

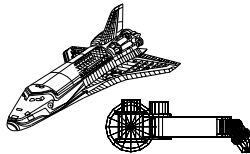
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამეცნიერო-ტექნიკური
კონფერენცია

ParametricCAD'99

ურობები

19-10 ნოემბერი
1999 წელი
თბილისი



კონფერენციის პროგრამა

18 ნოემბერი, 11⁰⁰ სთ.

1. კონფერენციის ბახსნა
2. CAD/CAM-ის ჯგუფში 1998/1999 წლებში ჩატარებული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების მიმოხილვა
ჯგუფის ხელმძღვანელი დოც. ა.მარმაზანაშვილი
3. მსუბუქი მრეწველობის პროდუქციის პროზნოზირება კლასტერული ანალიზის საშუალებით
პროფ. თ.ვერულავა, ასპ. მ.ტაბატაძე
სტუ, ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი
4. კლასტერის ზედაპირული წერტილების დადგენის მეთოდისა და ალგორითმის შემუშავება
მაგ. მ.მაძალუა, მაგ. ლ.ვერულავა
სტუ, ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი
5. კოორდირებული ინფორმაციის შერჩევა სახეთა გამოცდებისათვის
პროფ. კ.კამკამიძე, ლ.ქადაგიშვილი, დოც. მ.ზაკუტაშვილი
საქართველოს საინჟინრო აკადემია
6. ენერგონისტემების ნორმალური რეჟიმების პარამეტრების განაზღვრების მეთოდები
დოც. ნ.თურქია, მაგ. გ.მარიაშიძე
სტუ, CAD/CAM-ის ჯგუფი
7. ენერგონისტემების რეჟიმების ბათვლა კერსონალურ კომპიუტერებზე
პროფ. კ.კამკამიძე, ინჟ. ლ.ვიატკინა
სტუ, ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი
8. ადრეული დიფერენციული დიაგნოსტიკის მსპერტული სისტემა - EXPRESS'99, ბოტულიზმის მავალითვა
ასპ. ი.ზმალაძე,
თბილისის სახ. სამედიცინო უნივერსიტეტი
პროფ. ზ.ციხელაშვილი, დოც. გ.ჯანელიძე
სტუ, ჰიდროსაინჟინრო ფაკულტეტი
9. ლეიკოზების ნაადრევი დიაგნოსტიკის მსპერტული სისტემის კონსტრუირების საკითხისადმი
ასპ. მ.მჭედლიძე, პროფ. ზ.ციხელაშვილი, დ.გარუჯავა
მართვის სისტემების ინსტიტუტი

**10. საკონკურსო პროექტების შეფასების მესპერტული სისტემა
EXPERT**

დოც. ზ.კიკნაძე

სტუ. არქიტექტურის ფაკულტეტი

**11. ტერიტორიის შეფასების სისტემა სენსორი რისკის
გათვალისწინებით**

მად. ნ.ჩაჩავა

სტუ. არქიტექტურის ფაკულტეტი

19 ნოემბერი, 12⁰⁰ სთ.

**1. ბუნებრივი საამუშენო მოსაპირკეთებელი და
დეკორატიული ქვების დამუშავება**

პროფ. ა.სირაძე

სტუ, მექანიკა-მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

**2. სტომატოლოგიური ალმასური ბორების დამზადების
პროცესები**

პროფ. ა.სირაძე, მაგ. დ.მალასიძე, მაგ. ვ.სოლოლაშვილი

სტუ, მექანიკა-მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

**3. ბუნებითი ტანის დამზადების შემჩვივის კომპიუტერული
სისტემა**

დოც. ალ.შარმაზანაშვილი, მაგ. ეკერიშვილი

სტუ, CAD/CAM-ის ჯგუფი

**4. მიმართვები ბაზის სიხისტის მახასიათებელთა ორი სისტემა
და მათი ურთის დამოკიდებულების შემსახება**

დოც. ვ.შენიაშვილი

სტუ, მექანიკა-მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

**5. ტრუსული ფრეზით მგფ-ს დაკალიბრების პროცესის
ეფექტურობა**

პროფ. ზ.ჩიტიძე, დოც. გ.ტყემალაძე, მაგ. ი.გელაშვილი

სტუ, მექანიკა-მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

6. ავტომობილის ძარის კონსტრუირება პროგრამა MDT-ში

ზ.ციკლია

**7. კიდული საჩორტნ-სახეხი ჩარხის ახალი მოდელის
სტრუქტურა და დინამიკა**

ასპ. დ.სულამანიძე, პროფ. თ.მჭედლიშვილი, დოც. ნ.სულამანიძე, ასპ. ვ.ნიორაძე

სტუ, მექანიკა-მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

8. სადისკუსიო მახიდა, კონფერენციის დახურვა

შ ი ნ ა ა რ ს ი

ავტომატიზებული დაპროექტება

ალ.შარმაზანაშვილი, ე-გარიშიკაშვილი	
ბრუნვითი ტანის ნამზადების შერჩევის კომპიუტერული სისტემა	7
ი.ხმალაძე, ზ.ციხელაშვილი, გ.ჯანელიძე	
ადრეული დიფერენციული დიაგნოსტიკის ექსპერტული სისტემა - <i>EXPRESS'99</i> , ბოტულიზმის მაგალითზე	14
მ.მჭედლიძე, ზ.ციხელაშვილი, დ.გარუჯავა	
ლეიკოზების ნაადრევი დიაგნოსტიკის ექსპერტული სისტემის კონსტრუირების საკითხისადმი	24

მანქანათმშენებლობის ტექნოლოგია

გ.შანშიაშვილი	
მიმმართველი ბაზის სიხისტის მახასია-თებელთა ორი სისტემა და მათ შორის დამოკიდებულების შესახებ	28
ა.სირაძე	
ბუნებრივი საამშენებლო მოსაპირკეთებელი და დეკორატიული ქვების დამუშავება	36
ა.სირაძე, დ.მალასიძე, გ.სოლოლაშვილი	
სტომატოლოგიური აღმასური ბორების დამზადების პროცესები	39
ზ.ჩიტიძე, გ.ტყემალაძე, ი.გელაშვილი	
ტორსული ფრეზით მზღ-ს დაკალიბრების პროცესის ეფექტურობა	42
ზ.ჩიტიძე	
მერქანბურბუშელოვანი ფილების ზომითი დამუშავების ეფექტურობის ამაღლება	47
ზ.ჩიტიძე	
სალ-შენადნობიანი ხის დამამუშავებელი ინსტრუმენტის ეფექტურობა	51

ე. სემილეტოვა, ბ. ბოქოლიშვილი	
არალითონური მასალების ლაზერული ჭრის	
საკითხისათვის	56

კომპიუტერული მოდელირება

ო.ვერულავა, მ.ტაბატაძე	
მსუბუქი მრეწველობის პროდუქციის პროგნოზირება	
კლასტერული ანალიზის საშუალებით	62
მ.მამაღლა, ლ.ვერულავა	
კლასტერის ზედაპირული წერტილების დადგენის მეთოდისა	
და ალგორითმის შემუშავება	67
კ.კამკამიძე, ლ.ქადაგიშვილი, მ.ზაკუტაშვილი	
კოდირებული ინფორმაციის შერჩევა სახეთა გამოცნობის	
ათვის	73
კ.კამკამიძე, ლ.ვიატკინა	
ენერგოსისტემების რეჟიმების გათვლა პერსონალურ	
კომპიუტერებზე	77
ნ.თურქია, გ.მარიამიძე	
ენერგოსისტემების ნორმალური რეჟიმების პარამეტრების	
განგარიშების მეთოდები	87

კონსტრუქცია

დ.სულამანიძე, თ.მჭედლიშვილი, ნ.სულამანიძე, გ.ნიორაძე	
კიდული საჩორტნ-სახეხი ჩარხის ახალი მოდელის	
სტრუქტურა და დინამიკა	95
მ.დოჭვირი	
საჭის ელექტროჰიდროამპრავიანი გემის კურსის მართვის	
სისტემის სინთეზი	101

რეზერვატები	106
------------------------------	-----

ავტომატიზებული დაპროექტება

UDC 658.512.011.56

ბრუნვითი ბანის ნამზადების შერჩევის კომპიუტერული სისტემა

ტ.მ.კ., დოც. ალ. შარბასიანი

ასპ. ე.ბერიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

CAD/CAM-ის ჯგუფი

ნამზადი არის შრომის საგანი, რომლის ფორმის, ზომის, ზედაპირის სიმქისის და მასალის შემადგენლობის შეცვლით მიიღება დეტალი. საზოგადოდ, ნამზადის ტიპის შერჩევა დამოკიდებულია მასალაზე, დეტალის გეომეტრიაზე, წარმოების მოცულობაზე და ღირებულებაზე.

$$W = \phi(m, g, n, c)$$

სადაც, m - მასალა, g - გეომეტრია, n - რაოდენობა, c - ღირებულება.

მანქანათმშენებლობაში ნამზადის ძირითადი ტიპებია: სხმულები, ნაჭედები, ნაშტამბები და სხვადასხვა პროფილის ნაგლინი.

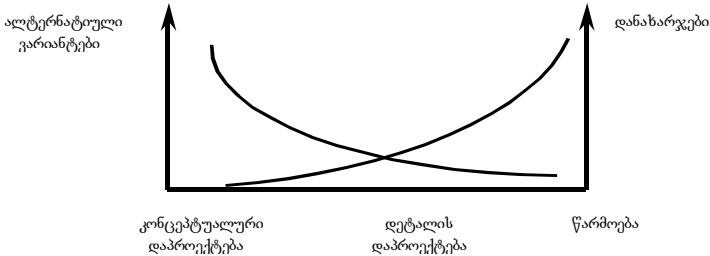
ამასთანავე ცნობილია ნამზადის შერჩევის მეთოდები [1], რომლებიც შეიძლება განზოგადდეს, როგორც შემდეგი ეტაპების თანმიმდევრობა:

- I. ტექნიკურ-ეკონომიკური გათვლების ჩატრება ალტერნატიული პროცესებისათვის;
- II. ნამზადის ტიპის შემოწმება ტექნოლოგიურობაზე;
- III. არსებული ტიპების შედარებითი ანალიზი.

ნამზადის დაპროექტება ტრადიციულად ორ ეტაპად მიმდინარეობს. თავდაპირველად ირჩევენ საწყის ნამზადს, ანუ ნამზადის ტიპს და მიახლოებით გეომეტრიას, ხოლო შემდგომ დეტალის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესების დაპროექტების ეტაპზე, სტატისტიკური ან ანალიტიკური მეთოდით ხორციელდება საწყისი გეომეტრიის დაზუსტება და ნამეტების ანგარიში. საწყისი ნამზადის შერჩევის ამოცანა განეკუთვნება ტექნოლოგიური პროცესების დაპროექტების ადრეულ კონცეპტუალურ ეტაპს. ამ ეტაპზე ალტერნატიული პროცესების შედარებით ფართო სპექტრი არსებობს და ცვლილებები შედარებით ნაკლებ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული (ნახ.1). შესაბამისად მოცემული დეტალისათვის, საწყისი ნამზადის ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევა ერთ-ერთ აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს.

საწყისი ნამზადის ოპტიმალური შერჩევის მეთოდი უნდა

ითვალისწინებდეს დეტალის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესისა და წარმოების ამოცანებს, ამიტომ იგი უნდა ეფუძნებოდეს ფართო ემპირიულ მასალას და დასკვნებს. ამ მიზნით გამოყენებული იქნა



ნახ.1

ჭულის უნივერსიტეტის პროფესორის კ. სვიფტის მიერ შემოთავაზებული მეთოდიკა ოპტიმალური ტექნოლოგიური პროცესების შერჩევისათვის [2]. ნაშრომში ფორმალიზებულია 50 ტიპური პროცესი, რომელიც მიღებულია 20 ათასამდე საწარმოს ფაქტობრივ ინფორმაციაზე დაყრდნობით. ვინაიდან აღნიშული მეთოდიკა არ არის გამიზნული კონკრეტულად საწყისი ნამზადების შერჩევის ამოცანის გადაწყვეტისათვის, ამიტომ ჩატარებული იქნა კვლევა შრომში მოყვანილი მეთოდიკის გაფართოებისათვის.

ამ მიზნით შემუშავდა სამუშაოს შესრულების შემდეგი მეთოდური გეგმა:

1. განსახილველი ნამზადის ტიპების სიმრავლის დადგენა
2. თითოეული ტიპისათვის პირველადი შერჩევის წესების შემუშავება
3. ოპტიმიზაციის მოდელის დამუშავება
4. ავტომატიზებული დაპროექტების სისტემის დამუშავება.

კ.სვიფტის ნაშრომში მოცემულ ფაქტობრივ მასალზე დაყრდნობით დამუშავდა ნამზადის კომპიუტერული შერჩევის მეთოდი. გამოიყო ნამზადის შერჩევის ორი ძირითადი ეტაპი:

- I. ალტერნატიული პროცესების შერჩევა
- II. ოპტიმიზაცია.

I ეტაპზე ხდება მოცემული საწყისი პირობებისათვის დასაშვები პროცესების შერჩევა, ამისათვის ნაშრომში მოყვანილი მასალიდან უნდა დადგინდეს შერჩევის წესები; II ეტაპზე კი ხორციელდება პირველ ეტაპზე შერჩეული პროცესების შედარებითი ანალიზი.

თავდაპირველად ბრუნვითი ტანის დეტალებისათვის შეირჩა ნამზადის ტიპები, რომლებიც მიიღება შემდეგი ტექნოლოგიური პროცესებით:

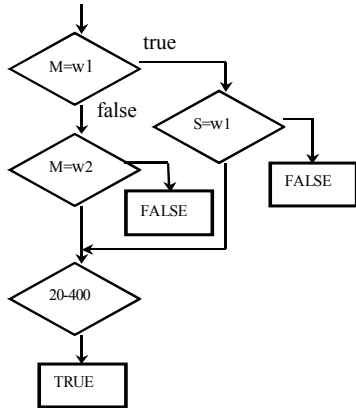
1. ჩამოსხმა ქვიშის ყალიბებში
2. ჩამოსხმა წნევით
3. შტამპვა
4. დართყმითი გამოწნევა

განალიზებული იქნა არსებული მასალები და ჩამოყალიბდა თითოეული პროცესის პირველადი შერჩევის წესები და ალგორითმები. აღნიშნული წესები წარმოადგენენ პროდუქციების ერთობლიობას, ხოლო ალგორითმები, ამ პროდუქციების შესრულების თანმიმდევრობას (ნახ.2) ჩამოსხმა ქვიშის ყალიბებში

```

w1. If(MASALA='ლევირებული ფოლადი')
   or (MASALA='თუთიის შენადნობი')
   and (SERIA=1-1000)
   THEN TRUE
   ELSE FALSE
w2. If(MASALA='რკინა')
   or(MASALA='ნახშ.ფოლადი')
   or(MASALA='უკანგი ფოლადი')
   or(MASALA='სპილ.შენად.')
   or(MASALA='ალუმინის შენად')
   THEN TRUE
   ELSE FALSE
w3. If(MASA=20კგ-400კგ)
   THEN TRUE
   ELSE FALSE

```



ნახ.2

წესი 1-ის თანახმად თუ მასალად შერჩეული იქნა ლევირებული ფოლადი ან თუთიის შენადნობი, მაშინ წარმოების მოცულობა უნდა იყოს 1-1000 დეტ/წელიწადში. წინააღმდეგ შემთხვევაში პროცესი არ შეიარჩევა.

მე-2 წესის თანახმად თუ მასალად შერჩეული იქნა რკინა, ნახშირბადიანი ფოლადი, სპილენძის შენადნობი ან ალუმინის შენადნობი დეტალის დამზადება შეიძლება წარმოების ნებისმიერი რაოდენობისათვის. ჩამოსხმა ქვიშაში ყალიბებში აღნიშნული მასალებისათვის მიზანშეწონილია როგორც ერთეულოვანი ასევე მასიური წარმოებისათვის.

ამასთან პირველი ან მეორე წესის ჰერმეტიკების შემთხვევაში დაკმაყოფილებული უნდა იქნას მე-3 წესი, რომლის თანახმადაც ნამზადის წონა 20გ-დან 400კგ-დე უნდა იყოს.

აღწერილი წესები ანალოგიურია დანარჩენი პროცესებისათვის. თითოეული პროცესისათვის შერჩევის წესები ემყარება არსებული პროცესის შესაბამის მონაცემებს.

სტატიაში განხილული ნამზადის პროექტირების მეთოდის II ეტაპს წარმოადგენს ოპტიმიზაცია. ამ ეტაპზე ხდება I ეტაპზე შერჩეული პროცესების შედარებითი ანალიზი პროდუქციის თვითღირებულების

მიხედვით.

ნაწარმის თვითღირებულება ყოველთვის მთავარი ელემენტია პროდუქციის პროექტირებისას. იმისათვის, რომ სწორად შეირჩეს ტექნოლოგიური პროცესი, დადგინდეს მისი ალტერნატივები, აუცილებელია თვითღირებულების განსაზღვრა მოხდეს პროექტირების ადრეულ სტადიებზე. ღირებულების წინასწარ განსაზღვრა საშუალებას იძლევა რაც შეიძლება შემცირდეს თვით პროექტისა და პროდუქციის თვითღირებულება.

პირობითად შეიძლება გამოიყოს ოპტიმიზაციის ორი მოდელი: მიახლოებითი და ზუსტი გათვლებით. ნაშრომში გამოყენებული თვითღირებულების გამოთვლის მეთოდი ოპტიმიზაციის მიახლოებით მოდელს წარმოადგენს. პროდუქციის თვითღირებულების გამოთვლა ხდება მასალის და იმ პროცესის ღირებულების განსაზღვრით, რომლითაც მიიღება მოცემული ნაშნადი.

ნაშნადის თვითღირებულება M_i გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$M_i = V C_{mt} + R_c P_c$$

სადაც: V - ერთი ნაშნადის დასამზადებლად საჭირო მასალის მოცულობაა, C_{mt} - მასალის ღირებულება მოცულობის ერთ ერთეულზე, P_c - ძირითადი პროცესის თვითღირებულება, R_c - რეალური პროცესის თვითღირებულება, რომელიც განისაზღვრება ზედაპირის სირთულის, მასალის და პროცესის, კვეთის ზომების, სიზუსტის და სიმქისის მიხედვით.

ძირითადი პროცესის P_c -ს თვითღირებულების გამოსათვლელად აუცილებელია განისაზღვროს ის ფაქტორები, რომლებზეც არის დამოკიდებული იდეალური პროცესის თვითღირებულება.

$$P_c = \alpha T + \beta / N$$

სადაც: α - პროცესის ერთი წამის ღირებულებაა (გაწყობის, მუშახელის, საამქროსა და სხვა ხარჯების გათვალისწინებით); β - „იდეალური“, ეტალონური ნაშნადის დასამზადებლად საჭირო იარაღების ღირებულება; T - ეტალონური ნაშნადის დასამზადებლად საჭირო დრო გამოსატყუი წამებში; N - წარმოების მოცულობა.

R_c რეალური პროცესის კოეფიციენტი მიუთითებს თუ რამდენად განსხვავდება რეალური პროცესის ღირებულება იდეალურისაგან.

R_c რეალური პროცესის ღირებულება დამოკიდებულია შემდეგ ფაქტორებზე:

$$R_c = \phi (C_{mp}, C_c, C_s, C_t, C_f)$$

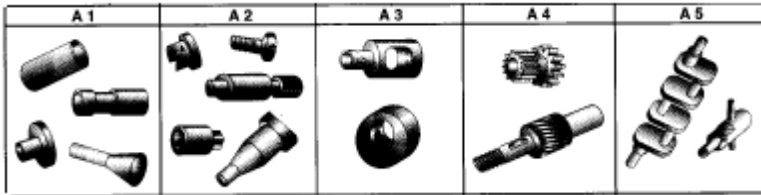
სადაც: C_{mp} - მასალის გამოყენებადობის კოეფიციენტი; C_c - სირთულის კოეფიციენტი; C_s - კვეთის კოეფიციენტი; C_t - სიზუსტის კოეფიციენტი; C_f - სიმქისის კოეფიციენტი.

