების და სისტემის — ჩსიდ ელემენტების დრეკადი დეფორმაციებისა და გადაადგილებების შედეგად. აქედან გამომდინარე მას ხშირად უწოდებენ ტექნოლოგიური სისტემის ზომათა ჯაჭვის ჩამკეტ რგოლზე დრეკად გადაადგილებას.

მრავალი გამოკვლევებით დადასტურებულია, რომ დეტალების მაღალ-მწარმოებლურ რეჟიმებით (კერძოდ, ჩარხის სიმძლავრის მიხედვით დასაშვები მაქსიმალური ჭრის სიღრმეებით) დამუშავების პროცესს თან ახლავს დრეკადი გადაადგილების (YΔ), შედარებით დიდ ფარგლებში შემთხვევითი ხასიათის გადახრები. ამიტომ, აღნიშნულ რეჟიმებზე დეტალების დამუშავების პროცესში შემდეგი პირობების დაცვით

$$Y\Delta \rightarrow 0 \tag{2}$$

$$Y\Delta \rightarrow \text{const} \quad (3)$$

არა მარტო უშუალოდ და მნიშვნელოვნად იზრდება სისტემის – ჩსიდ ზომათა ჯაჭვის ჩამკეტი რგოლის (RD) სიზუსტე და დეტალების დამუშავების მწარმოებლობა, არამედ არსებითად მარტივდება და პრაქტიკულად ადვილად რეალიზებადიც ხდება დეტალების პარტის დამუშავების პროცესში ჯამური სისტემატიური ცდომილების კონტროლი და კომპენსაციაც სტატიკური გაწყობის ზომის (CD) სათანადო კორექტირებით.

დეტალების დამუშავების სიზუსტის ამაღლებისათვის (2) ან (3) პირობის დაცვის განსაკუთრებულ როლსა და მნიშვნელობას ადასტურებს წარმოების პრაქტიკა . ცნობილია , რომ დამუშავების სიზუსტის ამაღლების წარმოებაში ფართოდ გამოყენებულ მეთოდს საფუძვლად უდევს ნამზადის ზედაპირის მრავალჯერადი დამუშავების პრინციპი, რომელიც არსებითად გულისხმობს ჭრის ძალის და სისტემაში (ჩსიდ) დეფორმაციების , იტერაციულ მინიმიზაციას და მამასადამე, (2) ან (3) პირობის მოთხოვნილი სიზუსტის შესაბამისი მიახლოებით დაცვას .

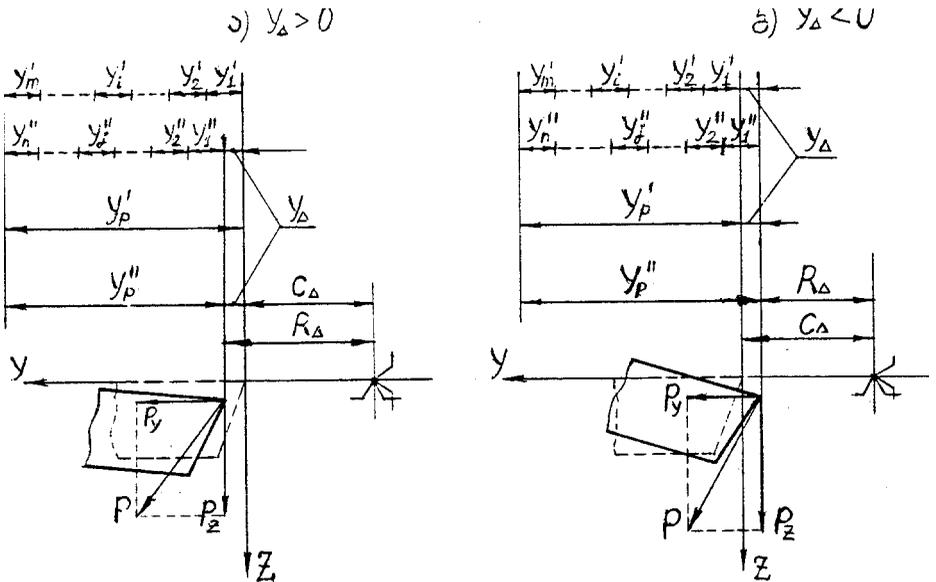
ზედაპირის მრავალჯერადი დამუშავების პრინციპის გამოყენებით დამუშავების სიზუსტის ამაღლების მეთოდს გააჩნია არა მარტო ღირსებები (სიმარტივე, მაღალი საიმედოობა და სხვ.), არამედ სერიოზული ნაკლიც – სიზუსტის ამაღლებას თან ახლავს დეტალების დამუშავების მწარმოებლობის შემცირება და დამუშავების თვითღირებულების მნიშვნელოვანი ზრდა.