C_{mp} დამოკიდებულია მასალაზე, მისი განსაზღვრა ხდება ტიპური

ცხრილებიდან.

C_c სირთულის კოეფიციენტი ფუნქციონალურ კავშირშია ზედაპირის სირთულესთან. ზედაპირი სირთულის მიხედვით იყოფა 5 კატეგორიად (ნახ.3). პირველ ეტაპზე ხდება სირთულის კატეგორიის დადგენა, ხოლო შემდეგ ტიპური ცხრილების გამოყენებით და უკვე შერჩეული კატეგორიის მიხედვით ისაზღვრება სირთულის კოეფიციენტი.

C_s ფუნქციის დამოკიდებულება თითოეული ნაშადის ტიპისათვის იქნა აპროქსიმებული ექსპერიმენტალურად მიღებული მრუდებიდან და



შემზღვებული ადეკატურობაზე.

ნალოგიურად C_t და C_f კოეფიციენტების განსაზღვრა ხდება აპროქსიმირებით მიღებული დამოკიდებულებებით, თითოეული ტიპისათვის. ქვემოთ მოყვანილია შესაბამისი მათემატიკური მოდელები:

- ჩამოსხმა ქვიშიან ყალიბებში

$C_s = -1.4 \lg s + 2.14$	ადეკატურობა – 5%
$C_t = -1.06 \lg t + 1.14$	ადეკატურობა – 6%
$C_f = -1.48 \lg f + 2.86$	ადეკატურობა – 4%
- ჩამოსხმა წნევით

$C_s = -0.8 \lg s + 1.25$	ადეკატურობა – 4%
$C_t = -2.17 \lg t - 0.99$	ადეკატურობა – 8%
$C_f = -2.5 \lg t + 0.9$	ადეკატურობა – 5%
- შტამპვა

$C_s = -0.86 \lg s + 1.48$	ადეკატურობა – 2%
$C_t = -0.83 \lg t + 1.34$	ადეკატურობა – 8%
$C_f = -1.9 \lg f = 2.47$	ადეკატურობა – 6%
- დარტყმითი გამოწნევა

$C_s = 1$	
$C_t = -1.8 \lg t - 1.16$	ადეკატურობა – 2%

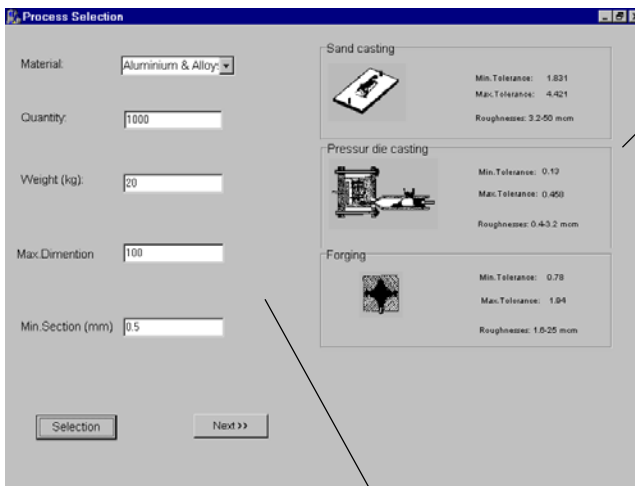
$$C_f = -3.81 \lg f + 0.92$$

ადეკვატურობა – 2%

აღნიშნული მეთოდის საფუძველზე დამუშავდა კომპიუტერული დაპროექტების სისტემა. ინტერაქტიური რეჟიმის სცენარი განხორციელებულია 3 ფორმაში.

პირველ ფორმაზე მასალის, რაოდენობის და წონის პარამეტრების მითითებით ხდება იმ პროცესების შერჩევა, რომლის პირველადი შერჩევის წესებიც აკმაყოფილებენ მოცემულ პირობებს. მაქსიმალური ზომის მიხედვით დგინდება სიზუსტე. საწყისი მონაცემების მიხედვით ხდება მინიმუმი და მაქსიმუმი გაბნევის განსაზღვრა.

მეორე ფორმაზე მოცემულია ზედაპირის ფორმის სირთულის ის 5 კატეგორია, რომლის მიხედვითაც განისაზღვრება სირთულის კოეფიციენტი.



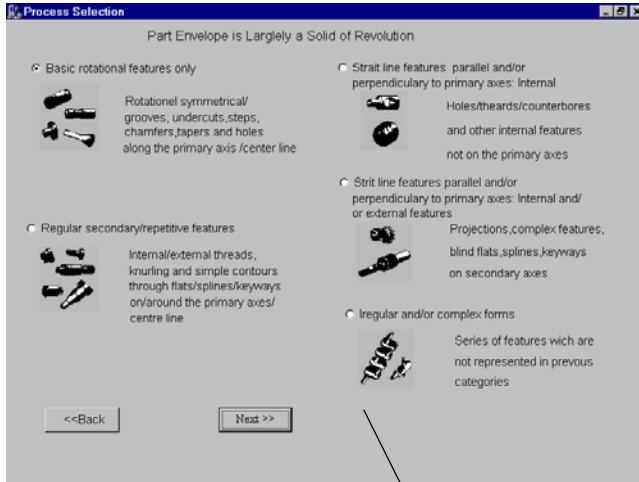
შესასვლელი მონაცემები

მესამე ფორმაზე ნაჩვენებია ოპტიმიზაციის მოდელის თანახმად გამოთვლილი იმ ნაშაადის ტიპების თვითღირებულება, რომელთა შერჩევაც მოხდა პირველ ფორმაზე.

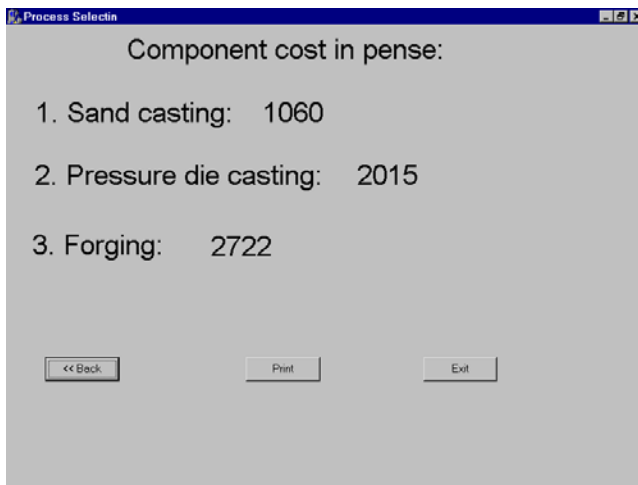
სისტემა შეიქმნა ობიექტზე ირიენტირებულ, ვიზუალურ გარემო C++ Builder-ში, რომელიც განსაზღვრულია ოპერაციული სისტემა Windows'x-ისთვის.

ლიტერატურა

1. И. С. Добриднев “Курсовое проектирование по предмету



ფორმის სორთულე



ТехнологияМашиностроения”.-Москва,1986.

2. K.G .Swift, J. D. Booker “Process selection” U.K.1997

UDC 681.784.8

**ადრეული დიფერენციული დიაგნოსტიკის ექსპერტული
ნისტამა - EXPRESS'99 ბოტულიზმის მაგალითზე**

ასპ. იხმალაძე

თბილისის სახ. სამედიცინო უნივერსიტეტი

პროფ. ზ.ციხელაშვილი, დოც. ბ.ჯანელიძე

საკართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ჰიდროსანიტინერო ფაკულტეტი

EXPRESS'99 მზა პროგრამული პროდუქტია, რომელიც რეალიზდება თანამედროვე ტიპის კომპიუტერებზე. სისტემის შექმნა განაპირობა იმ გარემოებამ, რომ ისეთი, ეგზოტოქსინური ინფექციური დაავადების, როგორც ბოტულიზმი წარმოადგენს, ადრეულ ეტაპზე ზუსტი დიაგნოსტიკა ჯერ კიდევ პრობლემატურად რჩება.

უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ბოტულიზმს ახასიათებს ეპიდ. აფეთქებები და მაღალი ლეტალობა. საყურადღებოა, რომ ბოლო წლებში საქართველოში (და მის ფარგლებს გარეთაც) შეიმჩნევა ამ სერიოზული დაავადების შემთხვევათა რიცხვის მატება.

ინფექციური პათოლოგიის ცენტრის მასალის მიხედვით ამ მაჩვენებელმა 1994 წელს 164-ს მიაღწია, მათგან 13 შემთხვევა ლეტალურად დამთავრდა, რაც საერთო რაოდენობის 7,9%-ს შეადგენს [6]. დღევანდლამდე ბოტულიზმით დაავადების შემთხვევათა რაოდენობრივი მაჩვენებელი კვლავაც სერიოზულ დაფიქრებას მოითხოვს.

ბოტულიზმის დროს, ისევე როგორც ნებისმიერი დაავადებისა თუ პათოლოგიური მდგომარეობის განვითარებისას, კეთილსაიმედო გამოსავალი მეტწილად დროულად დაწყებულ სწორ მკურნალობას ემყარება, ამიტომ პირველ რიგში დაავადების ზუსტი დიაგნოზის განსაზღვრას ენიჭება გადამწყვეტი მნიშვნელობა. ამავე დროს, უნდა აღინიშნოს, რომ ბოტულიზმს არ ახასიათებს არც ერთი სიმპტომი, რომელიც მხოლოდ მისთვის იქნებოდა მკაცრად სპეციფიკური და განარჩევდა მას სხვა დაავადებისა თუ პათოლოგიური მდგომარეობისაგან. აქედან გამომდინარე, ექსპერტულ სისტემას მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება, ვინაიდან ბოტულიზმის დაგვიანებული გამოვლენა არც თუ იშვიათად განპირობებულია ობიექტური და სუბიექტური სიძნელეებით, რომელთაც სხვა პათოლოგიურ მდგომარეობებთან მისი

მსგავსება უდევთ საფუძვლად.

აღნიშნულ კონტექსტში EXPRESS'99-ის როლი და დანიშნულება პრაგმატული თვალსაზრისით - ექიმ-სპეციალისტთა მიერ მისი გამოყენება, როგორც სასწავლო-მრჩეველის, ასევე ტრენაჟორულ რეჟიმებში მეტად მნიშვნელოვანია.

ვინაიდან საბოლოო დიაგნოზის დასმის უფლება მხოლოდ ექიმთა პრეროგატივას წარმოადგენს, შესაბამისად EXPRESS'99 კლინიცისტს აძლევს საშუალებას მაქსიმალურად გამორიცხოს სუბიექტური შეცდომის დაშვების შესაძლებლობა და მიიღოს სწორი გადაწყვეტილება, ანუ სწორად განახორციელოს დიფერენცირება დაავადებათა შესაძლო ალტერნატივებს შორის.

პერსონალური ექსპერტული სისტემა EXPRESS'99-ის შესაძლებლობათა აღწერამდე უპრიანია ჩავატაროთ შემდეგი ანალიზი: რ.ს. ლედლისა და ლ.ბ. ლასტერის “დიაგნოზის ობიექტური საფუძვლების” მიხედვით [1] თუ გამოვკითხავთ ექიმს, როგორ ახდენს იგი დიაგნოზის დასმას, ასეთ პასუხს მივიღებთ:

- იგი პირველყოფლისა ავადმყოფს ჩაუტარებს გამოკითხვას (შეაგროვებს ანამნეზს), გასინჯავს მას და მოითხოვს ლაბორატორიულ გამოკვლევათა პასუხებს;

- ექიმი გონებაში შეფასებას აძლევს შეგროვილ სიმპტომებსა და კლინიკურ თავისებურებებს, ახდენს მათ დახარისხებას მნიშვნელობისა და პრიორიტეტის გათვალისწინებით (მათგან ზოგი შესაძლოა მნიშვნელოვანი იყოს, ზოგიც უმნიშვნელო);

- დიაგნოზის დასმის მიზნით ექიმი გონებაში ადარებს შეგროვილ კლინიკურ გამოვლინებათა და ნიშანთა ერთობლიობას ყველა იმ დაავადებასა თუ პათოლოგიურ მდგომარეობას, რომლებიც მისი აზრით შესაძლებელია მეტნაკლებად შეესაბამებოდეს ავადმყოფის მოცემულ მდგომარეობას. შემდეგ თანდათანობით, გამორიცხვის წესით, უგულვებელყოფს ჯერ ერთ, შემდეგ მეორე პათოლოგიას და ა.შ., სანამ არ გახდება ცხადი, რომ დარჩენილი ნოზოლოგია ყველაზე მეტად შეესაბამება პაციენტის მდგომარეობას. შესაძლოა აგრეთვე ერთდროულად აღინიშნოს რამდენიმე პათოლოგიის თავმოყრის შემთხვევა, ან კიდევ ზუსტი დიაგნოზის განსაზღვრა შეუძლებელი იყოს.

ამრიგად, ექიმი ითვალისწინებს რა საერთო სიტუაციას

და მისგან გამოყოფს მნიშვნელოვანს თავისი სპეციფიკით, იგი აკეთებს დასკვნას დიაგნოზისათვის. ამისათვის კი ექიმმა საკუთარი თეორიული ცოდნისა და პრაქტიკული გამოცდილების საფუძველზე უნდა ჩაატაროს ანალიზი და მიიღოს სწორი გადაწყვეტილება, რომელიც დამოკიდებულია მისი ცოდნის ხარისხზე, მეხსიერებაზე, გამოცდილებაზე, ინტუიციასა და სწორი ანალიზის უნარზე, მაგრამ უნდა ითქვას ისიც, რომ ექიმის მიერ მიღებული გადაწყვეტილება მაინც სუბიექტურ ხასიათს ატარებს და არ არის გამორიცხული შეცდომის დაშვების ალბათობა, რომელსაც საბოლოო ჯამში მცდარ დიაგნოზამდე მივყავართ.

სუბიექტური შეცდომის გამორიცხვის მიზნით სამედიცინო კიბერნეტიკოსები ცდილობენ მათემატიკური აპარატის აქტიურ გამოყენებას და არც თუ შემთხვევით.

უნდა აღინიშნოს, რომ ნებისმიერი მათემატიკური მოდელი ეყრდნობა საწყის ინფორმაციულ მონაცემებს და მათ შესაბამის შეზღუდვებს, რის გამოც ანალიზის პროცესში შესაძლოა არ იყოს გათვალისწინებული რომელიმე ინფორმაციული მონაცემი (დაეუშვათ გამონაკლისი), რაც გარკვეულწილად აქვეითებს მიღებული დასკვნის საიმედოობასა და შედეგიანობას.

მედიცინაში გამოყენებული მათემატიკური მეთოდებიდან აღსანიშნავია ფაქტორული და კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზის აპარატი, რომლის გამოყენება საშუალებას იძლევა შეიქმნას სამეცნიერო-სისტემური კვლევის სქემა, ანუ დიდი ინფორმაციული მასალის გადამუშავების მეშვეობით კომპლექსურად აღიწეროს შესასწავლი მოვლენა, დახასიათდეს რთული სისტემის ყოფა-ქცევა, მიღებულ იქნას უტყუარი პროგნოზი, შემოწმდეს პროგნოზირების საიმედოობა და ა.შ.

ფაქტორული და კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზი შესაძლებლობას იძლევა გამოიყოს საერთო (დომინანტური) ფაქტორები მათთვის დამახასიათებელი ნიშან-თვისებების მიხედვით და აიგოს პროგნოზირების შესაბამისი რეგრესიული დამოკიდებულებები.

სტატისტიკური ანალიზის საწინააღმდეგოდ შეიძლება ითქვას, რომ:

- თითქმის ყოველთვის შეუძლებელია სრული, უტყუარი და საიმედო ინფორმაციის შეგროვება შესასწავლი მოვლენის მიმართ;

- დასახასიათებელ ცვლადებს შორის კავშირი ძირითადად

დაიშვება წრფივი (ხაზობრივი) სახით;

- არსებული ფაქტების, მოვლენებისა და სუბიექტური მსჯელობების სრულყოფილი აღწერა სტატისტიკური მიდგომებით ყოველთვის არ არის შესაძლებელი.

თანამედროვე სამეცნიერო მიმართულების მნიშვნელოვან “პროდუქტს” წარმოადგენს ექსპერტულ სისტემათა შექმნა მედიცინაში, საინჟინრო, კოსმოსურ, სამხედრო საქმეში, ტექნოლოგიურ პროცესთა მართვისათვის და ა.შ. ამჟამად თითქმის არ არსებობს ისეთი გამოყენებით დარგი, სადაც არ იყოს შესაძლებელი ექსპერტული სისტემის შექმნა. მათი კონსტრუირებისას უმთავრესია ინფორმაციულ მონაცემთა და ცოდნის საფუძველთა შედგენა და მათი ფორმალური აღწერა ინტელექტუალური (ექსპერტული) სისტემისათვის. უნდა აღინიშნოს, რომ საერთო წესი მონაცემთა და ცოდნის საფუძვლების ჩამოყალიბება-დახასიათებისათვის არ არსებობს. ცნობილია ფრეიმების ტიპის პოპულარული მოდელები, პროდუქციული და სემანტიკური ქსელები, რომელთა გამოყენება მიზანშეწონილია პროცესთა კონცეპტუალური აღწერისას. ამავე დროს, უნდა ითქვას, რომ ცოდნის ის საფუძვლები, რომლებიც უნდა გამოვიყენოთ ამა თუ იმ საგნობრივი დარგის ექსპერტული სისტემის გარსში, ხშირად არაზუსტი და არასრულია, რის გამოც ასაკები ექსპერტული სისტემა წარმოდგენილი უნდა იყოს როგორც ღია სისტემა და იმავდროულად იძლეოდეს მასში ახალი მტკიცებულებებისა და ფაქტების შეტანის შესაძლებლობას. კერძოდ, თუ მტკიცებულება გამოყვანილია რაიმე $\{F_i\}$ მტკიცებულებათა ერთობლიობიდან, მაშინ სამართლიანი იქნება შემდეგი ერთობლიობაც $\{F_i\} \cup F^+$, სადაც F^+ - რაიმე დამატებითი (ახალი) მტკიცებულებაა [2].

თანამედროვე მეცნიერების განვითარება თითქოს უარყოფს ამ პრინციპს, ვინაიდან მეცნიერი, რომელიც აკეთებს F დასკვნას ცნობილი $\{F_i\}$ ფაქტებიდან, არასდროს ფიქრობს, რომ შემდგომში შეიძლება გამოჩნდეს ისეთი F^* ფაქტი, რომელიც შეეწინააღმდეგება მოყვანილ F ტეზისარტებას [2]. ამრიგად, მეცნიერი სარგებლობს დასკვნების არამონოტონურობის პრინციპით, რომელიც თავის მხრივ ეწინააღმდეგება ჩაკეტილი ლოგიკური სისტემების ძირითად პრინციპებს. ხომ არ ნიშნავს ეს იმას, რომ ლოგიკური დასკვნა შეუძლებელი გახდა? – ლოგიკური დასკვნის გამოტანის შესაძლებლობა რა თქმა უნდა რჩება, მაგრამ ამ შეთხვევაში

ხელოვნური ინტელექტის კვლევის მეთოდთა გამოყენება გარდაუვალი ხდება.

ნაშრომის მიზანია, შეიქმნას ისეთი პროგრამულ-ინსტრუმენტული ინტელექტუალური (ექსპერტული) სისტემა, რომელიც დაეხმარება პრაქტიკოს ექიმს სწორი გადაწყვეტილების მიღებაში.

ხელოვნური ინტელექტის მნიშვნელოვან საფუძველს (საკვლევ ელემენტს) ცნების ფორმირება წარმოადგენს.

მნიშვნელოვანი შრომები ცნების ფორმირების შესახებ ბ. ჰანტსა და მის თანაავტორებს ეკუთვნით [3]. ჰანტის განსაზღვრებით, ცნება, ეს არის ის წესი, რომლის გამოყენებით შესაძლებელია განისაზღვროს, მიეკუთვნება თუ არა მოცემული ობიექტი განხილულ დასახელებას ან კლასს.

სამედიცინო ასპექტში ჰანტის თეორიის ღირსება შემდეგში მდგომარეობს:

- ნიშანთვისებათა სისტემა წარმოადგენს სამედიცინო პროცესთა (მდგომარეობათა) აღწერის ბუნებრივ საშუალებას.

- წარმოდგენილი ცნება შეადგენს მნიშვნელოვან ნიშანთვისებათა კრებულს (გადაწყვეტილებათა მიღება ე.წ. “ხის” საშუალებით), რაც მოითხოვს ამ აღწერისათვის “მკაცრი” ფორმულების გამოყენებას;

- ფორმირებული ცნება ატარებს შემთხვევით ხასიათს, რაც იმით აიხსნება, რომ რომელიმე კრიტერიუმის განსაზღვრისათვის იყენებენ შემთხვევით შერჩეულ რამდენიმე პარამეტრს, რომელთაგან ერთ-ერთი ამოირჩევა;

- ცნების ფორმირებისას აღწერის სიზუსტისათვის გვეძლევა აპრიორული შეზღუდვები.

ინტელექტუალური ცნების სრული ფორმულირება (პროცედურა) შემოთავაზებულ იქნა აკად. ვლ. ჭავჭავაძის მიერ “კონცეპტუალური თეორიის” საფუძველზე [4, 5]:

ობიექტური აღწერა (ისევე, როგორც ჰანტის შემთხვევაში) სრულდება ნიშან-თვისებების მნიშვნელობათა გამოყენებით. დაეუშვათ, ნიშან-თვისების მნიშვნელობები კოდირებულია $1, 2, \dots, 2^m$ რიცხვებით, რომლებიც აღიწერებიან ალგებრული სიმრავლეებით (ე.წ. ალსიმრავლე). ალსიმრავლისათვის დამახასიათებელია ის, რომ მასში შემავალი ელემენტები შეიძლება დაფიქსირდეს როგორც “არსებობისას” ($e \in A$), აგრეთვე “არ არსებობისას” ($e \notin A$).

დაეუშვათ, S_m ნიშან-თვისების მნიშვნელობას შეესაბამება S_{min} კოდი, რომელიც შეიძლება მოხვდეს ან A_m

აღსიშვალეში, ან Am აღსიშვალეში. პირველ შემთხვევაში მისი მნიშვნელობა აღიწერება $\bar{\Psi}$ მატრიცით, ხოლო მეორე შემთხვევაში მატრიცით. ეს საშუალებას იძლევა ნებისმიერი ობიექტი წარმოდგენილი იქნეს $\check{\Psi}_1 \dots$

ტრაექტორიით, ფუნქციათა კონიუნქციის სახით, სადაც

არის ან Ψ_m , ან კიდევ $\check{\Psi}_m$. Sm (m=1, ..., N) მნიშვნელობიდან გამომდინარე:

- ობიექტები აღიწერებიან ნიშან-თვისებათა ტრაექტორიით ;

- ფუნქციები განიხილებიან, რიგორც ლოგიკური ცვლადები, რომლებიც მიიღებენ ორ მნიშვნელობას $\Psi_{m,i}^{(j)}$

ან $\bar{\Psi}_{m,i}^{(j)}$ (m ნიშნის ნომერია, i ფუნქციის ნომერი, ხოლო j

$\check{\Psi}_{mi}^{(j)}, \dots, \check{\Psi}_{n,1}^{(x)}$

- დონის ნომერი). ($\Psi_{m,i}^{(j)}, \dots, \Psi_{n,i}^{(j)}$)-ის საფუძველზე აიგება პირველი დონის შესაბამისი დიზუნქციური სრულყოფილი ნორმალური ფორმა (DCMΦ).

- მიღებული (DCMΦ) ფორმის მინიმიზაციის რეზულტატს შეადგენს პირველი დონის ცნება. შემდეგ ეტაპს შეადგენს (j-1)-დან (j=2, 3, k)-მდე იმპლიკანტის "ხის" განტოტვა- განშტოება;

- თითოეული (j-1) დონე წარმოადგენს ტრაექტორიას;

- $\Psi_{i,j,1}, \dots, \check{\Psi}_{m,lm}^{(j)}$ საფუძველზე აიგება j-დონის შესაბამისი (DCMΦ);

- მიღებული (DCMΦ) მინიმიზაცია და განხილვა ხდება როგორც j-დონის ცნების რეზულტატ.

აკად. ვლ. ჭავჭავანიძის მიერ წარმოდგენილი კონცეპტუალური მეთოდი (ისევე როგორც პანტის) იყენებს მედიცინისათვის იმ ნიშან-თვისებათა აღწერის ენას, რომელთა საფუძველზეც ხდება ცნების ფორმირება. მიღებული ლოგიკური ფორმა ფორმულის სახეს ატარებს, რომლის საშუალებით აღიწერება ნორმალური და პათოლოგიური მდგომარეობები. იმავდროულად უნდა აღინიშნოს, რომ აკად. ვლ. ჭავჭავანიძის

კონცეპტების თეორია შეიცავს იმ ღირსებას, რომლებიც ჰანტის მეთოდს გააჩნია. ამავე დროს, იგი თავისუფალია იმ შეზღუდვებისაგან, რომლებიც დამახასიათებელია GLS პროგრამისათვის, სახელდობრ:

- პროცედურა გამოორიცხავს ერთნაირი მნშვნელობის მქონე პარამეტრებისაგან ერთ-ერთის ამორჩევას შემთხვევითი შერჩევის გზით;

- პოზიტიური ცნება გამომუშავდება ნეგატიურისაგან დამოუკიდებლად, რის გამოც უარყოფითი ხდომილების არასაკმარისი წარმოდგენა ნაკლებ ზეგავლენას ახდენს ცნების ლოგიკური ფორმით წარმოდგენაზე;

- კონცეპტუალური მეთოდი საშუალებას იძლევა გადარჩევის გარეშე ფორმირებულ იქნას ცნება.

ამჟამად არსებული თანამედროვე ექსპერტული სისტემებიდან საყურადღებოა “MYCIN”-ის, რომელიც გათვალისწინებულია სისხლის ინფექციების დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის განსაზღვრის პროცესში ექიმთა დასახმარებლად. სისტემის საფუძველს დედუქცია წარადგენს, რომელიც ფუნქციონირებს უკუმიმართულებით პროდუქციებისაგან აგებული ცოდნის საფუძველზე. “MYCIN”-ის კონსტრუქტორებმა გააერთიანეს სამართლიანი მსჯელობის თეორია პროდუქციულ სქემასთან. ეს თეორია საშუალებას იძლევა და/ან “ხეზე” სარწმუნოების ფაქტორის გათვალისწინებით გამოტანილი იქნას დასკვნა. “MYCIN” მოქმედი პროტოტიპია, რომლის გამოყენების სფეროს მედიცინა წარმოადგენს. სისტემის მიერ ჩამოყალიბებული გადაწყვეტილებანი, ხარისხის თვალსაზრისით, არ ჩამორჩება ადამიანის მიერ მიღებულ დასკვნებს. ცოდნის საფუძველები “MYCIN”-ში დაყოფილია ფაქტებად და პროდუქციულ წესებად (პროდუქცია). წესების საერთო რაოდენობა 400-ს აღწევს. დასკვნის გამოტანის პროცედურა სისტემაში რეალიზდება “მიზნისკენ მიმართული” ამომწურავი ძიების სახით. დიაგნოზის დასმისას სისტემა მიმოიხილავს 100-მდე მისთვის ცნობილ დაავადებას და მათგან გამოყოფს იმ ნოზოლოგიას, რომელიც სხვებზე მეტად შეიცავს მოცემული პაციენტის მდგომარეობისათვის დამახასიათებელ ნიშან-თვისებებს.

ამ სისტემის ნაკლს, მისივე ავტორთა განცხადებით, წარმოადგენს ის, რომ სისტემის ვარგისიანობა დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად სწორად არის შერჩეული სარწმუნოების ფაქტორები.

როგორც უკვე აღინიშნა, ინტელექტუალური ცნების ფორმირება და გადაწყვეტილების მიღების პროცესის მოდელირება მედიცინაში წარმოადგენს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს ხელოვნური ინტელექტის (ექსპერტული სისტემების) კონსტრუირებაში.

შემოთავაზებულ EXPRESS'99-ში გათვალისწინებულია ზემოაღნიშნული მიდგომებისა და ექსპერტული სისტემისათვის დამახასიათებელი დადებითი მხარეები, აგრეთვე ნიშანთვისებათა (სიმპტომთა) ცნების ფორმირების დამატებითი, ახლებური აღწერა:

სიმპტომები აღიწერებიან აკად. ვლ. ჭავჭავაძის მიერ შემოთავაზებული ალგებრული სიმრავლების სახით. კერძოდ, A_1 სიმპტომისათვის A_1 ნიშნავს მის არსებობას, ხოლო

არ არსებობას, ხოლო \bar{A}_1 ან ერთ ან მეორე მდგომარეობის არსებობას;

- სისტემა ემყარება ცოდნის საფუძვლებს, რომლებიც შექმნილია კონკრეტულ პაციენტთა ავადმყოფობის ისტორიების რეტროსპექტული ანალიზისა და ლიტერატურული წყაროების შესწავლა-განზოგადების შედეგად. გამოყენებულ იქნა ინფექციური პათოლოგიის ცენტრში არსებული ბოტულისმიით დაავადებულ პაციენტთა ავადმყოფობის ისტორიები [6];

- ცოდნის საფუძვლები ჩამოყალიბებულია ამ დარგის წამყვან პრაქტიკოს ექიმ-სპეციალისტთა კონსულტაციების გათვალისწინებით, შესაბამისად გენერირებულ იქნა სუბიექტური და ობიექტური ცოდნის საფუძვლები;

- ექსპერტული სისტემის მონაცემთა და ცოდნის ბაზებში შეტანილია ბოტულისმისა და მისი მსგავსი დაავადებებისათვის დამახასიათებელ სიმპტომთა და ნიშანთვისებათა სპექტრი (სულ 154 ნიშანი), რომელიც შემდგომ დაყოფილ იქნა სამ ქვესიმრავლედ (მიღებული დაყოფა შედარებით პირობითია და მისი ცვლილება შესაძლებელია ახალი მტკიცებულებებისა და ფაქტების დამატების მეშვეობით, ექსპერტული სისტემების შემდგომი განვითარება-სრულყოფის მიზნით).

პირველ ქვესიმრავლეში გაერთიანებულია ის სიმპტომები და თავისებურებანი, რომლებიც ბოტულისმის განვითარებისას ხშირად გვხვდებიან და გააჩნიათ მაღალი სადიაგნოსტიკო ღირებულება (ე.წ. “მნიშვნელოვანი” სიმპტომები).

მეორე ქვესიმრავლეში გაერთიანებულია ის სიმპტომები და თავისებურებანი, რომლებიც ბოტულიზმის განვითარებისას შეიძლება არსებობდნენ, ან არ არსებობდნენ და შესაბამისად მცირე სადიაგნოსტიკო ღირებულება გააჩნიათ (ე.წ. “ნაკლებმნიშვნელოვანი” სიმპტომები).

მესამე ქვესიმრავლეში გაერთიანდა ყველა ის სიმპტომი და თავისებურება, რომელიც ბოტულიზმის განვითარებისას პრაქტიკულად არ აღინიშნება, მაგრამ ახასიათებს მის მსგავს ნოზოლოგიებს და შესაბამისად ბოტულიზმის თვალსზრისით დიაგნოსტიკური ღირებულება არ გააჩნიათ (ე.წ. “უმნიშვნელო” სიმპტომები).

ისევე როგორც ბოტულიზმის შემთხვევაში, სიმპტომთა კლასიფიკაციის ზემოაღნიშული წესის ანალოგიურად მოხდა დანარჩენ ნოზოლოგიებისათვისაც კლინიკურ ნიშანთა და თავისებურებათა ინდივიდუალური დახარისხება.

ამრიგად, ინფორმაციულ მონაცემთა შექმნილი ბაზა წარმოადგენს ბოტულიზმისა და მისი მსგავსი სხვა ნოზოლოგიებისათვის დამახასიათებელ სიმპტომთა და თავისებურებათა პარამეტრულ ველს, რომელიც ცალკეული პათოლოგიური მდგომარეობისათვის ინდივიდუალურად სამ ქვესიმრავლედ არის წარმოდგენილი.

EXPRESS'99-ში შეტანილი აგრეთვე თითოეული დაავადებისათვის ცოდნის საფუძველზე წინასწარ შედგენილია ცალკეული ნოზოლოგიის შესაბამისი ეტალონი, ანუ კონცეპტი.

შეიძლება ითქვას, რომ ასეთი სახის მიდგომა და ანალიზი სხვა ექსპერტულ სისტემებში არ არის გამოყენებული.

ამავე დროს უნდა აღინიშნოს, რომ დასკვნის (გადაწყვეტილებები) მიღების მექანიზმი (ლოგიკური დასკვნების მანქანა) ემყარება ცალკეული ნოზოლოგიის შესაბამის ეტალონებთან მონიტორინგს (შედარებას). დასკვნის გამოტანა ეფუძვნება საანალიზო მდგომარეობის მიხედვით აგებულ ე.წ. მინიჭების ფუნქციებისა (რომელთა მნიშვნელობა ფიქსირდება 0-სა და 1-ს შორის. 0 შეესაბამება რომელიმე ქვესიმრავლის შესაბამისი სიმპტომების არ არსებობას, ხოლო 1 აღნიშნავს პათოლოგიურ (ეტალონური მაქსიმუმი) მნიშვნელობას) და ნოზოლოგიებისთვის შესაბამისი მინიჭების ფუნქციების შედარებას. ამ შემთხვევაში საერთო (ინტეგრირებული) დასკვნა (ნოზოლოგიათა სამივე ქვესიმრავლის მიხედვით) გამომდინარეობს ჰემინგის წრფივი

დაცილებების ხარისხობრივ-კრიტიკული მნიშვნელობიდან 0÷1 ფარგლებში. ამავე დროს უნდა აღინიშნოს, რომ რაც უფრო მცირეა ჰემინგის დაცილება, მით უფრო ემსგავსება პაციენტის პათოლოგიური მდგომარეობა ამა თუ იმ სტანდარტულ დიაგნოზს.

წარმოდგენილი EXPRESS'99 პროგრამულ-ინსტრუმენტული სისტემის პირველი მოქმედი ვერსიაა. სისტემა ითვალისწინებს ახალ მტკიცებულებათა (წესების) და ფაქტების შემოტანას მისი შემდგომი მოდიფიკაციისა და განვითარება-სრულყოფის თვალსაზრისით.

EXPRESS'99-ის არსებული ვერსია გამიზნულია კომერციული რეალიზაციისათვის, როგორც საქართველოს სამედიცინო დაწესებულებებისათვის, აგრეთვე სათანადო მოდიფიკაციის შემდეგ საერთაშორისო მასშტაბითაც.

ლიტერატურა

1. კიბერნეტიკის ინსტიტუტის შრომები, ტ.1, თბილისი, 1977 წ.
2. **Экспертные системы: состояние и перспективы. Сб. научных трудов и пред.** Д.А.Поспелова. “Наука”, М.1989
3. Хант Э., Морин Дж., Стоун Ф. - “**Моделирование процесса формирования понятий на вычислительной машине**” Мир. М.1970.
4. **Чавчанидзе В. В. Абстрактно-теоретическое решение общей задачи распознавания образов стochизирования теории концептуального интеллекта**, Сообщ. АНГССР, т. 76, №2. Тбилиси 1974.
5. **Чавчанидзе В. В., Корнеева А. В. Аналитический фильтрационный метод формирования понятий**. Сообщ. АНГССР, т. 65, №3, Тбилиси, 1972.
6. **Хмаладзе И. Г. Персональная экспертная система “EXPRESS-99” для ранней дифференциальной диагностики на примере болезни Паркинсона**. Медицинские новости Грузии №6(51), Тбилиси, 1999.
7. Попов Э. В. **Экспертные системы**, “Наука”, М.1987.

**ლემკოზაშის ნააღრევი ღიაზნოსტიკის მასპერტული
ნისტემის კონსტრუირების საკითხისაღრვი**

ასკ. მ.მჟიღლიძე, კროფ. ზ.ცინხელაზნოვილი, ღ.ბარაუჯაპა

მართვის სისტემების ინსტიტუტი

კონსტრუირებადი ექსპერტული სისტემა შეიძლება მიეკუთვნოს ისეთ ინფორმაციული სისტემების კლასს, რომლებიც იკავებენ შუალედურ ადგილს ექსპერტულ და ტრადიციულ ინტელექტუალურ სისტემებს შორის.

როგორც ცნობილია [1] ინტელექტუალური ინფორმაციული სისტემები, ისე როგორც ექსპერტული სისტემები, ემყარებიან ცოდნის საფუძვლებს (რომელსაც ამყარებს მომხმარებელი ინტერფეისის საშუალებით სისტემასთან), ლოგიკური დასკვნების მანქანასა და თავისი მოქმედებების განმარტებას. ამ სისტემებს შორის განსხვავება მხოლოდ ლოგიკური დასკვნების ორგანიზაციაში ვლინდება.

ამ მიმართებით [1] ‘ხელოვნური ინტელექტების პრობლემების’ სერიაში და. პოსპელოვმა, ხელოვნური ინტელექტის შრომებით, განსაზღვრა ოთხი ძირითადი მიმართულება: 1) ცოდნის წარდგინების პრობლემა; 2) დაგეგმვის პრობლემა; 3) ურთიერთობის პრობლემა; 4) ყოფა-ქცევის ორგანიზაციის პრობლემა. აღნიშნული მიმართულებები ასახავენ შემდეგი სახის შინაარსს:

– საგნობრივი დარგის მიხედვით დაგროვილი დეკლარაციული ცოდნისა და მონაცემების უზარმაზარი მოცულობის (ათეულობით და ასეულობით ათასი ფაქტები და წესები) ინფორმაციული ბაზების შექმნა დაკავშირებულია ამ ინფორმაციის გადამუშავებასთან, შეცდომებისა და ურთიერთწინააღმდეგობრივობის გამოვლენასა და ა.შ. ამ პრობლემის გადაწყვეტას უწოდებენ ‘ინფორმაციული უზრუნველყოფის პრობლემას’.

– დაგეგმვის პრობლემა ემყარება საგნობრივ დარგში მოცემული ტიპის გზების ძიებას, ქსელურ სტრუქტურებსა და ნეირონულ ქსელებს.

– მომხმარებელსა და კომპიუტერულ სისტემას შორის ურთიერთობის პრობლემა ერთ-ერთი წამყვანი პრობლემაა, რომელიც ეფუძნება ამოცანაში მოცემული პირობების შესაბამისად კონცეპტთა სიმრავლიდან სათანადო ელემენტის შერჩევას;

– ინფორმაციული სისტემის ყოფა-ქცევის ორგანიზაციის

აღწერა, რომელიც საშუალებას მისცემს მომხმარებელს გაერკვეს და გაანალიზოს შესაძლებლობები და საჭიროების შემთხვევაში შეიტანოს კიდევ მასში შესწორება.

ასეთი ტიპის ინტელექტუალურმა ინფორმაციულმა სისტემებმა (რომელთა კლასსაც განეკუთვნება შემოთავაზებული სისტემა) ფართო გავრცელება ჰპოვა. ეს სისტემები მოიცავენ პროგნოზირების, მართვის, დიაგნოსტიკის, კონტროლის, ინტერპრეტაციისა და მონიტორინგის სპექტრის ამოცანების გადაწყვეტას [2].