ამ ნაკლისგან გინდაც ნაწილობრივად თავიდან აცილების დიდმა პრაქტიკულმა მნიშვნელობამ და აქტუალობამ განაპირობა ჭრთ დამუშავების სიზუსტის ამაღლების სხვა გზების ძიება [1,2,3. . .] ერთ-ერთ ასეთ გზად, ზოგიერთ, შედარებით მცირერიცხოვან ნაშრომებში [4,5] მიჩნეულია დეტალების ლითონსაჭრელ ჩარხებზე დამუშავებისას ე. წ. “უსასრულო” ტექნოლოგიური სიხისტის მოვლენის გამოყენება. მაგრამ იმის გამო , რომ მკვლევართა უმეტესობა ამ მოვლენისადმი არ იჩენდნენ სათანადო ყურადღებას, დიდი ხნის განმავლობაში აღნიშნულ მოვლენას და მის პრაქტიკულ გამოყენებას ვერ მოენახა მეცნიერულად დასაბუთებული და მიმზიდველი თეორიული დამუშავება. ამ ნაკლის შევსების ცდებია გაკეთებული ნაშრომებში [6,7]. მათში, განხილული იქნა რა ჭრის ძალით დატვირთული ტექნოლოგიური სისტემა (ჩსიდ), როგორც სივრცითი, მრავალი ელემენტარული დრეკადი ქვესისტემებისაგან შედგენილი და მრავალი თავისუფლების ხარისხის მქონე დრეკადი სისტემა, თეორიულად (ბაზირების და ზომათა ჯაჭვების თეორიების მეთოდებისა და ცნებების გამოყენებით) და ექსპერიმენტებით დასაბუთებული იქნა, რომ სისტემის—ჩსიდ ზომათა ჯაჭვის ჩამკეტი რგოლზე დრეკადი გადაადგილება (YΔ) შეიძლება გამოსახული იქნეს ჭრის ძალაზე (P_y) დამოკიდებული ორი ფუნქციის სხვაობით:

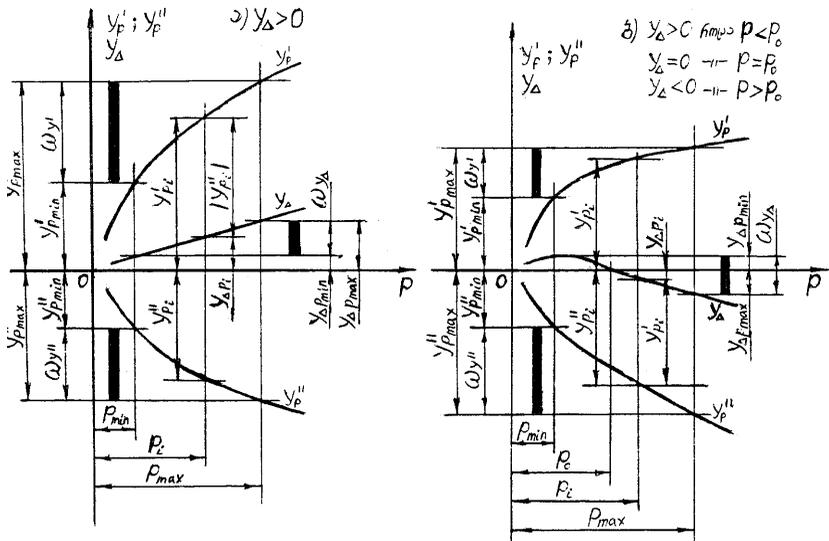
$$Y_{\Delta} =$$

სადაც Y'_i ($i=1,2,3,\dots,m$) და Y''_j ($j=1,2,3,\dots,n$) სისტემის (ჩსიდ), შესაბამისად m და n რაოდენობის, ელემენტარული დრეკადი ქვესისტემების დეფორმაციებით და გადაადგილებებით წარმოქმნილი დრეკადი გადაადგილების (Y_{Δ}) შემდგენი ელემენტარული ნაწილებია. ამთვან პირველნი ($Y'_1, Y'_2, \dots, Y'_{m_j}$) განაპირობებენ დრეკადი გადაადგილების (Y_{Δ}) ზრდას და ერთობლივობაში ქმნიან ჭრის ძალაზე დამოკიდებულ ალგებრული ფუნქციის (4) გამადიდებელ შემადგენელ ფუნქციას $Y'P$, ხოლო მეორენი ($Y''_1, Y''_2, \dots, Y''_n$) განაპირობებენ Y_{Δ} -ს შემცირებას და ერთობლივობაში ქმნიან იგივე ფუნქციის (4) შემამცირებელ შემადგენელ ფუნქციას — $Y''P$.