ექსპერტული ავტომატიზებული სისტემა - ES "LEUKOS" წარმოადგენს ხელოვნური ინტელექტის აბსტრაქტულ მოდელს, რომელიც აგებული იქნება KNOW HOW-ს პრინციპზე. ამ სისტემების აბსტრაქტული მოდელი განვითარდება საგნობრივი დარგის ექსპერტთა პროფესიონალური ცოდნის საფუძვლების, ექსპერტთა დაკვირვების მონაცემების, ავადმყოფთა ისტორიების, რეტროსპექტული მონაცემების ანალიზისა და ლიტერატურული წყაროების მონაცემთა განზოგადების შედეგად. მოცემული სისტემა განიხილავს მწვავე ლეიკოზების ორ სახეს - ლიმფობლასტურს და მიელობლასტურს (ლიმფოიდური და მიელოიდური ფორმა).

ექსპერტულ სისტემაში ერთ-ერთი უმთავრესია ინტელექტუალური ცნების ფორმირება (კონცეპტი), რომელიც დამყარებულია აკად. ვლ.ჭავჭავანიძის "კონცეპტუალური თეორიის" საფუძვლებზე. გარდა ამისა ლოგიკური დასკვნების მანქანის შედგენაში გამოყენებულ იქნება ფაქტებისა და წესების დესკრიფციული აღწერის ენა და შესაბამისი მოდელები არამკაფიო სიმრავლეთა და შესაძლებლობების და ნეორონული ქსელების გამოყენებით.

არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის საფუძვლების გამოყენებით ძირეული ცნებებისა და განმარტებების (კომპონენტ-კონცეპტები) დესკრიფციული აღწერა საშუალებას იძლევა, მოცემულ საგნობრივ დარგში, დამოუკიდებლად მკვლევარის მიერ განვითარებული სუბიექტური სახის მსჯელობები, მექანიზმები და წარმოსახვები. ამ შემთხვევაში X კომპონენტთა მდგომარეობის ვექტორი შეიძლება დაუკავშირდეს G შესაძლებლობათა განაწილებას, რომელიც რიცხობრივად ტოლი იქნება m კომპონენტთა მიხედვით აგებული მინიჭების F ფუნქციებისა F არამკაფიო სიმრავლეში. ამის შესაბამისად მოცემული $X:R(x)=F$ ვექტორისათვის განისაზღვრება შესაბამისი შეზღუდვები, სადაც R -

გადაწყვეტილებათა მიღების წესებია [3].

მინიჭების μF ფუნქციების მნიშვნელობებით (რომლებიც აპროქსიმირდება ალწერებთან სპეციალური სახის ფუნქციებით) შეიძლება დახასიათდეს განსახილველ კომპონენტად - კონცეპტთა ველი და მათი საშუალებით ფიქსირებული გადახრების ხარისხობრივი-კრისტალური მნიშვნელობები. გადაწყვეტილებათ მიღების ხასიათისა და შესაძლებლობათა განვითარების მიხედვით შესაძლებელი ხდება აივოს თვით ლოგიკური დასკვნების განლაგებაც.

უნდა აღინიშნოს, რომ როგორც კომპონენტ-კონცეპტების ცალკეული მნიშვნელობების მინიჭების ფუნქციები, აგრეთვე ინტესირებული შეფასებაც გაიზომება ერთი და იგივე ხასიათის სკალებით. კერძოდ, როდესაც მინიჭების μF ფუნქცია ეტოლება 0-ს, მაშინ კომპონენტ-კონცეპტთა სადიაგნოსტიკო ღირებულაბა პრაქტიკულად უმნიშვნელოა და მისი უგულველყოფა შეიძლება, ხოლო როდესაც ეს ფუნქცია უახლოვდება ერთს, ან მაშინ ფიქსირდება კომპონენტ-კონცეპტთა სადიაგნოსტიკო ღირებულების მაქსიმუმი. თვით სკალა 0, 1 ფარგლებში შეიძლება დაიყოს ხარისხობრივ-კრიტერიალური შეფასების მიხედვით გარკვეულ გრადაციებში (ჰარინგტონის სკალა).

მეტად მნიშვნელოვანი იქნება ექსპერტული სისტემის აგებაში გათვალისწინებული იყოს ე.წ. “კოგნიციური სტილის” გამოყენება [4], რომელიც აქტიურად იკიდებს ადგილს თანამედროვე სამეცნიერო კვლევებში. “კოგნიციური სტილის” გამოყენება ემპირიულ დიაგნოსტიკაში ობიექტური და სუბიექტური რეალობების სრული შერწყმის შესაძლებლობებს ქმნის. ამ მიდგომის გამოყენება გათვალისწინებულია ასაგებ ES “Leukos”-ში.

აღსანიშნავია აგრეთვე ამ სისტემაში გადაწყვეტილებათა პროცესების მართვაში და დიაგნოსტიკურ განსჯებში ნეირონული ქსელების გამოყენება, რომლებიც ასაგებ სისტემაში მოდიფიცირებული სახით იქნება წარმოდგენილი [5].

დასასრულს შეიძლება წარმოვადგინოთ ის ძირითადი მოთხოვნები [6], რომელიც წაყენება ES “Leukos”-ს.

1. სისტემის კომპეტენტურობის დონე მაღალი უნდა იყოს მომხმარებლის პოფესიონალურ კომპეტენტურობაზე.

2. სისტემის დიაგნოსტიკური ლოგიკა მაქსიმალურად უნდა იყოს მიახლოებული და გასაგები ექიმის ბუნებრივი ლოგიკისათვის.

3. სისტემას უნდა გააჩნდეს განმარტების საშუალება.

4. დიაგნოსტიკა დაკავშირებული უნდა იყოს გადაწყვეტი-

ლებასთან, მოცემული დონის დახმარების დროს.

5. სისტემის ცოდნის საფუძვლები ღია უნდა იყოს შევსების და კორექციისათვის ახალი ფაქტებისა და წესების შემოტანისას, სისტემის ალგორითმისა და სტრუქტურის ცვლილების გარეშე.

6. სისტემას უნდა შეეძლოს სხვადასხვა რეჟიმებში მუშაობა, მათ შორის ინტერაქტიულ რეჟიმში, აგრეთვე მუშაობა მცირე ინფორმაციით და მოგვცეს მისი შესაბამისი დასკვნა.

7. სისტემასთან მიმართება შესაძლებელი უნდა იყოს რომელიმე ერთი წამყვანი სიმპტომის (კომპონენტ-კონცეპციის) მიხედვითაც კი.

8. მომხმარებლისათვის სისტემასთან მიმართება მოხერხებული უნდა იყოს.

9. შესაბამისი მოზადების შემდეგ სისტემასთან მუშაობა უნდა შეძლოს დილეტანტმაც.

10. სისტემის მიერ გაცემული დასკვნები გასაგები უნდა იყოს მომხმარებლისათვის ბუნებრივ ენაზე.

ES “Leukos” აიგება როგორც მზა პროგრამულ-ინსტრუმენტული პროდუქტი, რომლის კომერციული რეალიზება შესაძლებელი იქნება საქართველოს (და მარტო საქართველოს) სხვადასხვა დონის სამედიცინო დახმარების ავტომატიზებული საკონსულტაციო ცენტრებში და შესაბამისი მოდიფიკაციის შედეგად საერთაშორისო მასშტაბითაც.

ლიტერატურა

1. Любарский Ю. Я. Интеллектуальные информационные системы М., “Наука”, 1990.
2. Романова И. М. Модель для построения экспертной системы. Журнал “Научно-техническая информация” серия 2. Информационные процессы и системы, № 7, 1992.
3. Лопухин В. А., Гурылева А. С. Автоматизация визуального технического контроля в электронном приборостроении. Л., “Машиностроение”, 1987.
4. Корнилова Г. В., Тихомиров О. К. Принятие интеллектуальных решений в диалоге с компьютером. Издательство Московского университета, 1990.
5. Чавчანიдзе В. В. Аналитическое решение задачи формирования понятий и распознавания образов. Сообщения АН ГССР, т. 61, № 1, 1971.
6. Хайг А. Автоматизированная диагностическая экспертная система. Экспертные системы: состояние и перспективы. Сборник научных трудов. М., “Наука”, 1989.

მანქანათმშენებლობის ტექნოლოგია

UDC 621.81:539.4

**მიმართული ბაზის სისტემის მახასიათებლების
ორი სისტემის და მათ ზორის დამოკიდებულების
შესახებ**

დოკ. ბ. ზანაიაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მექანიკა-მანქანათმშენებლობის

ფაკულტეტი

ტექნოლოგიური სისტემის - ჩარხი-სამარჯვი-იარაღი დეტალის (ჩხილ) - შემდგენი ელემენტების საბაზო ზედაპირების კონტაქტური დეფორმაციების შედეგად წარმოქმნილი დრეკად გადაადგილებათა განსაზღვრისათვის დღეისათვის რეკომენდირებულია სამი თეორიული მოდელი ანუ საანგარიშო სქემა

1. მოდელი თანაბარსიხისტიანი ფუძით (ნახ.1,ა) [1,2];

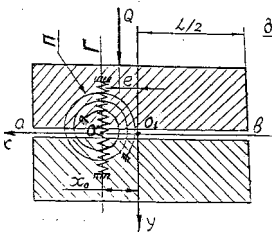
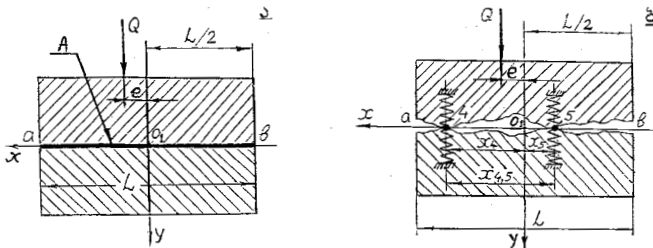
2. წერტილოვანი მოდელი (ნახ.1,ბ) [3,4];

3. წერტილოვანი მოდელის ექვივალენტური, ან უფრო მოკლედ, ექვივალენტური მოდელი (ნახ.1,გ) [5,6].

ექსპერიმენტალური მონაცემებიდან [1,2] გამომდინარეობს, რომ თანაბარსიხისტიანი ფუძის მქონე მოდელი იძლევა დამაკმაყოფილებელ შედეგებს იმ შემთხვევებში როდესაც შეპირაპირებული საბაზო ზედაპირების წყვილიდან ორივე, ან ერთ-ერთი მათგანი, მცირე გაბარიტული ზომებისაა, ანდა ორივე შეპირაპირებული ზედაპირები იმდენად მაღალი სიზუსტით არის დამუშავებული, რომ მათ გეომეტრიულ ფორმაზე მაკროგადახრების (არასწორხაზოვნობის, არასიბრტყელობის და სხვ.) კონტაქტურ დრეკად დეფორმაციებზე გავლენა შეიძლება მხედველობაში არ იქნეს მიღებული.

რეალური გაბარიტული ზომების და ეკონომიური სიზუსტით დამუშავებული საბაზო ზედაპირების შემთხვევებში კი, როგორც გამოკვლევები [3,4] და ანალიზი [5,6] ადასტურებს, არ შეიძლება არ იქნეს გათვალისწინებული შეპირაპირებული საბაზო ზედაპირების ურთიერთკონტაქტის წერტილოვანი ხასიათი (ნახ.1,ბ) და ბაზების მცირე და საშუალო სიდიდის ძალებით დატვირთვისას,

საყრდენი წერტილების ექვსი წერტილის კანონით განაწილება. კონტაქტურ დეფორმაციებზე საბაზო ზედაპირების ფორმაზე მაკროგადახრების დიდი გავლენა აღიარებულია აგრეთვე ნაშრომში [1], მაგრამ მასში ეს კეთდება შესაბამის დრეკად გადაადგილებათა საანგარიშო ფორმულებში მნიშვნელოვანი სიდიდის შემასწორებელი კოეფიციენტების შეყვანით და თანაბარსიხისტიანი ფუძის მქონე მოდელის (ნახ.1,ა) გავრცელებით მაკროგადახრებიანი ზედაპირებით შეპირაპირების შემთხვევებისათვისაც. გამოთვლები და ანალიზი კი ცხადყოფს [6], რომ მაგალითად მიმართველ ბაზად გამოყენებული რეალური ბრტყელი პირაპირის დრეკადი სისტემის წერტილოვანი მოდელის (ნახ.1,ბ) თანაბარი სიხისტის ფუძის



ნახ.1 მიმართველ ბაზად გამოყენებული ბრტყელი პირაპირის დრეკადი სისტემის თეორიული მოდელები (ა - მოდელი თანაბარ სიხისტიანი ფუძით, ბ - წერტილოვანი მოდელი, გ - წერტილოვანის ექვივალენტური მოდელი) და მათი ელემენტები: O_1 - ბაზის გეომეტრიული ცენტრი; A - თანაბარსიხისტიანი ფუძე; 4 და 5 - ბაზის საყრდენი წერტილების დრეკადობის ექვივალენტური ზამბარები; O - ბაზის სიხისტის ცენტრი; Γ - სიხისტის ცენტრის დრეკადობის ექვივალენტური ზამბარა და სიხისტის მთავარი ღერძი; Π - ბაზის xy სიბრტყეში კუთხური შემობრუნების დრეკადობის ექვივალენტური ზამბარა.

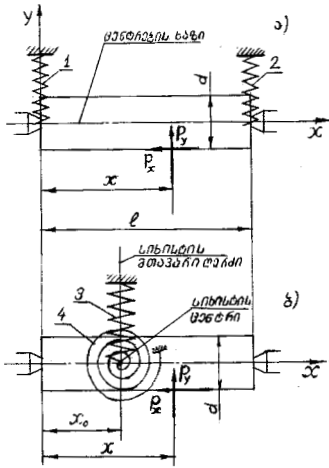
მქონე მოდელით (ნახ.1,ა) შეცვლა დასაშვებია მხოლოდ ერთ კერძო შემთხვევაში - როდესაც პირაპირი დატვირთულია ცენტრალური ანუ გეომეტრიულ ცენტრში მოქმედი ძალით და ამ ცენტრის მიმართ სიმეტრიულად არიან განლაგებულნი ბაზის საყრდენი წერტილები. ყველა დანარჩენ, პრაქტიკულად გაცილებით ხშირად შესაძლო შემთხვევებში, წერტილოვანი მოდელის თანაბარი სიხისტის ფუძის მქონე მოდელით შეცვლას თან დევს გაანგარიშებით მიღებულ დრეკად გადაადგილებათა არა მარტო რაოდენობრივი, არამედ თვისობრივი განსხვავებაც.

ამავე დროს, რეალურ ტექნოლოგიურ სისტემებში (ჩსიდ) პრაქტიკულად გამოყენებული კონსტრუქციის ბაზების და მათი შეპირაპირებათა დრეკადი სისტემების წერტილოვანი მოდელის (ნახ.1,ბ) მახასიათებლები - ბაზების საყრდენი წერტილების კოორდინატები და სიხისტის (ან დამყოლობის) კოეფიციენტები, როგორც წესი, უცნობი სიდიდეებია და ექსპერიმენტალური მეთოდებით მათი განსაზღვრა სერიოზულ პრაქტიკულ სიძნელებთან არის დაკავშირებული [4]. ძირითადად სწორედ ამ გარემოებით არის ნაკარნახევი ნაშრომებში [5,6] ბაზებით შეპირაპირების დრეკადი სისტემის წერტილოვანი მოდელის ნაცვლად მისი ექვივალენტური მოდელის ცნების შემოტანა და გამოყენება.

ქვემოთ გადმოცემულია რეკომენდირებული მოდელის (ნახ.1,გ) არსი და წერტილოვან მოდელთან მისი ექვივალენტურობის დამადასტურებელი დამოკიდებულებები. გამოვლენილი და ნაჩვენებია აგრეთვე ის მეთოდური ხასიათის თავისებურება და უპირატესობაც, რაც გააჩნია რეკომენდირებულ მოდელს როგორც თანაბარი სიხისტის ფუძის მქონე მოდელთან, ისე წერტილოვან მოდელთან შედარებით.

აღნიშნული საკითხების გაშუქებისათვის ფრიად მოხერხებული აღმოჩნდა სახარატო ჩარხის წინა (მარცხენა) და უკანა ცენტრებით შექმნილი, ე.წ. ცენტრების ხაზის დრეკადი სისტემა (იხ.ნახ.2). საქმე იმაშია, რომ ცენტრებზე დაყენებული ხისტი ნამზადისათვის ნახსენები ცენტრების ხაზი ჰორიზონტალურ xy სიბრტყეში ასრულებს ისეთი მიმართველი ბაზის ფუნქციას, რომლის საყრდენი წერტილების (წინა და უკანა ცენტრების) კოორდინატები ცნობილი სიდიდეებია და არც მათი სიხისტის (ან დამყოლობის) კოეფიციენტების ექსპერიმენტალური მეთოდით განსაზღვრა წარმოადგენს რაიმე სიძნელეს. ამიტომ ნახ.2,ა სქემაზე მოტანილი ცენტრების ხაზის (xy სიბრტყეში ნამზადის მიმართველი ბაზის) დრეკადი სისტემის წერტილოვანი მოდელის მახასიათებლები - საყრდენი წერტილების კოორდინატები და მათი სიხისტის (ან დამყოლობის) კოეფიციენტები, შეიძლება მივიჩნიოთ ცნობილ და მოცემულ სიდიდეებად.

ნახ.2,ბ სქემაზე მოტანილია ცენტრების ხაზის დრეკადი სისტემის წერტილოვანი მოდელის ექვივალენტური სქემა. ამ მოდელის მიხედვით ცენტრების ხაზის დრეკადი სისტემის მახასიათებლებია: სიხისტის ცენტრის კოორდინატები ($x_0, 0$), სიხისტის მთავარი ღერძის მიმართულებით სიხისტის ცენტრის დამყოლობის (K_0) ან სიხისტის ($J_0 = 1/K_0$) კოეფიციენტი და სიხისტის ცენტრის მიმართ ცენტრების ხაზის კუთხური დრეკადი შემობრუნების დამყოლობის (K_m) ან სიხისტის ($J_m = 1/K_m$) კოეფიციენტი.



ნახ.2.

სახარატო ჩარხის ცენტრების ხაზის XY სიბრტყეში მოქმედი მიმართველი ბაზის დრეკადი სისტემის მოდელირება:

- ა) წინა (მარცხენა) და უკანა ცენტრების დრეკადობის ექვივალენტური ორი გადატანითი მოძრაობის ზამბარის (1,2) საშუალებით;
- ბ) იგივე ცენტრების დრეკადობის ექვივალენტური ერთი გადატანითი (3) და ერთი ბრუნვითი (4) მოძრაობის ზამბარის საშუალებით. (ნაგულისხმევია, რომ ცენტრებზე დაყენებულია იმდენად მაღალი სიხისტის ნამზადი, რომ მისი საკუთარი დეფორმაცია შეიძლება მხედველობაში არ იქნეს მიღებული).