მე-4 გამოსახულებიდან ჩანს, რომ $Y'P$ და $Y''P$ ფუნქციების მნიშვნელობათა თანაფარდობისაგან დამოკიდებულებით დრეკადმა გადაადგილებამ (Y_{Δ}) შეიძლება მიიღოს დადებითი, უარყოფითი და ნულოვანი მნიშვნელობაც, ხოლო სისტემის (ჩსიდ) ტექნოლოგიურმა სისხისტემ, შესაბამისად, — დადებითი, უარყოფითი და უსასრულო მნიშვნელობა. ამასთანავე, როგორც გამოკვლევები [4,6,7] ადასტურებენ,



ნახ.1. ჭრის ძალით დატვირთული ტექნოლოგიური სისტემის (ჩსიდ) ზომათა ჯაჭვის ჩამკეტ რგოლზე R_{Δ} დრეკად გადაადგილებათა ზომათა ჯაჭვის ფორმით მოდელირება.



ნახ.2. დრეკადი გადაადგილების Y_{Δ} და მისი გამადიდებელი და შემამცირებელი Y_p და Y_p'' ფუნქციების ჭრის ძალისაგან დამოკიდებულების გრაფიკები ორ ტიპურ შემთხვევაში

მეოფ ჩარხებზე დეტალების ჩვეულებრივი რეჟიმებით დამუშავების შემთხვევაშიც, მაშასადამე, ნახსენები მოვლენების პრაქტიკული გამოყენების საქმეში პრობლემა მდგომარეობს არა იმდენად მათ რეალიზებადობაში, რამდენადაც იმაში, თუ რა თეორიული პრინციპებისა და მეთოდების გამოყენებით შეიძლება შეიქმნას ჭრის ძალით დატვირთული ტექნოლოგიური სისტემის ზომათა ჯაჭვის ჩამკეტ რეოლზე აღნიშნული მოვლენების მიღების საიმედო პირობები და, საჭიროების შემთხვევაში, როგორ იქნეს პრაქტიკულად გამოყენებული მათში შექმნილი, ან თავისთავად არსებული, ასეთი პოტენციალი.

მე - 4 გამოსახულების სტრუქტურა პარალელურ რეოლებიანი ზომათა ჯაჭვის ჩამკეტი რეოლის გამოსახულების ანალოგიურია. ამიტომ დრეკადი გადაადგილება (Y_{Δ}), რომელიც მონაწილეობს შემადგენელ რეოლად ზომათა ჯაჭვში (1), თავისმხრივ შეიძლება მოდელირებული იქნეს ნახსენებ ზომათა ჯაჭვთან იერარქიულად დაკავშირებული სხვა (მე-4 დამოკიდებულების ადეკვატური) ზომათა ჯაჭვის ჩამკეტ რეოლად და გამოსახული იქნეს იგი ზომათა ჯაჭვის სქემის ფორმითაც (იხ. ნახ.1) და ჭრის ძალაზე დამოკიდებული Y_p, Y_p'' და დრეკადი გადაადგილების (Y_{Δ}) ფუნქციების გრაფიკების ფორმითაც (იხ. ნახ. 2).

ნახაზებიდან ჩანს, რომ როდესაც $Y\Delta > 0$ განსახილველ ზომათა ჯაჭვში Y^P შემადგენელი რგოლი ასრულებს მეორე შემადგენელი რგოლის Y^P გადახრის მაკომპენსირებელი რგოლის ფუნქციას — Y^P -ის ზრდას (კლებას) თან ახლავს Y^P — ის აბსოლიტური მნიშვნელობის ზრდაც (კლებაც) და მათი სხვაობა ($Y\Delta$) ან არ იცვლება, ანდა იცვლება გაცილებით მცირე ინტერვალში შემადგენელი რგოლების ცვლილების ინტერვალბთან შედარებით. როდესაც $Y\Delta < 0$, მაკომპენსირებელი რგოლის როლში გამოდის უკვე არა შემამცირებელი (Y^P), არამედ გამაძლიებელი (Y^P) რგოლი.

განსახილველ ზომათა ჯაჭვში ღრეკად გადაადგილებათა არსებითად თვითკომპენსაციის აღნიშნული მოვლენის წარმოშობა და არსებობა იმით არის გამოწვეული და უზრუნველყოფილიც, რომ განსახილველ ჯაჭვში გამაძლიებელი და შემამცირებელი რგოლები და მათი გადახრები წარმოიქმნებიან, არსებობენ და იცვლიან თავიანთ მნიშვნელობას ერთი და იგივე ფაქტორის — ჭრის ძალის მოქმედებით. ამავე მიზეზით, როგორც ნახ. 2- ზე მოტანილ გრაფიკებიდან ნათლად ჩანს ღრეკადი გადაადგილების ($Y\Delta$) არა მარტო ნებისმიერი ფიქსირებული მნიშვნელობა ($Y\Delta, P$) წარმოიქმნება Y^P , და Y^P ფუნქციათა ფიქსირებულ მნიშვნელობათა სხვაობით, არამედ ღრეკადი გადაადგილების ($Y\Delta$) გადახრათა ინტერვალიც (Δy) წარმოიქმნება იგივე ფუნქციების გადახრათა ინტერვალბების (Δy , და Δy) სხვაობით. ჭრის ძალით დატვირთული ტექნოლოგიური სისტემის (ჩსიდ) ზომათა ჯაჭვის ჩამკეტ რგოლზე ღრეკადი გადაადგილების ($Y\Delta$), ზომათა ჯაჭვის საშუალებით მოდელირება შესაძლებლობას იძლევა არა მარტო ფრიად მარტივად და ნათლად ახსნილი იქნეს სისტემის — ჩსიდ ე. წ. “უარყოფითი” და “უსასრულო” ტექნოლოგიური სინისტიის მოვლენები, არამედ იძლევა იმის შესაძლებლობასაც, რომ გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. დეტალების ჭრით დამუშავების პროცესს თან ახლავს ტექნოლოგიურ სისტემაში (ჩსიდ) წარმოქმნილ ღრეკად გადაადგილებათა გარკვეული ხარისხით თვითკომპენსაციის მოვლენა, რომელიც ჯერ კიდევ საკმარისად არ არის შესწავლილი, თეორიულად დამუშავებული და პრაქტიკულად გამოყენებული ჭრით დამუშავების სიზუსტისა და (ან) მწარმოებლობის ამაღლებისათვის.

2. ღრეკადი გადაადგილების ($Y\Delta$) გადახრათა ინტერვალის (Δy) ნულოვან მნიშვნელობასთან მიახლოებისათვის აუცილებელი არ არის ნამზადის ზედაპირის მრავალჯერადი დამუშავება და ჭრის ძალის ნულოვან მნიშვნელობასთან მიახლოება. არსებობს პრინციპული შესაძლებლობა ღრეკადი გადაადგილების ($Y\Delta$) გადახრათა ინტერვალის (Δy) ნულოვან მნიშვნელობასთან მიახლოება მიღწეული იქნეს ჭრის ძალის მნიშვნელოვან ფარგლებში ცვლილების პირობებშიც. ამისათვის საკმარისია

უზრუნველყოფილი იქნეს დრეკად გადაადგილებათა ზომათა ჯაჭვის გამადიდებელი (YP) და შემამცირებელი (Y'P) რგოლების , როგორც ჭრის ძალის ფუნქციების პრაქტიკულად საკმარისი იდენტურობა. ამასთან დაკავშირებით ,საინტერესოა აღინიშნოს, რომ არსებობს ამ ფუნქციათა ასეთი (იდენტური) წყვილების თეორიულად უსასრულო და პრაქტიკულად საკმაოდ დიდი რაოდენობა.

3. ტექნოლოგიური სისტემის (ჩსიდ) ცალკეული ელემენტების სიხისტის გაზრდის ან შემცირების დრეკად გადაადგილებაზე (YΔ) გავლენის ხასიათი დამოკიდებულია იმაზე , თუ განსახილველი ტექნოლოგიური სისტემისა და დამუშავების პირობებისათვის რა ნიშანი აქვს დრეკად გადაადგილებას (YΔ) როდესაც $YΔ > 0$ მაშინ ფუნქციათა YP და Y'P იდენტურობის ხარისხი შეიძლება გაიზარდოს და YΔ-ს გადახრათა ინტერვალი (ΔY) შემცირდეს გამადიდებელი ფუნქციის YP ფორმირებაში მონაწილე დრეკადი ქვესისტემების სიხისტის გაზრდით და (ან) შემამცირებელი ფუნქციის Y'P ფორმირებაში მონაწილე დრეკადი ქვესისტემების სიხისტის შემცირებით როდესაც $YΔ < 0$,მაშინ გვაქვს აღნიშნულის შებრუნებული პირობები – დრეკადი გადაადგილების (YΔ) გადახრათა ინტერვალის (ΔY) შესამცირებლად საჭიროა გამადიდებელი ფუნქციის YP ფორმირებაში მონაწილე დრეკადი ქვესისტემების სიხისტის შემცირება და (ან)შემამცირებელი ფუნქციის Y'P ფორმირებაში მონაწილე დრეკადი ქვესისტემების სიხისტის გაზრდა.