სახარატო ჩარხის xy სიბრტყეში (იხ.ნახ.2) ცენტრების ხაზის დრეკადი სისტემის ექვივალენტური თეორიული მოდელის ძირითადი თავისებურება მდგომარეობს ბაზის დრეკადი სისტემის სიხისტის ცენტრის ცენტრის შემოტანასა და გამოყენებაში. სიხისტის ცენტრი, კერძოდ ჩარხის ცენტრების ხაზისათვის, მისი ის წერტილია, რომელიც მოქმედი ძალების ნებისმიერი კომბინაციისას ასრულებს მხოლოდ სწორხაზოვან დრეკად გადაადგილებას, და არ მონაწილეობს ცენტრების ხაზის დრეკად კუთხურ შემობრუნებაში. ამიტომ, როდესაც მოქმედი ძალების ტოლქმედის მოქმედების ხაზი გადის სიხისტის ცენტრში, მაშინ ცენტრების ხაზი და მასასადამე მოცემულ შემთხვევაში xy სიბრტყეში ნამზადის მიმართველი ბაზა (და თვითონ ნამზადიც) ასრულებს მხოლოდ თავისი თავის პარალელურ სწორხაზოვან დრეკად გადაადგილებას და მისი კუთხური შემობრუნება ნულის ტოლია. ცენტრების ხაზის და საერთო შემთხვევაში მიმართველი ბაზის დრეკადი სისტემის სწორედ ეს თვისება შეიძლება და ჩვენს მიერ კიდევაც არის გამოყენებული: სიხისტის ცენტრის x_0 კოორდინატის (იხ.ნახ.2,ბ), სიხისტის მთავარი ღერძის მიმართულებით სიხისტის ცენტრის დამყოლობის (K_0) ან სიხისტის ($J_0 = I/K_0$) კოეფიციენტის და სიხისტის ცენტრის მიმართ ცენტრების ხაზის კუთხური დრეკადი შემობრუნების დამყოლობის (K_m) კოეფიციენტის უშუალოდ (ექსპერიმენტული მეთოდით) განსასტრისათვის. ამისათვის საკმარისია ცენტრების ხაზის დრეკადი სისტემა დავტვირთოთ y

ღერძის პარალელური ძალით, გავზომოთ ცენტრების ხაზის ნებისმიერ ურთიერთდაშორებულ (მიზანშეწონილია მაქსიმალურად დაშორებულ) ორ წერილში y ღერძის პარალელური მიმართულებით დრეკადი გადაადგილებები და მოვნახოთ ძალის მოდების ისეთი x კოორდინატი, როდესაც აღნიშნულ ორ წერტილში დრეკადი გადაადგილებები გაუტოლდება ერთმანეთს. ცხადია, რომ ძალის მოდების სწორედ ასეთი წერტილის კოორდინატი იქნება სიხისტის ცენტრის x_0 კოორდინატი (იხ.ნახ.2,ბ). სიხისტის ცენტრში y ღერძის პარალელურად მოქმედ ძალასა და იგივე მიმართულებით სიხისტის ცენტრის დრეკად გადაადგილებას შორის დამოკიდებულების საფუძველზე შეგვიძლია განვსაზღვროთ თვითონ სიხისტის ცენტრის დამყოლობის (K_p) კოეფიციენტი სიხისტის მთავარი ღერძის მიმართულებით, აგრეთვე სიხისტის ცენტრის მიმართ მოქმედი ძალის მომენტისა და ცენტრების ხაზის დრეკად კუთხურ შემობრუნებას შორის დამოკიდებულების საფუძველზე კი შეგვიძლია დავადგინოთ ცენტრების ხაზის xy სიბრტყეში დრეკადი კუთხური შემობრუნების დამყოლობის (K_m) კოეფიციენტი.

ამასთანავე თეორიული ანალიზი და გამოთვლები ცხადყოფენ, რომ ნახ.2,ბ საანგარიშო სქემის, ანუ წერტილოვანი მოდელის (იხ.ნახ.1,ბ და ნახ.2,ა) ექვივალენტური მოდელის ზემოთაღნიშნულ მახასიათებლებსა და ცენტრების ხაზის (xy სიბრტყეში) საყრდენი წერტილების (განსახილველ შემთხვევაში წინა და უკანა ცენტრების) სიხისტის მახასიათებლებს შორის არსებობს შემდეგი დეტერმინირებული დამოკიდებულებები:

$$(1) \quad x_0 = l \cdot \frac{K_1}{K_1 + K_2} = l \cdot \frac{j_2}{j_1 + j_2} \quad (2)$$

$$K_m = \frac{K_1 + K_2}{l^2} = \frac{j_1 + j_2}{l^2 \cdot j_1 \cdot j_2} \quad (3)$$

სადაც K_p, K_2 და j_1, j_2 – მიმმართველი ბაზის (განსახილველ შემთხვევაში ჩარხის, შესაბამისად წინა და უკანა ცენტრების) დამყოლობის და სიხისტის კოეფიციენტებია ბაზის დრეკადი სისტემის წერტილოვანი მოდელის ანუ ნახ.2,ა საანგარიშო სქემის მიხედვით; l – მიმმართველი ბაზის (განსახილველ შემთხვევაში ცენტრების ხაზის) საყრდენ წერტილებს შორის მანძილია.

მაშასადამე, თუ წინასწარ გაზომილი და ცნობილია სახარატო ჩარხის წინა და უკანა ცენტრების, ანუ საერთო შემთხვევაში

მიმართველი ბაზის საყრდენი წერტილების დამყოლობის K_1, K_2 , კოეფიციენტები და ბაზის საყრდენ წერტილებს შორის მანძილი l , მაშინ (1), (2) და (3) ფორმულების გამოყენებით შეგვიძლია დავადგინოთ განსახილველ შემთხვევაში ჩარხის ცენტრების ხაზის და საერთო შემთხვევაში მიმართველი ბაზის დრეკადი სისტემის ექვივალენტური მოდელის დამყოლობის (x_0, K_0, K_m) ან სისხტის ($x_0, j_0 = l/K_0, j_m = l/K_m$) მახასიათებლები.

ცხადია, რომ არსებობს პრაქტიკულად შედარებით უფრო მნიშვნელოვანი, აღნიშნული ამოცანის შებრუნებული ამოცანის გადწვეტის შესაძლებლობაც. მართლაც, თუ მივიჩნევთ, რომ (1), (2) და (3) ფორმულებში მიმართველი ბაზის დრეკადი სისტემის ექვივალენტური მოდელის დამყოლობის მახასიათებლები (x_0, K_0, K_m) ზემოთ აღწერილი ექსპრტიმენტალური მეთოდით გაზომილი და ცნობილი სიდიდეებია, ხოლო ჩარხის ცენტრების ხაზის, ანუ საერთო შემთხვევაში მიმართველი ბაზის დრეკადი სისტემის წერტილოვანი მოდელის მახასიათებლები (K_1, K_2 და l) უცნობი სიდიდეებია, მაშინ ამ უკანასკნელთა განსაზღვრისათვის შეგვიძლია ვისარგებლოთ (1), (2), (3) განტოლებათა სისტემის ამოხსნის შედეგად მიღებული შემდეგი ფორმულებით:

$$K_1 = K_0 + x_0^2 \cdot K_M \quad (4)$$

$$K_2 = K_0 \cdot \left(1 + \frac{K_0}{x_0^2 \cdot K_M} \right) \quad (5)$$

$$l = x_0 + \frac{K_0}{K_0 \cdot K_M} \quad (6)$$

ანალიზი ცხადყოფს, რომ ჩარხის ცენტრების ხაზის x კოორდინატის მქონე წერტილის y ღერძის პარარელური მიმართულებით დრეკადი გადაადგილების (y_x) ჭრის ძალის p_x და p_y მდგენელებისაგან დამოკიდებულებით განისაზღვრება:

ა) ნახ.2,ა-ზე წარმოდგენილი მოდელისა და საანგარიშო სქემის მიხედვით, ფორმულით (7)

$$Y_x = \left[\left(\frac{l-x}{l} \right)^2 \cdot k_1 + \left(\frac{x}{l} \right)^2 \cdot k_2 \right] \cdot p_v + \frac{d}{2} - \left[\frac{k_1}{l} - \frac{x(k_1+k_2)}{l^2} \right] \cdot p_x \quad (7)$$

ბ) ნახ.2,ბ-ზე წარმოდგენილი მოდელისა და საანგარიშო სქემის მიხედვით კი ფორმულით (8).

$$Y_x = k_0 \cdot p_x + (x-x_0)^2 \cdot k_m \cdot p_v - \frac{d}{2} \cdot (x-x_0) \cdot k_m \cdot p_x \quad (8)$$

სახარატო ჩარხის ცენტრების ხაზის დრეკადი სისტემის პარამეტრების ერთი და იგივე რიცხვითი მნიშვნელობებისათვის, ზემოთ განხილული ორივე საანგარიშო სქემისა და შესაბამისი

ფორმულების (7,8) გამოყენებით, ცხრილში (1) შედარებულია ცენტრების ხაზის ოთხ დამახასიათებელ წერტილში დრეკადი გადაადგილების (y_x) გაანგარიშების შედეგები.

ცხრილი 1-ის მონაცემები საშუალებას იძლევა გაკეთებული იქნეს შემდეგი დასკვნა: სახარატო ჩარხის ცენტრების ხაზის ნებისმიერ წერტილში y ღერძის პარარელური მიმართულებით ჯამური დრეკადი გადაადგილების მიხედვით ნახ.2-ის (ა) და (ბ) საანგარიშო სქემები ერთმანეთის ექვივალენტურია, ე.ი. სხვა ერთნაირ საწყის პირობებში იძლევიან ცენტრების ხაზის ერთიდაიგივე ჯამურ დრეკად გადაადგილებას. ამასთანავე, (ბ) სქემაზე წარმოდგენილი მოდელი, (ა) სქემისაგან განსხვავებით, იძლევა შესაძლებლობას ცენტრების ხაზის ნებისმიერი წერტილის საერთო დრეკად გადაადგილებაში გამოყოფილი იქნეს ცენტრების ხაზის დრეკადი გადატანითი გადაადგილებით და დრეკადი კუთხური შემობრუნებით წარმოქმნილი ნაწილები, აგრეთვე განსაზღვრული იქნეს დამყოლობის (ან სისხტის) შესაბამისი მახასიათებლებიც და ამ გზით და საშუალებით, შედარებებით დეტალურად იქნეს შესწავლილი არა მარტო სახარატო ჩარხის ცენტრების ხაზის საყრდენი წერტილებით(წინა და უკანა ცენტრებით) კორიზონტალურ (xy) სიბრტყეში შექმნილი მიმმართველი ბაზის დრეკადი სისტემა, არამედ საერთოდ წერტილოვანი მოდელის შესაბამისი დრეკადი სისტემების მქონე ჩარხის სხვა ელემენტების ბაზების საკუთარი სისხტის მახასიათებლები და დრეკადი გადაადგილებები.

ლიტერატურა

1. Левина З. М., Решатов Д. Н. Контактная Жесткость машин. М.: “Машиностроение”, 1971, 264
2. Чихладзе Г. Е. Экспериментальное исследование жесткости плоских стыков. Известия вузов, “Машиностроение”, №4, М., 1962г.
3. Колесов И. М. Основы технологии Машиностроения. М., “машиностроение”, “станкин”, 1997г., 590с.
4. Базров Б. Л. Технологическое обоснование проектирования самоподстраивающихся станков, М., “Машиностроение”, 1978г., 218с.
5. Шаншиашвили Г. Д. Характеристика бездетале машин. – Тезисы докладов научно-технического совещания “Контактная жесткость машиностроения” Куибышеи, 1977г.
6. Шаншиашвили Г. Д. Сравнительный анализ теоретических моделей упругих систем плоских стыков. Научные труды № 10 (280) Технология машиностроения, ГПИ, Тбилиси, 1984г., 62-69с.

სახარალო ჩარხის ცენტრების ხაზის დახასიათებები წერტილების y დერძის პარალელური მიმართულებით (იხ. ნახ. 2) დრეკადი გადაადგილება (i = 1, 2, 3, 4) ჰრის ძალის P_x და P_y პროექციებისაგან დამოკიდებულება ცენტრების ხაზის დრეკადი სისტემის პარამეტრების შემდეგი მნიშვნელობებით: l = 40 სმ, d/2 = 5 სმ, K₁ = 2 მკმ/კგ; K₂ = 3 მკმ/კგ; x₀ = 16 სმ; K₀ = 1,2 მკმ/კგ; K_M = 0,3125•10⁻² მკმ/კგ•10⁻² (x₀, K₀ და K_M გამოთვლილი არიან, შესაბამისად (1), (2) და(3) ფორმულებით).

ცენტრების ხაზის დამახასიათებელი წერტილის		ნახ. 2-ს (ა) საანგარიშო სქემის, ანუ მე-7 ფორმულის მიხედვით	ნახ. 2-ს (ბ) საანგარიშო სქემის, ანუ მე-8 ფორმულის მიხედვით			
№	X – კოორდინატი მნიშვნელობა	მიღებული დამოკიდებულება	ჯამური დრეკადი გადაადგილება, როდესაც P _x =P _y =100 კგ (მკმ.)	მიღებული დამოკიდებულება	ჯამური დრეკადი გადაადგილება, როდესაც P _x =P _y =100 კგ (მკმ.)	მთლიანი ხაზის გადატანის დრეკადი გადაადგილების გამოწვეული (მკმ.)
1	2	3	4	5	6	7
1	x = l = 40 სმ	$Y_1 = K_2 P_y - d/(2l) K_2 P_x = 3 P_y - 0,375 P_x$	262,5	$Y_1 = K_0 P_y + (l-x_0)^2 K_M P_y - d/2((l-x_0) K_M P_x) = (1,2 + 1,8) P_y - 0,375 P_x$	262,5	120
2	x = l/2 = 20 სმ	$Y_2 = 0,25(K_1 + K_2) P_y + ((K_1 - K_2)/2l) \cdot (d/2) P_x = 1,25 P_y - 0,0625 P_x$	118,75	$Y_2 = K_0 P_y + (l/2 - x_0)^2 K_M P_y - d/2((l - x_0) K_M P_x) = 1,2 P_y + 1,8 P_y - 0,0625 P_x$	118,75	120
3	x = x ₀ = 16 სმ	$Y_3 = [(1-x_0/l)^2 K_1 + (x_0/l)^2 K_2] P_y + d/2[(K_1/l) - (x_0(K_1 + K_2)/l^2)] P_x = 1,2 P_y + 0 P_x = 1,2 P_y$	120	$Y_3 = K_0 P_y = 1,2 P_y$	120	120
4	x = 0	$Y_4 = K_1 P_y + (d K_1/2l) P_x = 2 P_y + 0,25 P_x$	225	$Y_4 = K_0 P_y + x_0^2 K_M P_y - d/2(x_0 K_M P_x) = 1,2 P_y + 0,8 P_y - 0,25 P_x$	225	120

UDC 621.921

ბუნებრივი საფენებლო მოსაპირკმთებელი და დეკორაციული ქვივის დამუშავება

პროფ. ა.ს.ირაკიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მექანიკა-მანქანათმშენებლოების

ფაკულტეტი

ქვის დამამუშავებელი დარგი ერთ-ერთი ყველაზე ჩამორჩენილი იყო ყოფილ საბჭოთა კავშირის სახალხო მეურნეობაში. არსებული წარმოებები ვერ უზრუნველყოფდნენ ქვის ნაკეთობის ხარისხობრივ მაჩვენებლებს, მასალისა და დროის ეკონომიას.

ბუნებრივი სამშენებლო და დეკორაციული ქვების მარაგით საქართველო საკმაოდ მდიდარი ქვეყანაა, მაგრამ ტრანსპორტის თვალსაზრისით, ბუნებრივი ქვების უმრავლესი საბადო ძნელად მისადგომი ან საერთოდ მიუდგომელია. ამან მნიშვნელოვნად შეაფერხა ქვის გადამამუშავებელი მრეწველობის განვითარება და საქართველოს საწარმოებს არ მისცა საშუალება მაღალხარისხოვანი ქვის ნაკეთობის გამოშვებაზე გაემსხვილებინა ყურადღება.

წლების განმავლობაში დაგროვილი პრობლემების გადასაჭრელად გაერთიანება “კავკასსამოცვეტმა” საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს მიმართა დახმარებისათვის. მან მანქანათმშენებლობის კათედრას დაუსვა მთელი რიგი პრობლემური ამოცანებისა, რომლებიც 80-იანი წლების მეორე ნახევარში წარმატებით იქნა გადაწყვეტილი “კავკასსამოცვეტის” საწარმოებისათვის.

ამის შემდეგ კათედრაზე არ შეწყვეტილა ბუნებრივი ქვის ალმასურ-აბრაზიული დამამუშავების პროცესების შესწავლა და წლების მანძილზე ჩატარებული კვლევა-ძიების შედეგად შემუშავებული იქნა რამდენიმე ტექნოლოგიური პროექტი. მაგრამ საქართველოში ბოლო წლებში მომხდარი მოვლენების გამო მათი რეალიზაცია ვერ მოხერხდა.

ერთ-ერთი ასეთი პროექტი – “ბუნებრივი ქვების (კერძოდ, გრანიტის) ფილების დასამუშავებელი სპეციალური მოწყობილობის შემუშავება” – 1998 წ. წარდგენილ იქნა მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების დეპარტამენტის კონკურსზე, მაგრამ სახსრების უქონლობის გამო ამ პროექტის ფინანსირება ვერ მოხერხდა.

პროექტი ითვალისწინებს ბუნებრივი და დეკორატიული ქვების (გრანიტი, მარმარილო, აქატი, კაჟის ქვა, ონიქსი, იასპი, ობსიდიანი და სხვა) სათანადო ზომაზე დაჭრასა და გაპრიალებას.

ალმასურ-აბრაზიული დამამუშავების პროცესების შესწავლის პერიოდში ჩატარებულმა კვლევებმა დავარწმუნა, რომ ბუნებრივი ქვების დამამუშავება

არ მოითხოვს რთულ და მაღალი სიზუსტის მანქანა – მოწყობილობებს (ადვილად შეიძლება მოხერხდეს დღეისათვის არსებული მანქანა-მოწყობილობების უმნიშვნელო მოდერნიზაცია), შედარებით ადვილად მართვადია სარეემო პარამეტრებით (ლითონების დამუშავებასთან შედარებით) და უფრო მგრძობიარეა აბრაზიული ინსტრუმენტების მახასიათებლების შერჩევის მიმართ.

ყოველივე ამას უზრუნველყოფს დამუშავების საჭირო სქემის განსაზღვრა კონკრეტულ პირობებისათვის, დამამუშავებელი ინსტრუმენტის მახასიათებლების სწორად შერჩევა და დამუშავების კონტაქტში სათანადო წნევის პირობების შექმნა.

შემოთავაზებული ტექნოლოგიური პროექტის შესრულება ითვალისწინებს ქვების დამუშავების შემდეგი ტექნოლოგიური მახასიათებლების გაუმჯობესებას:

1. მწარმოებლობის გაზრდას;
 2. აღმასური ინსტრუმენტების ხვედრითი ხარჯებისა და ხვედრითი ენერგოსაჩარჯების შემცირებას;
 3. ქვების დამუშავებული ზედაპირების ხარისხის გაუმჯობესებას;
 4. წუნის პროცენტის საგრძნობ შემცირებას;
 5. გადაჭრისა და მოპირკეთების შეთავსებას შესაბამისი მახასიათებლების მქონე აღმასურ-აბრაზიული ქარგოლების გამოყენებით.
- ქვემოთ, მაგალითისათვის, მოყვანილია კურსების გრანიტის ფილების (12×18×0.7სმ) დამუშავების არსებული და ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ტექნოლოგიური მაჩვენებლების შედარებითი ცხრილი:

N	მაჩვენებელი	არსებული	შემუშავებული
1.	გადაჭრაზე დახარჯული ხვედრითი მუშაობა, კვტ/მმ ³ /წმ	0,007	0,003
2.	ხერხვაზე დახარჯული ხვედრითი ენერგოსაჩარჯები, კვტ/მ ² /სთ	14	3,5
3.	ზედაპირის ხარისხი(უსწორობათა სიმაღლე), მმ	0,5 - 3	0,05 – 0,08
4.	აღმასის ხვედრითი ხარჯი, კარ/მ ²	0,55	0,30
5.	ფილის მოთხოვნილი მინიმალური სისქე, მმ	10	3 - 5

ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ შემოთავაზებული ტექნოლოგია 2÷2.5-ჯერ ზრდის გრანტიის ქვის დამუშავების მწარმოებლობას და საგრძნობლად აუმჯობესებს დამუშავების ხარისხობრივ და ეკონომიკურ მაჩვენებლებს. ამავე დროს შესაძლებელი ხდება გადაჭრისა და ხეხვით გაპრიალების ოპერაციების შეთავსება.

ბუნებრივი ქვის ფილების დამუშავების შემოთავაზებული ტექნოლოგიური პროცესი საშუალებას მოგვცემს შეიქმნას ანალოგიური ნაზები სხვადასხვა სახის ბუნებრივი ქვების დასამუშავებლად. ეს კი საერთაშორისო ბაზარზე კონკურენტუნარიანს გახდის ჩვენს მიერ გამოშვებული ქვის ნაწარმს.

ზემოთ აღნიშნული გვაძლევს უფლებას დარწმუნებით ვთქვათ, რომ 2÷3 წელიწადში ქვის დამამუშავებელი დარგი შესაძლებელია გახდეს ერთ-ერთი ყველაზე შემოსავლიანი საქართველოს ეკონომიკისათვის.

UDC 621.921

სტომატოლოგიური ალმასური ბორების წარმოება

პროფ. ა.სირაძე, მბ. დ.მალასიძე,
მბ. ბ.სოლოლაშვილი, ბაკ. ვ.პაპრაძე
საპარტოვილო სტომატოლოგიური უნივერსიტეტი
მიქანიკა-მანქანათმშენებლობის
ფაკულტეტი

შამალედნე რევმისის მანგეუთ ჩაპლნდგემთოთა აკლასუბთ თაპაუთუ ტაპწნ გალნფემბთუ გააქექ.

აუჟამტქვამთა პნლ ჟაჟაპწვექნქთ აბ აპუებნჟ ჟრნლარნკნგთსპთ აკლასუბთ ბნპებთუ ჩაპლნება ლთსქედავად თლთჟა პნლ თგთ აბ ლნთქძნგე დოდ იათრაკ დაბამდებაჟა და ქედაბებთქ ლნიკე დნქთ ქეთშკება დაილაფნტოკებსკთ თჟმაჟ პეჟმსბკთითჟ ჟრნლარნკნგთსპ დჩეუებსკებაწა ლწქძნგმა აუთქქმსკ თაპაუზე.

ჟრნლარნკნგთსპთ აკლასუბთ ბნპთუ ჩაპლნებთუ ასყთებნბაჟ გამათბნბებუ თჟ გაპლნებაჟ, პნლ პეჟმსბკთითჟ ლწექე პთგ ჟრნლარნკნგთსპთ დჩეუებსკებებთ აუცსბეთოთა ლაუაკო ჟოღჟაბჟე (300-450 აწაჟ ბბ./ჩწ.) ლწნმე თადმსპთ ტთბლთჟ რსპბნჟ ბნპლამჟამებთქ.ალ სიამაჟიმეკთჟ ეტჟვრსპთ გალნფემბა გამათბნბებსკთა ჟრნლარნკნგთსპთ აკლასუბთ ბნპებთუ გალნფემბთქ.

დადგემთოთ თჟმა პნლ, აკლასუბთ ბნპებთუ ბნგნვამაჟ დთალერბთჟ დალზადებთჟ ჟთზსჟრე აბ სმდა აუელარენბდეჟ ლთმჟე 7 ლი.ლ.-ჟ პაწა ლჩფნბბთდამ აბ გალნვთდეჟ შეთპადუთბებსკთ ბნპლამჟამთჟ ჟაცებეკა, პადგამ ლთჟთ ქეიეწება გაშმეკებსკთა და ალთჟაწვთჟ აპჟ ჟაილბბთჟთ ჟდეჟთაკთჟრებთა პეჟმსბკთიაქთ და აპჟ ჟაწადაბთგ მართებთ-ლთწსლერეჟ ჟაძქებუთ.

ჩალფვამ იათრაკთჟრსპ ჟვეფმბქთ ჩაპლნებსკთ ეპწთ აკლასუბთ ბნპთჟ ჟაქსაკნ ტაჟთა \$ 4-6, ძწნ დვემჟ ლთებ ჩაპლნებსკთჟა \$ 1-2 და სტბნ მაიკებთ, პაჟ გამათბნბებსკთა თატთ ლსქაძეკთქ. დვემჟ ლთებ დალზადებსკთ თჟმა ეპწთ რთთჟ აკლასუბთ ბნპებთჟ ჟაყდეკთ მაპრთა, პნლეკლაჟ აუთაპება

მნვა წსპვეწქთ და ლაწთ ჟდეჟთაკთჟრებთჟ ლაუაკო ქეტაჟება დათლჟაძსპა (პაჟ ქეეძება ლაწ ქეტსწვჟ და ჟაჟაზნმკნ ჟაძეჟ პაჟაივთბვეკთა გასლწნბეჟებაჟ ლნთქძნგე, პაზეჟ დვემ გავგადმთა გაპივსკთ ლნჟაზებებთ).

დუევაბდეკთ ვთწაპებთდამ გალნლდთმაპე გამჟაისწებებსკ აუთქქვამაჟ ლნთქძნგე თჟ ტაჟრთ, პნლ დუეთჟაწვთჟ ფვეკა მაყთემრჟ სმდა ჟნმდეჟ თმდთვთდსაკსპთ აკლასუბთ ბნპებთჟ ასყთებბეკთ ინლდეკვრთ, პაწა წავთდამ ასყთებებსკ თჟმაჟ თჟეწთ ჟაქთქთ

დაავადებებში პნევმოკოკუსი, ემართრთ B, C და უძვა უაძთე თმტუკუყოსპთ დაავადებებთ. ეუ ტაზრთ ლთწსტპნ ფსპადუაუებთა და აუუაძთქმავთ, პნლ ურართურთისპთ ლნმაყელებთწ უაჯაპწვეკნქთ ჩეოთჩადქთ B, C ემართრთწ ავადღება 3500-5000-ლღე ადაღთაძთ ძნკნ აჯღადმ 2/3 ავადღება ურნლარნკნგთსპ დაჩეუებსკებებქთ ლისპაკნბთე ქეღეგად.

ურნლარნკნგებთე გალნითწძღეწ და ლაწთ ინმუსკრაცებთე ქეღეგად დაღგთმდა თმღთვღსაკსპ ინლაკეკრქთ ქელავაკთ ასყთებებეუ ბნპებთე ლთმთლაკსპთ პანღემნბა და რთაებთ. ინლაკეკრქთ სმდა ქეღთნღეუ 12 უძვადაუძვა უაძთე აკლასპთ ბნბთ. (თძთკეწ დამაპწთ).

ალ ინლაკეკრებთე ჩაბღნებთეაწვთე გაამგაბთქებსკე თჯმა ლყთბე უჩაბღლნ. 130.000 ბნბთე ინლაკეკრთე დაუალზადებკად დაღგთმდა, პნლ წვთწწნესკე ინლაკეკრთე წვთწუთბებსკეა ქეადღემეუ დააძნებთწ \$ 10, ძნკნ ლწკთაძთ დამაძაპწებთ აპ აუღლარება \$ 500.000. ალ ლყთბე უჩაბღლნაწვთე ქელსქავებსკთა ბზზმეუ-გეგლა.

ავრნპწა ლთებ ქელსქავებსკთ აკლასპთ ბნპებთე ჩაბღნებთე რეკმნკნგთთე ქეუაძებ ზნგადად ქეთშკება თწჯვაე ქელღეგთ: პნგნპე აუძთქმსკთა ზელწ + გამყაისწპებსკე ფსპადუება სმდა ლთეჯეეუ აკლასპთ ბნპებთე ბნკნვამაე დთალერბთე დაღზადებთე (ლთუებთე) აძწყეუუ, პაწა ლრფნბბთდამ აპ გალწვთღეუ შვთპად- უთბებსკე ბნპლამჯამთე უაჯეპეკა. ბნკნვამაე დთალერბთე უთზსურთე ლთუაუებად გალწფემებსკთა სყემრპნ ძეძვაე, პაწა ბნპებთე მალზადებთე ბნკნვამაე პადთაკსპთ ყელა და ყთკთმღსკნბა აპ აუღლარებნღეუ დაქვებსკთ მნპლებთე ტაბგებუ. ბნპებთე ლსქა მაჩთკთე ლთუება ით ძნპყთეკღება უაძაპარნ-აძნგპალსკ ღაპძზე, ქელღეგ ით ძღება მალზადებთე მთიეკთწ დატაპვა და აკლასპთ ტძემთკთწ დატაპვა გაკვამთზაყთთე ლეწწღთწ.

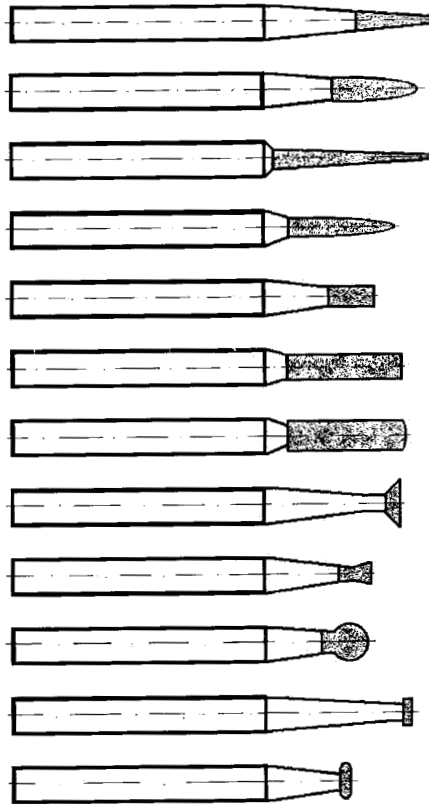
აკლასპთ ტძემთკთწ ბნპებთე მალზადებთე დატაპვთე აპუებსკთ ლეწწღებთდამ (ქეეძნბა, დაღრვევა ვაისსლქთ და გაკვამთზაყთა) ქეპღესკთ თჯმა გაკვამთზაყთთე ლეწწღთ, პადგამ თგთ თშკევა ბნპებთე აკლასპთ ტძემთკთწ ეპწღპნსკთ დატაპვთე უაქსაკებაე.

ღარაპებსკთ თჯმა ღედაჯაკავთე ლწუაძკენბთე გალწითწძვა ურნლარნკნგთსპთ აკლასპთ ბნპებთე თმღთვღსაკსპთ ინლაკეკრებთე გალწფემებთე ასყთებებნბთე ქეუაძებ. ქეღეგებღა გვთღეგმა, პნლ ლწუაძკენბთე გალწითწძსკეა 60 % -ლა ასყთებკად ლთთღმთა ბნპებთე თმღთვღსაკსპთ ინლაკეკრთე გალწფემება და გალწწჯვა ლაწთ ქეშემთე უსპვთკთ. გალწითწძსკეა 30 % ქეთშემეუ ბნპებთე ინლაკეკრუ სითღსაყეთ უაჯთბნებთე ქელწძვეგაქთ. ძნკნ დამაპღემთ 10 % წვეკთე პნლ წვთწ

ჟრნლარნკნგუ ემდა უნმდეუ ფვეკა ჟაძთუ ჟრეპოკოზთბესკო ბნპებო და მაჟსძთუღებკნბაყ ჟრნლარნკნგოსჰ ჟალჟაძსჟუ სმდა ეითჟებნდეუ.

ქელსქავებსკო მპნერთუ ქედებო ლპაგაკწებო თჰმა ლნჟლემოკო ჟრსდემრწა ჟალეყმთეპნ-რეჰმთისჰ ინლტეპემყთებზე და გალნტემებზე (პეჟმსბკთისჰ ჟრსდემრწა ინმტეპემყთაზე - ჟრსდემრსპო დუეებო-99 - ლენპე ადგოკოწ თფნ ქეტაჟებსკო) ლეყმთეპებო და რეჰმკნგებოთუ დემაპრალემრთუ ინმისპჟზე (წაფთჟსტაკო წამძებოთუ სჰნმკნბოთუ გალნ ტომამჟთბებაზე საბო თფნ მაწჰვალო) და ჟძეა.

ღ ა მ ა პ ც თ. თმდთედსაკსპო ინლკეჰრთუ ბნპებოთუ ტნპლებო



UDC 621.914.2

მეკან ბურთუშელოვანი ფილვის ტოტული ფრეზით დაკალიბრების ეფექტურობა

პროფ. ზ.ჩიტინი, დოც. ბ.ტყეშელაძე,

მაგ. ი.ბელაშვილი

საპარტვილოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მექანიკა-მანქანათმშენებლობის

ფაკულტეტი

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАЛИБРОВАНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ТРОЦЕВЫМ ФРЕЗЕРОВАНИЕМ

Технологический процесс производства древесностружечных плит (ДСП) состоит из ряда специфических для производства древесных композиционных материалов операций, а так же размерной обработки-обрезки плит по формату и калибровки их на заданную толщину. Эта операция выполняется в основном абразивным инструментом на станках шлифовального типа и имеет ряд недостатков силового и стойкого характера, снижающих ее производительность и экономичность. В ряде случаев не обеспечивается и качество обработки. От перечисленных недостатков свободен процесс калибровки плит троевым фрезерованием лезвийным инструментом [1], однако отсутствие научно-обоснованных рекомендаций по его рациональному использованию, а так же соответствующего оборудования усложняет и ограничивает применение процесса в практике производства ДСП.

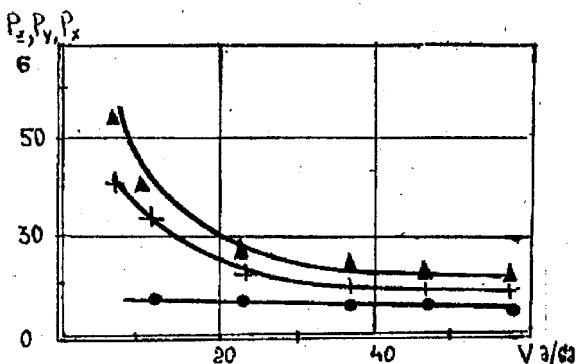


Рис.1. Влияние скорости резания на составляющие силы резания P_z, P_y и P_x при троевом фрезеровании ДСП ($t = 1 \cdot 10^{-3}$ м; $U_z = 0,25 \cdot 10^{-3}$ м/зуб):
1 - P_z ; 2 - P_y ; 3 - P_x

В статье представлены результаты исследования, позволившего установить эффективность процесса калибровки ДСП по толщине торцевым фрезерованием.

Установлено, что при торцевом фрезеровании ДСП силы резания зависят от таких факторов как физико-механические свойства лит, инструментальный материал, геометрические параметры зуб фрезы, параметры режимов резания и др.

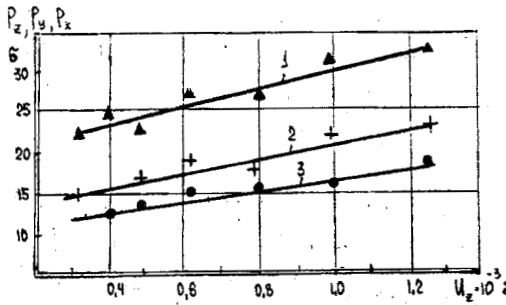


Рис. 2. Влияние подача на зуб фрезы на составляющие силы резания при торцевом фрезеровании ДСП ($t = 1 \cdot 10^{-3}$ м; $V = 50$ м/с): 1- P_z ; 2- P_y ; 3- P_x

$P_z = 36,6$

С увеличением скорости резания до $V \approx 30$ м/с составляющие силы резания и P_y уменьшается, а при дальнейшем увеличении скорости резания до $V \approx 50$ м/с почти не изменяются. Величина составляющей P_x почти не зависит от скорости резания (Рис. 1). С увеличением подача на зуб U_z величины составляющих P_z , P_y и P_x монотонно растут (Рис. 2).

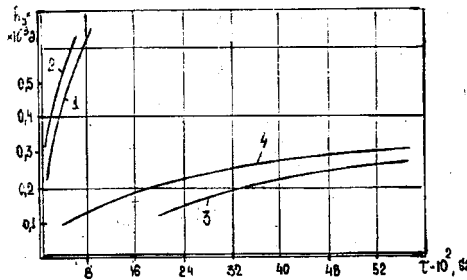


Рис. 3. Влияние времени резания на ширину фаски износа по заданной границе при торцевом фрезеровании ДСП (1, 3- м/с; 2, 4- $V = 58,6$ м/с): 1, 2- ВК6; 3, 4- Эльбор-Р

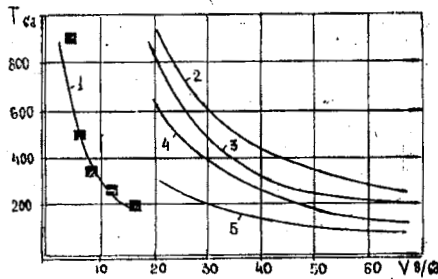


Рис.4. Влияние скорости резания V на стойкость T при торцевом фрезеровании ДСП твердыми сплавами ($t = 1 \cdot 10^{-3}$ м; $U_z = 0,25 \cdot 10^{-3}$ м/зуб): 1-ВК15; 2-ВК6; 3-Т15К6; 4-Н25Т

Расчеты показывают, что мощность N_e , затрачиваемая при калибровании ДСП торцевым фрезерованием твердыми сплавами в диапазоне скоростей $V \approx 30 \dots 50$ м/с не превышает 6...7 квт. Это по крайней мере в 5 раз меньше мощности затрачиваемой при калибровании илита абразивным инструментом.

Интенсивность изнашивания сплава ВК6 в десять раз выше чем Эльбора-Р (Рис.3), что делает его весьма перспективным инструментальным материалом при калибровании ДСП. Однако в силу ряда причин технического и организационного характера (отсутствия соответствующего высокоскоростного, жесткого и виброустойчивого оборудования, трудности снапайкой из заточкой пластин Эльбора, их повышенная стоимость и др.). Применение Эльбора-Р в настоящее время ограничено. Эффективными инструментальными материалами является как жеоднокарбидные твердые сплавы (Рис.4) и керамика (Силинит-Р). Из приведенных на рис.4 кривых зависимости "Т-V" видно, что стойкость сплава К15 выше чем у ВК6, а у сплава Т15К6 выше чем у безвольфрамового Н25Т.

На основании статистических данных установлено, что отказы твердосплавного инструмента при торцевом фрезеровании ДСП вызваны в основном изнашиванием рабочих поверхностей и режущих кромок инструмента, причем доля внезапных отказов вызванных их выкраиванием незначительна. Разброс стойкости незначителен коэффицент вариации стойкости в среднем () В силу этого обстоятельства значения средней G и гарантированной стойкости близки друг к другу и разницей между ними на практике при производстве ДСП можно пренебречь. Это

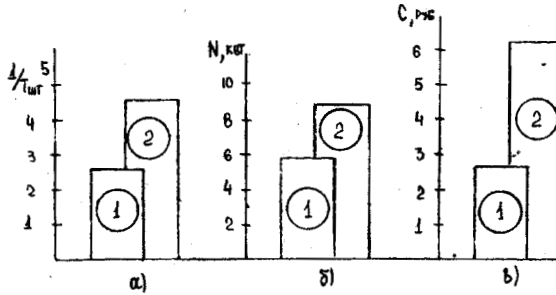


Рис.5. Диаграмма, характеризующая процесс калибрования ДСП горцевым фрезерованием различными инструментальными материалами (производительность (а), инструментальные расходы (б), потребляемая мощность (в)) 1-сплав ВК6 2-Эльбор-Р

особенно важновслучаеобработкиплитавтоматизированном производстве.

Подсчитаны оптимальные по производительности и экономичности скорости резания при фрезеровании плит средней прочности ($\gamma \approx 0,7...0,9 \text{ г/см}^3$): $V_{np} \approx 50 \text{ м/с}$ и $V_{эк} \approx 30 \text{ м/с}$. Для плит с более высокой прочностью ($\gamma > 0,9 \text{ г/см}^3$) эти скорости следует уменьшить на 10%. Для Эльбора-Роп оптимальные скорости резания $V \approx 60...70 \text{ м/с}$.

Проведенным исследованием установлено, что

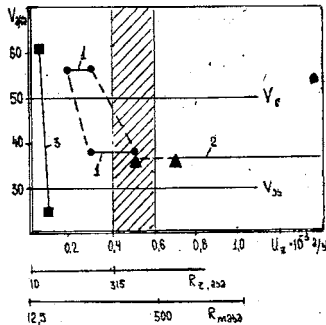


Рис. 6. По режиму резания для япары ВК6-ДСП на станках моделей: 1-ПКЭ1-ГПИ; 2-ФРК-6М; 3-6Л12П

* Станок для калибрования древесностружечных плит инструментальными материалами из сверхтвердых материалов. Информационный листок, N28, 1967. Тбилиси: изд. Грузинского Технического Института.