თუ ზემოთ მოტანილ დასკვნებთან ერთად გავითვალისწინებთ იმ გარემოებასაც , რომ მოცემული კონკრეტული (ექსპლუატაციისაში მყოფი) ტექნოლოგიური სისტემის (ჩსიდ) ზომათა ჯაჭვის ჩამკეტ რგოლზე დრეკად გადაადგილებათა ჯაჭვში გამადიდებელი YP და შემამცირებელი Y'P ფუნქციების მნიშვნელობათა თანაფარდობა არსებითად არის დამოკიდებული ჭრის ძალის მიმართულებაზე , ცხადი ხდება , რომ დრეკად გადაადგილებათა თვით კომპენსაციის მოვლენის საიმედო მეცნიერული საფუძვლების შექმნისა და ეფექტიანი პრაქტიკული გამოყენებისათვის საჭიროა არსებითად ერთი პრობლემის ორი შემდეგი ამოცანის გადაწყვეტა :

ა) დრეკადი გადაადგილების (YΔ)გამადიდებელი YP და შემამცირებელი Y'P ფუნქციების ფორმირებაში მონაწილე ტექნოლოგიური სისტემის (ჩსიდ) ყველა ელემენტარული დრეკადი ქვესისტემის სიხისტის საკუთარ მასხასიათებლების განსაზღვრისათვის საიმედო თეორიისა და პრაქტიკული მეთოდის დამუშავება;

ბ) დრეკადი გადაადგილების (YΔ) ჭრის ძალისაგან ისეთი ანალიზური დამოკიდებულების დამყარება , რომელშიც ასახული იქნება ჭრის ძალის სიდიდისა და მიმართულების გავლენაც და ზემოთ ნახსენებ ორივე ფუნქციის (YP და Y'P) ფორმირებაში მონაწილე ყველა ელემენტარული

დრეკადი ქვესისტემის სიხისტის საკუთარი მახასიათებლების გავლენაც.

ანალიზმა და გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ ჭრის ძალით დატვირთული ტექნოლოგიური სისტემის ზომათა ჯაჭვის ჩამკეპტ რგოლზე დრეკადი გადაადგილების (YΔ) წარმოქმნის მექანიზმის ზომათა ჯაჭვის ფორმით მოდელირება საშუალებას იძლევა გადაიჭრას აგრეთვე აღნიშნული ორივე ამოცანა, მაგრამ, იმის გამო, რომ ისინი იმსახურებენ სპეციალურ განხილვას და ვერ თავსდებიან წინამდებარე ნაშრომის ჩარჩოებში, აღნიშნული ამოცანების გადაწყვეტა მოხსენებული იქნება სტუ-ს პროფესორ მასწავლებელთა და (ან) მაგისტრანტთა მომავალ კონფერენციაზე .

309.1997წ

ლიტერატურა

1= Самоподнастраивающиеся станки управления упругими перемещениями системы спид= Под ред= Б= С= Балакшина М= "Машиностроение=_ 1970= 415с=

2= Адаптивное управление станками= Под ред= Б= С= Балакшина М= Машиностроение=_ 1973= 684с=

3= Бглерн К Д Штеукфсешцт ща Ъфсршту
Ещца фтв Ццкзшсусу Кшшшвшеуы Ште Ш Ъфср
Ещца Вуымщд 10 317-325 Зусньф Зкууы 1970
Зкштеув шт Пкуфе Икшефшту

4= Чернишев Е= И= Исследование регулирования жесткости токорных станков средних размеров, как средство повышения точности обработки= ВЗПИ 1956=

5= Решетов Д= Н= Влияние физико-технических факторов на точность обработки в машиностроении= СБ Основные вопросы точности взаимозменяемости и технических измерения в машиностроении- М= Машгиз 1958=

6= Шаншиашвили Г= Д= К теории инвариантности размерной цепи процесса резания= Труды ГПИ №1 1967= 199-218с=

7= Лоладзе Т= Н= Шаншиашвили Г= Д= Принципы управления размерной точностью при обработке детали на металлорежущих станках= СБ автоиатизация програми- рования и кодирование в машиностроении= М= Наука 1969= 134-148с=