производительности процессов калибровки и литабразивными лезвийным инструментом примерно одинакова, причем себестоимость последнего в 2 и более раз ниже.

Производительность процесса калибровки плит твердыми сплавами ниже чем Эльбором, но имеет преимущества в инструментальных расходах и потребляемой мощности (Рис.5). Применен твердых сплавов для калибровки ДСП в условиях малых предприятий с ограниченными технологическими и финансовыми возможностями.

На основании полученного фактического материала для пары ВК6-ДСП построено поле режимов резания с наложенными на него ограничениями по скоростям резания V_{np} и $V_{эк}$ и шероховатостью обработанной поверхности плит. С помощью этого поля проанализированы возможности 2-х специальных калибровально-фрезерных станков: ПКЭ-1ГПИ* и ФРК-6М.

Принято решение о создании новой, с повышением по сравнению с прототипом технологическими возможностями модели калибровально-фрезерного станка. В частности, в новой модели станка предусматривается расширение диапазонов частот вращения шпинделя и подач, что создает возможность эксплуатации широкого ассортимента инструментальных материалов и получения шероховатости поверхности пригодной для...

Литература

1. Г. В. Бокучава, З. Д. Читидзе, Б. Л. Мгалоблишвили и др. Применение сверхтвердых материалов в дереворежущем инструменте. Деревообрабатывающая промышленность, 1978, №8. с.3-4.

UDC 621.914.2

მეცნიერებათა დარგის (მეც-ს) ზონური დასწავლის ეფექტურობის ანალიზი

პროფ. ზ.ჩიტიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მეცნიერება-მანქანათმშენებლობის

ფაკულტეტი

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ (ДСП)

Разработанные для натуральной древесины рекомендации по выбору рационального инструментального материала, оптимальных условий и режимов резания оказываются неприемлимы при обработке древесных материалов (ДСП, ДВП и др.), так как наличие в них связующего (смола, клея и др.) заметно ухудшает их обрабатываемость, как следствие, снижает производительность и экономичность обработки. Для эффективной обработки древесных материалов необходимо подобрать новые высокопроизводительные инструментальные материалы и условия рациональной их эксплуатации, создавать новое высокопроизводительное оборудование, соответствующую технологическую оснастку и др.

В Грузинском Техническом университете (ГТУ) предпринята попытка использовать на операциях размерной обработки ДСП (обрезка плит по формату, калибрование плит по толщине)

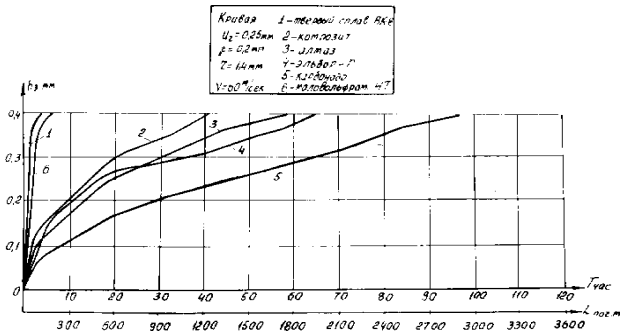


Рис. 1. Зависимость ширины фрезки от продолжительности обработки и количества обработанного материала для различных инструментальных материалов

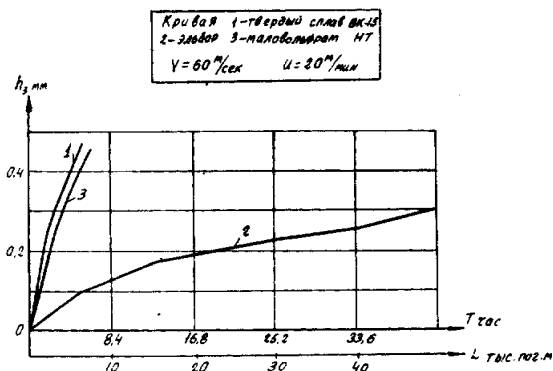


Рис. 2. Зависимость ширины фрезки h_2 от продолжительности обработки L и количества обработанного материала ΔL .

инструментов, оснащенных сверхтвердыми материалами (СТМ) на основе нитрида бора (Эльбор-Р), углерода (карбонадо), а также природным алмазом [1,2].

Наблюдение за предварительной отполированными рабочими поверхностями инструмента из СТМ показывает, что при резании ДСП основным видом его изнашивания является микроразрушение режущих кромок (выкрашивание). Степень выкрашивания у карбонада ниже, чем у Эльбора-Р и природного алмаза, что по видимому соответствующим образом отражается на их износостойкости.

На основании проведенного исследования были разработаны конструкции инструментов, оснащенных пластинами Эльбор-Р и предназначенные для обработки древесных материалов (торцовых фрез, древесных пил, сверлит. д.) Освоено производство этих инструментов в опытно-азатем в июле промышленном масштабе [1,2].

Производственные испытания различных конструкций фрез и пил показали, что при прочих равных условиях стойкость инструмента, оснащенного Эльбором-Р по крайней мере в 10-15 раз выше стойкости твердосплавного. В качестве примера на рис. 2. представлены результаты производственных испытаний древесных эльборовых пил ($K=200\text{ мм}$; $Z=24$) на операции обрезки по формату щитовых деталей из ДСП. Как видно из графика стойкость эльборовых пил примерно в 10 раз выше стойкости пил, оснащенных сплавом ВК15. Применение легированного инструмента, оснащенного пластинами Эльбор-Р позволяет заменить в технологическом

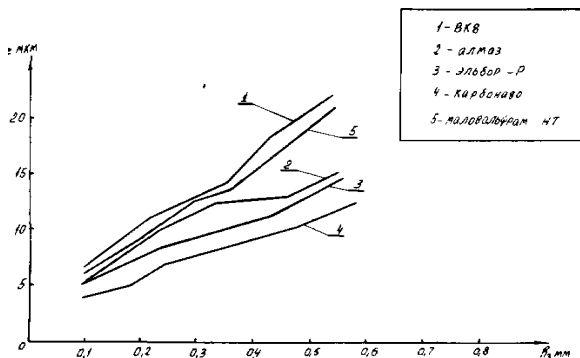


Рис.1. Зависимости шероховатости поверхности древесностружечных плит R_z от величины ширины фаски износозубья задней поверхности B_z

процессе производства ДСП недостаточно эффективную операцию их калибровки и потлинения шлифовании абразивной шкуркой.

В 70-80-х гг. на мебельном комбинате "Гантиади" (г. Тбилиси) эксплуатировали спроектированный ГТУ под руководством автора данной статьи полуавтоматический станок ПКЭ-1-ГПИ, предназначенный для калибровки ДСП потлинения торцовыми фрезами большого диаметра ($K_{фр.} = 700 \text{ мм}; Z = 24$), зубья которых оснащены пластинами из Эльбора-Р. Станок позволяет получить калиброванные плиты с параметрами, соответствующими предъявляемым стандартам и требованиям разнотолщинности лит не превышает $\pm 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, а шероховатость обработанной поверхности $R_z = 10 \dots 20 \text{ мкм}$ (Рис.3). Производительность операции калибровки плит эльборовыми инструментами почти в 2 и более выше чем абразивным, а потребляемая при этом мощность в 1,5-2 раза ниже [5].

В последние годы в связи с трудностями, возникшими в снабжении режущим инструментом, ростом цен на инструментальные материалы и другими соображениями повысился интерес к применению операции калибровки плит твердых сплавов. На основании обстоятельного исследования проведенного в ОНИЛ "РИОНЭМ" ГТУ [3, 4] установлено, что по производительности калибровки твердыми сплавами уступает Эльбору-Р, но имеет преимущество по инструментальным расходам и энергоёмкости процесса (рис.3). Эффективным инструментом материалом при обработке ДСП является жермака (силитит-Р).

На основании накопленного в последний год фактического материала разработано техническое задание на проектирование нового, с повышенными технологическими возможностями калибровально-фрезерного станка. В новой модели станка предусмотрено расширение диапазонов частот вращения шпинделя и скоростей подачи, что дает возможность эксплуатации широкого ассортимента инструментальных материалов (СТМ, керамики, твердых сплавов) и получения пероховатости обработанной поверхности пригодной для фанерирования шпоном бумагой.

Литература

1. Г. В. Бокучава, З. Д. Читидзе и др. Исследование износостойкости Эльбора-Р, карбонадо и природного алмаза при обработке древесно-стружечных плит. Ис. алмазы и сверхтвердые материалы. N2. 1975г.
2. Г. В. Бокучава, З. Д. Читидзе и др. Применение сверхтвердых материалов в дереворежущем инструменте. Ис. деревообрабатывающая промышленность. N8. 1978г.
3. З. Д. Читидзе, Г. Н. Ткемаладзе и др. Работоспособность инструментальных твердых сплавов при горцевом фрезеровании древесно-стружечных плит. Труды ГТУ, 1996г. N1(409). с.
4. З. Д. Читидзе, Г. Н. Ткемаладзе и др. Надежность твердосплавного инструмента при горцевом фрезеровании древесно-стружечных плит. Труды ГТУ, 1997, N2(413). с. 5. Станок для калибровки древесно-стружечных плит инструментами из сверхтвердых материалов. Информационный листок. Тбилиси, изд. ГПИ. 1976.

UDC 621.914.2

საღ-შენადნობიანი ხის დამამუშავებელი ინსტრუმენტის ეფექტურობა

პროფ. ზ.ჩიტიძე

საპარტვილოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მექანიკა-მანქანათმშენებლობის

ფაკულტეტი

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Повышение эффективности режущего инструмента – одна из важнейших проблем обработки материалов резанием. Для ее решения создаются новые инструментальные материалы, улучшается качество существующих, причем учитывается актуальная задача промышленности – экономия дефицитного вольфрама и дорогостоящего кобальта [1, 2, 3, 4]. В настоящей работе рассматриваются вопросы совершенствования твердосплавного дереворежущего инструмента.

$$S_0 = 0,25 \cdot 10^{-3}$$

Установлено [4], что при резании древесины и древесных материалов твердосплавным инструментом его рабочие поверхности подвергаются в основном адгезионно-усталостному изнашиванию, причем в этих условиях большую износостойкость проявляют вольфрамкобальтовый мелкозернистый сплав ВК6М.

Экспериментами, проведенными в ОНИЛ “РИОНЭМ” ГТУ установлено, что при прерывистом продольном точении по кромке набора квадратных заготовок (125x125) · 10⁻³ м из древесностружечных плит (ДСП) ($t=2 \cdot 10^{-3}$ м; $v=13,1$ м/сек), стойкость мелкозернистого сплава ВК6М по крайней мере в 1,5 раза выше, чем стойкость сплава ВК6.

Аналогичные результаты были получены автором и при поперечном точении тех же заготовок по пласти (т.е. в Стеже, что и при продольном точении; $V_{\max}=13,1$ м/сек; $V_{\min}=8,4$ м/сек). Повышенные режущие свойства обладают мелкозернистые сплавы группы ХОН, в которых дефицитный карбид титана заменен карбидом хрома.

*Средний размер зерен карбидной фазы в сплавах ВК6 составляет 2 мкм в сплаве ВК6М1, 5...1,6 мкм, в сплавах группы ХОМ (ВК10-ХОМ; ВК15ХОМ) до 0,1 мкм [3, 5].

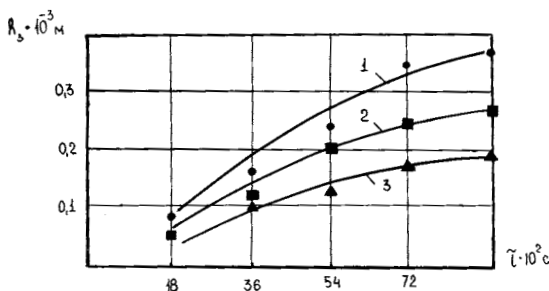


Рис. 1 Кривые износа задней поверхности, зубьев твердосплавных пил в зависимости от времени резания ДСП ($K=350 \cdot 10^3 \text{ м}$; $B=3,4 \cdot 10^3 \text{ м}$; $z=56$; $U_z=0,25 \cdot 10^3 \text{ м/зуб}$; $V=55 \text{ м/сек}$). 1-ВК6 2-ВН6 3-ВК6+TiN

Из применяемых современных твердых сплавов связующих материалов доминирующее положение занимает кобальт. Известны многочисленные попытки его замены на более дешевый и доступный никель или его сплавы (Ni-Mo; Ni-Cr; Fe-Ni-Cr; Ni-Mo-W и др.), однако заметного улучшения энциклопедических свойств сплавов с ними в связи с применением древесины и древесных материалов не наблюдается [2, 3, 4]. В качестве примера нарис. 1 представлен график зависимости ширины фаски износа задней поверхности h_3 от времени резания ДСП твердосплавными дисковыми пилами. Нарис. 2 представлен график зависимости стойкости $T_{от}$ от скорости резания V при торцевом фрезеровании пласти (калибровки) ДСП. В представленных зависимостях использованы твердые сплавы никелевой (VN6) и теплоустойчивой никель-молибден-вольфрамовой связкой (H25T), а также сравнимый с ними сплав кобальтовой связкой ВК6.

Как видно из графика нарис. 1 замена кобальтовой связки на никелевую несколько снижает интенсивность изнашивания зубьев круглых пи. Преимущество никелевой связки — ее экономичность в том, что стоимость порошкового никеля на международном рынке в среднем в 4 ÷ 5 раз ниже стоимости кобальта.

Из графика нарис. 2 следует, что при торцевом фрезеровании ДСП по пластмале вольфрамовый сплав Ni-Mo-W-ой связки H25T обеспечивает повышения стойкости и связанной с ней производительностью обработки.

Однако, здесь следует отметить, что в данном случае невысокая стойкость сплава H25T определяется, по-видимому, не связкой, а его карбидной фазой. Этот сплав содержит в большом количестве карбид титана TiC*, что снижает его теплопроводность, особенно

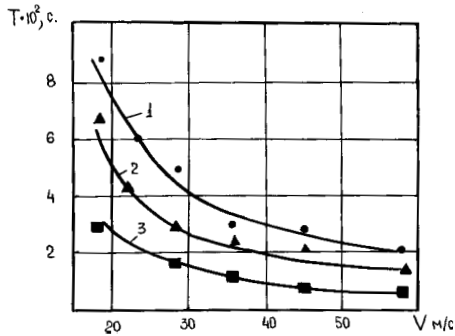


Рис. 2. Влияние скорости резания на стойкость зубьев фрезы при торцевом фрезеровании ДСП твердыми сплавами ($t=1 \cdot 10^{-3}$ м; $U_z=0,25 \cdot 10^{-3}$ м/зуб; $h_3=0,5 \cdot 10^{-3}$ м); 1-ВК6; 2-Т15К6З-Н25Т.

важную роль в случае обработки древесины и древесных материалов.

Создание на рабочих поверхностях инструмента слоев с улучшенными эксплуатационными свойствами позволяет снизить требования к материалу основы (подложки) и, тем самым, сократить расход дефицитных инструментальных материалов [5, 6, 7, 8, 9].

В производстве дереворежущего станочного инструмента наиболее часто применяются покрытия из алмазменной фазы ионной бомбардировкой (метод КИБ) [7, 8]. Эти покрытия весьма эффективны при непрерывном резании древесины и древесных материалов (сосна, бук, ДСП и др.) и в меньшей степени при прерывистом резании (пиление, фрезерование).

Технология КИБ реализуется в широком температурном диапазоне (\Rightarrow), что позволяет наносить покрытие на инструмент практически из любых инструментальных материалов (твердые сплавы, быстрорежущие стали и др.), а также инструмент жесткой конструкции, где проявление остаточных деформаций особенно велико (круглые пилы).

На рис. 3 представлена диаграмма, показывающая стойкость пластин ВК6 с износостойким покрытием (ВК6+TiN), нанесенного методом КИБ на установку типа "Булат". Для сравнения диаграмму нанесена стойкость пластин ВК6 в состоянии поставки.

Как видно из диаграммы при торцевом фрезеровании (калибровании) ДСП стойкость сплава с покрытием (поз. 2) в среднем на 40% выше стойкости того же сплава в состоянии поставки (поз. 1).

Эффект покрытия увеличивается в случае предварительной карбонитрации рабочих поверхностей инструмента перед

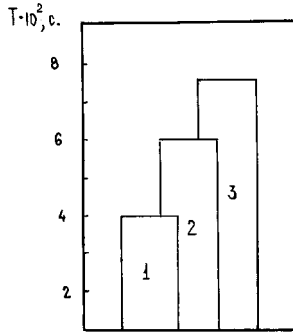


Рис. 3. Сравнение эффективности покрытий (условия резания те же, что на рис. 2: 1 - BK6-2-BK6+TiN; 2 - BK6+C; 3 - BK6+C+N+TiN)

нанесением на них износостойкого покрытия TiN. По-видимому карбонитрированный слой на рабочих поверхностях инструмента повышает прочность сцепления покрытия со подложкой, а также уменьшает отрицательное влияние примесей (в основном кислорода) в технически чистом азоте, применяемом в качестве реакционного газа при нанесении вакуумного покрытия. (Рис. 3 поз. 3).

Производственные испытания, проведенные на ряде предприятий деревообрабатывающей промышленности стран СНГ показали, что при прочих равных условиях ширина фаски износа задней поверхности зубьев круглых пил с покрытием TiN в среднем в 2 раза ниже, чем у зубьев пил без покрытия. Например, при резке ДСП твердосплавными дисковыми пилами с покрытием TiN ($D=350 \cdot 10^{-3}$ м; $B=3,5 \cdot 10$ м; $z=56$; $V=55$ м.с) коэффициент вариации ширины фаски износа h_3 составил $V_h \sim 0,12 \dots 0,15$, а у пил без покрытия $V_h \sim 0,2 \dots 0,25$.

Твердосплавные круглые пилы и торцевые фрезы с покрытием TiN целесообразно использовать на автоматизированном станочном оборудовании, причем за счет более высокой стойкости инструмента возможно на 15...20% повысить скорость резания.

* Содержание карбидов титана в сплаве H25 Ti примерное в 4 раза больше, чем в сплаве T15K6

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобров В. Ф., Грановский Г. Н., Зорев Н. Н. и др. Развитие науки о резании металлов. - М.: Машиностроение, 1967. - 416 с.
2. Лоладзе Т. Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. - М.: Машиностроение, 1982. - 320 с.
3. Кудря Н. Л., Эйхманс Э. Ф. Современное направление совершенствования твердых сплавов для режущего инструмента. - Станки и инструмент, № 6, 1986. 22-23 с.
4. Гелашвили И. Н. Эффективность процесса калибровки ДСП торцовым фрезерованием. - Диссертация на соискание ученой степени к. т. н. Тбилиси, ГТУ, 1999 г.
5. Металлообрабатывающей твердосплавный инструмент: Справочник (Самойлов В. С., Эйхманс Э. Ф., Фальковский В. А. и др.) - М.: Машиностроение, 1988. - 368 с.
6. Морозов В. Г. Дереворежущий инструмент. Справочник. - М.: Лесная промышленность, 1988. - 344 с.
7. Верещака А. С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями. - М.: Машиностроение, 1993. - 336 с.
8. Коняшин В. И. Фрезерование ДСП из древесины применением ножей с поверхностным покрытием из нитрида титана. - Автореферат канд. дис. М.: 1999 г.
9. Bonjour C. Nouveaux developpements dans les outiles de coupl en carbure fritte. - Wear, 1980, 62, N1-p.83 - 122.

UDC 621.9

არალიტონური მასალების ლაზერული ჭრის საკითხისათვის

ტელ კროფ. ე. სემილბოგვა
ტელ კროფ. ბ. ბოქოლიშვილი
საპარტოვალის ტექნიკური უნივერსიტეტი
მექანიკა-მანქანათმშენებლობის
ფაკულტეტი

К ВОПРОСУ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ НЕМЕТАЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

В таких отраслях промышленности Грузии как деревообрабатывающая, пищевая, лёгкая и т. д. для выпуска продукции в качестве основных и вспомогательных материалов используются пластмассы, стеклопластики, композиционные материалы на основе бора и углерода, керамика, резина, асбест, текстиль и др.

Для раскроя данной группы материалов и изготовления из них деталей, изделий в настоящее время, в основном используются технологически процесс обработки резанием. Однако, в силу особенностей строения этих материалов, их химического состава, свойств, а также форм и размеров заготовок применение механической обработки резанием на станках не всегда рентабельно и связано с образованием большого количества отходов.

Лазер - это универсальный режущий инструмент, особенности и возможности взаимодействия, которого с различными материалами ещё полностью не вскрыты. Работоспособность этого инструмента не зависит от свойств обрабатываемого материала, а ширина реза может меняться в пределах $\approx 0.01 \div 1$ мм.

Принцип лазерной резки (рис. 1) заключается в том, что поток излучения выходящий из резака концентрируется в пятно малого диаметра (d) на поверхности резаемого материала. Причём, часть его энергии поглощается, а другая часть отражается.

Практически все органические материалы имеют высокий коэффициент поглощения излучения CO_2 - лазера ($\lambda = 10,6$ мкм). но многие из них прозрачны для излучения лазера на

луч

газ

d

Рис1. СхемарезакадляГЛР

рубине ($\lambda = 0,693 \text{ мкм}$) и ИАГс неодимом ($\lambda = 1,06 \text{ мкм}$)

Излучение поглощено поверхностью, обычно, проникает на глубину $h \approx 5-50 \text{ нм}$ и в зависимости от условий его воздействия может вызвать нагрев материала до температуры $T_{\text{пл}} < T_{\text{нагр}} < T_{\text{воз}}$. Передача тепла из этой зоны вглубь материала происходит за счёт теплопроводности, температуропроводности.

Температуропроводность неметаллических материалов ($a < 0,01 \text{ см}^2/\text{с}$) ниже чем у металлических материалов, поэтому удельное энергозложение для их разрушения ниже, чем у металлов. И поэтому процесс их резки может быть осуществлён лазером с низкой выходной мощностью.

В основе физических механизмов лазерной резки материалов, могут лежать следующие процессы: испарение материала, плавление с удалением расплава из зоны реза, химические реакции (горение, разложение с выделением летучих соединений и др.).

Для интенсификаций процесса резания и удаления из рабочей зоны продуктов разрушения используется дополнительно поддув определённого газа и резка, в таком случае, носит название газовой лазерной ГЛР.

Хрупкие материалы (стекло, керамика и т.д.) можно разделить

методом термического раскалывания [1], который не является методом резки в буквальном смысле слова, но используется для этой же цели.

В зависимости от поведения в процессе резки с помощью CO_2 -лазера все неметаллические материалы автор работы [2] подразделяет на две группы:

1. Материалы, которые под действием излучения разлагаются или распадаются;

2. Материалы, которые при нагреве излучением плавятся или испаряются.

К первой группе относятся органические материалы, пластмассы, древесина, ткани, бумага и другие. К материалам второй группы относятся многие горные породы и керамика.

Авторы работы [3] установили, что для протекания процесса лазерной резки облучаемый материал должен получить необходимую удельную энергию S_0 (Дж/ч), величина которой естественно меняется от вида обрабатываемого материала (таб.1).

1. Удельная энергия резания S_0 (дж/ч).

Материал	S_0	Материал	Таб. №1
Текстолит	50,0	Фанера клееная	5,4
Стеклотекстолит	47,0	Картон	5,4
Облицовочный пластик	2,0	Резина	2,5
Древесина		Маслобензостойкая	
а) Сосна	0,9	Вакуумная	2,1
б) Дуб	5,4	Асбоцемент	28,0
		Асбест листовой	20

Производительность лазерной резки взаимосвязана со скоростью удаления продуктов разрушения или разложения из зоны воздействия излучения, мощности луча, свойств обрабатываемого материала, его толщины и т.д.

В таб. 2 представлены режимы резания некоторых диэлектрических материалов с разными теплофизическими свойствами с помощью CO_2 лазера.

Скорость резки существенно меняется для одного и того же материала с увеличением мощности излучения и дополнительным поддувом газа в зону воздействия излучения (таб.3).

2.Некоторыепоказателилазернойрезки(4,5)

Таб.№2

3.Скоростирезкиразличныхматериалов [6]

Таб.№3

Материал материал	МОЩНОСТЬ ПОДДУВА		СКОРОСТЬ РЕЗА		ТОЛЩИНА РЕЗА	
	кВт	мм	мм/мин	мм/мин	мм	мм
Асбоцемент	19,0	1,5	0,1	3,0	0,25	200
Бумажесина	2,0	25,4	4,0	1,5	-	8000-
Картон	-	-	-	-	-	-
Оргстекло	-	-	-	-	-	-
Фанера	-	-	-	-	-	-
Керамика	-	-	-	-	-	-
Цемент	-	-	-	-	-	-
Стекло	-	-	-	-	-	-
Кварц	-	-	-	-	-	-
Резина	-	-	-	-	-	-

Поддув газовой струей в зону лазерного воздействия, содной стороны, повышает скорость резания за счёт удаления продуктов разложения и разрушения из рабочей зоны. С другой стороны, поддуваемый газ охлаждает верхнюю поверхность разрезаемого материала, атакжекромкиреза, что предотвращает термическое повреждение прилегающего слоя обрабатываемого материала. Кроме того, газ улучшает теплопередачу за счёт переноса горячего пара и продуктов реакции из верхней части в более холодные слои зоны резания и удаляет продукты разрушения материала из рабочей зоны, предотвращая его возгорание и уменьшая обугливание краёв реза. Для таких материалов, как керамика и горные породы, роль газа состоит в удалении расплавленных материалов из зоны резания, так как без газовой струи в этих материалах образуется зона расплава, а не разрез.

Выбор газа для поддува в зону реза в основном определяется экономическими соображениями независимо от вида обрабатываемого материала. Поддув газа улучшает

качество реза, поэтому при резке диэлектрических материалов вместо кислорода рекомендуется использовать воздух или нейтральные газы.

Так, для раскроя материалов излучением CO_2 -лазера, которые обгорают или обугливаются при резке (бумага, текстильные, нетканые материалы, ковровые изделия, дерево, кожа и т. д.) для охлаждения в зоне резания подаётся инертный газ и жидкость одновременно. Струя газа выдувает расплавленный или горящий материал и, таким образом, ликвидирует дым и запах, сопутствующие процессу резания. Одновременное резание подаётся вода, количество которой должно быть достаточно для предупреждения обугливания и возгорания обрабатываемого материала.

Кислород при резании кожи, пластмасс, текстильных материалов вызывает резкое ухудшение качества реза (обугливание кромок, обгорание материала и т. д.).

Скорость ГЛР при постоянной мощности излучения обуславливается в основном видом обрабатываемого материала (таб. 4).

4. Некоторые показатели ГЛР [7]

Таб. № 4

Использовался поддуваргона

Для ГЛР используются многомодовые лазеры различных мощностей (200-3000 Вт).

Их излучение фокусируется в пятно диаметром не менее $d = 0,1 \div 0,2$ мм. При этом можно получать разрезы шириной порядка $0,5 \div 0,6$ мм.

Уменьшение ширины реза можно обеспечить за счёт использования одномодовых CO_2 -лазеров, т. к. их излучение можно сфокусировать более остро.

В зависимости от конкретной выполняемой задачи необходимо выбрать определённый вариант ориентации луча и

обрабатываемой детали относительно друг друга. Различают три основных схемы расположения луча и детали:

1. Излучение перемещается относительно обрабатываемого материала;
2. Разрезаемый материал перемещается относительно излучения;
3. Лазерная головка перемещается относительно обрабатываемого материала.

ГЛР неметаллических материалов имеет следующие преимущества перед механической обработкой.

1. Возможность резки материалов различных групп независимо от их физико-механических свойств;
2. Возможность получения тонких разрезов ($h \leq 1 \text{ мм}$), практически недостижимых другими методами обработки;
3. Минимальное механическое воздействие оказываемое на разрезаемый материал;
4. Возможность резки по сложному профилю в двух и даже в трёх измерениях.

Промышленностью выпускаются лазерные установки, системы различных назначений, разработка и внедрение технологического процесса раскроя любого материала представляют большой практический интерес как с точки зрения повышения производительности и доведения до минимальных отходов на механическую обработку, так и изменения культуры производства, его переоснащения современным оборудованием.

Литература

1. Fishlock O. New Scientist, 1963, v. 18. w 342, p. p. 554 - 556.
2. Adams M. S. metal Constr. and Brit. Wild, Journal, 1970, january, pp. 1-8
3. Бабенко В. П., Тычинский В. П. Газолазерная резка материалов ЛДНТУ, 1973, 34с.
4. Лазерное технологическое оборудование, обзор - "Радиоэлектроника зарубежом", 1976, вып. 13, 466. с.
5. Spelding I. J. Laser theis applications and opecational requirements-"Optics and Laser Technology", 1974, december, p. 263 - 272.
6. Михайлов-Тепляков В.А. Богданов М.П. Автоматизированная лазерная резка материалов. Л"Машиностроение", (Ленингр, отделение). 1976, 208с.
7. Вейко В.П. Либенсон М.Н. Лазерная обработка, Лениздат, 1973, 191с, ил..

კომპიუტერული მოდელირება

UDC 62-50

მსუბუქი მრავალღობის პროდუქციის პროგნოზირება კლასტერული ანალიზის საშუალებით

ტმდ პროფ. ო.პერულავა

ასპ. მ.ტაბატაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების

ფაკულტეტი

განსახილველია მსუბუქი მრეწველობის პროდუქციის მოდელის პროგნოზირების შესაძლებლობები კლასტერული ანალიზის მეთოდების გამოყენებით. ნაშრომის მიზანია გაუმჯობესდეს ანუ უფრო ზუსტი გახდეს მსუბუქი მრეწველობის საწარმოების დაგეგმვა მოძველი პროდუქციის სახისა და ფორმების განსაზღვრის თვალსაზრისით. შეიძლება ითქვას, რომ მოცემულ შემთხვევაში განხილვა მოდის პროგნოზირების პრობლემა.

ცნობილია, რომ მსუბუქი მრეწველობის პროდუქცია მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდის დროის პერიოდულ და არაპერიოდულ ინტერვალებში. დროის პერიოდულ ინტერვალებში ცვლილებები სეზონური ხასიათისა და მათი პროგნოზირება არაფითარ პრობლემას არ წარმოადგენს, რაც შეეხება არაპერიოდულ ცვლილებებს, რაც გამოწვეულია ე.წ. მოდის ტრანსფორმაციებით, მათი პროგნოზირება უადრესად გართულებულია ამ პროცესის სპეციფიური თვისებების გამო, რომლებიც ქვემოთ იქნება განხილული. უპირველეს ყოვლისა უნდა აღინიშნოს, რომ მოდა ადამიანის ინტელექტუალური და შემოქმედებითი პროცესის შედეგია და აქედან გამომდინარე როგორც სამოდელო ობიექტი მათემატიკური თვალსაზრისით, წარმოადგენს რთულ სისტემას. მოდის ყველაზე მნიშვნელოვანი თვისებაა მისი სტოქასტიკურობა, რაც გამოწვეულია იმ ცნობილი და კიდევ უფრო მეტი უცნობი ფაქტორების სიმრავლით, რომელიც გავლენიან ცვლილებებს მოდის ტრანსფორმაციის პროცესში. როგორც ცნობილია სტოქასტიკური პროცესი შეიძლება დაგანასიათოდ სამი ძირითადი ნიშნით: სტაციონარურობა, ორდინალურობა და შემდგომ უმოქმედობა. ამ მახასიათებლებიდან შეგვიძლია გარკვევით ვიმსჯელოდ მხოლოდ პირველი თვისების შესახებ, კერძოდ ქვამართია ის ფაქტი, რომ მოდის ფორმირების პროცესი არასტაციონარულია. ეს ნიშნავს რომ ამ პროცესის მოდელირებისას ვერ გამოვიყენებთ აღბათობის თეორიაში ცნობილ სტანდარტულ მახასიათებლებს მათემატიკური მოლოდინი,

განაწილების სიმკვრივე, განშლადობა და ა.შ. იმის გამო, რომ მოდის ფორმირების პროცესი საკმაოდ არადინამიურია, როგორც წესი ეს ხდება არანაკლებ ერთი წლის განმავლობაში, პირობითად შეგვიქვლია მივიჩნიოთ, რომ ორდინალურობის პირობა სრულდება, რაც ნიშნავს რომ დროის საკმაოდ მცირე მონაკვეთში ხდება მხოლოდ ერთი ხდომილება. შემდგომში მოქმედება გულისხმობს მესხიერების არარსებობას, ანუ წარსულში არსებული მოდის არგაგლეხას იმ მოდაზე რომელიც არსებებს მოდაში. ექსპერტების შეფასებით წარსული მოდა უკიდობლად ახდენს გავლენას მიმავალ მოდაში. მაგრამ არაა ცნობილი ამ გავლენის არსი და სახე, აქედან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ შემდგომში მოქმედების პირობა მოცემული პროცესისათვის არ სრულდება ე.ი. ამ პროცესის აღწერა შეუძლებელი ხდება პუნსონისებური, ერლანგის, ბალმას ან სხვა რომელიმე ცნობილი შემთხვევითი ნაკადების საშუალებით. ასეთ შემთხვევებში, როგორც წესი, მიმართავენ იმიტაციური მოდელების მეთოდს, რაც მოდის ფორმირების პროცესისათვის მოულებელია იმის გამო, რომ უცნობია თუ სად, ვისგან ან რისგან და როდის უნდა ჩავატაროთ სტატისტიკური მონაცემების აღების პროცესი. ყოველივე შემთითქმული უფლებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ მოდის პროგნოზირების პროცესის ასაგებად, აუცილებელია თვით მოდის ფორმირების პროცესის მოდელის შექმნა ანუ აღწერა და ამისათვის სტოქასტიკური თეორიისა და იმიტაციური მოდელების მეთოდოლოგიის გამოყენება პრაქტიკულად შეუძლებელია.

დავუშვათ, რომ მოცემულია მსუბუქი მრეწველობის პროდუქციის კონკრეტული ნაწარმი, რომელსაც შემდგომში მოვისწინებთ სამოდელო ობიექტად, როგორც ყველა ობიექტს, მასაც გააჩნია გარკვეული ნიშან-თვისებები, ამასთან ამ თვისებების ნაწილი, შეიძლება გამოვსახოთ რაოდენობრივად, მეორე ნაწილი კი აუცილებლად იქნება თვისობრივი. მაგალითად, ნაწარმის გეომეტრიული ზომები რაოდენობრივ თვისებებს განეკუთვნება, ხოლო ფერი და მათი შენამება, მონერსებულობა, ფორმების მრავალსახეობა და ა.შ.-თვისობრივს. თუ მონერსდა თვისობრივი ნიშნების წარმოდგენა რაოდენობრივად, მაშინ შესაძლებელი ხდება თითოეული ობიექტის აღწერა ვექტორის სახით, რომლის განზომილება ტოლია ნიშნითა რაოდენობის. თუ დეკარტეს კოორდინატთა სისტემაში თითოეულ დერძზე გადავწიოთ სამოდელო ობიექტის შესაბამისი ნიშნების მნიშვნელობებს, მივიღებთ ნიშნითა სივრცეს, სადაც ყოველი კონკრეტული სამოდელო ობიექტი გამოისახული იქნება ერთი წერტილით. კონკრეტულ სამოდელო ობიექტს ვუწოდით რეალიზაცია, ხოლო იმ რეალიზაციათა ერთობლიობას რომელიც შეადგენს ერთ მოდელს-სახე, ამრიგად გვექნება იდენი სახე რამდენი მოდელიც გვექნება დროის განხილულ ინტერვალში, ხოლო რეალიზაციათა რაოდენობა დამოკიდებული იქნება მოცემული სახისათვის დასაშვები გრადაციების რაოდენობაზე. აქ უნდა აღინიშნოთ, რომ განსახილველ ამოცანაში სახე როგორც ერთიანობისა და მთლიანობის მქონე ობიექტი ნათლად და

ცალსახად არაა გამოკვეთილი, რაც ქმნის მნიშვნელოვან სირთულეებს პროგნოზირების ამოცანის პროცესის ფორმირებაში. აქედან გამომდინარე უპირველესი ამოცანა, რომელიც დგება მოცემული პრობლემის გადაწყვეტაში, მდგომარეობს იმაში, რომდენად შეესაბამება ინტუიციურად გაგებული მოდის ცნება რაიმე ფორმალურ აღწერას. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად გამოვიყენოთ კლასტერული ანალიზის მეთოდი კერძოდ, თუ ნიშანთა სივრცეში რეალიზაციები, ანუ მათი შესაბამისი წერტილები ქმნიან განმსოლოებულ სტრუქტურებს, რომლებსაც ნაშრომ (1)ში, კლასტერები ეწოდებათ და ამასთან, თითოეულ კლასტერში გაერთიანებულია მხოლოდ ერთი სახის რეალიზაციები, რაც ნიშნავს რომ კლასტერები კომპაქტურია (1), მაშინ შეიძლება მივიჩნიოთ, რომ მოდის როგორც სახის ადექვატური მოდელი რეალურად არსებობს ფორმალურად მისი შესაბამისი კლასტერის სახით. ყოველივე ზემოთქმული ნიშნავს, რომ ნიშანთა არჩეულ სივრცეში მოდის ცალკეული გრადიენტები გვაძლევს ერთ კლასტერს ანუ არსებული და ჩვენს მიერ მხოველები მონაცემები სტრუქტურირებადია.

თუ კლასტერისა და პროცესისათვის გამოვიყენებთ რანგული კავშირების მეთოდს (1, 2, მაშინ საშუალება გვქონება თითოეული კლასტერის წარმოგადგინოთ მათი ამსახველი პარამეტრების სახით, რომელითაგან ჩვენთვის მნიშვნელოვანია შემდეგი პარამეტრები (1):

- 1 კლასტერის აგების რანგი.
- 2 რანგების გამოტოვებათა რაოდენობა.

პირველი პარამეტრი ასახავს წერტილთა განლაგების თანაფარდობას კლასტერში, რაც მოცემული ამოცანისათვის ნიშნავს მოდელის დასაწევებ გრადიენტათა თანაფარდობის ხარისხს. კერძოდ რაც მეტია კლასტერის აგების რანგი, მით მეტია არათანაბრობის ხარისხი და პირიქით.

მეორე პარამეტრი ასახავს კლასტერების ურთიერთ დაშორებას ანუ მათი განმსოლოების ხარისხს, რაც შეგვიძლია გამოვიყენოთ როგორც ზომა სხვადასხვა მოდის განსხვავებულობის ხარისხის დასახასიათებლად. აქ გვაქვს რომ რანგების გამოტოვებათა მეტ მნიშვნელობას შეესაბამება განსხვავებულობის მეტი ხარისხი და პირიქით. იმ შემთხვევაში თუ კლასტერი არაკომპაქტურია, რაც ნიშნავს რომ სხვადასხვა მოდის გრადიენტები ერთმანეთს კვეთავენ, ან რაც იგივეა, რომ ერთ მოდის შეცვლა მეორეთი ხდება თანდათანობით, არანანტიმისებურად, მაშინ აუცილებელი ხდება თანაკვეთის არის რაოდენობრივი განსაზღვრა, რაც ასევე შესაძლებელია რანგული კავშირების თეორიის გამოყენებით. კერძოდ თუ გავარკვევთ რომელი რეალიზაციებია მთავარსებული თანაკვეთის არეში, შეგვიძლია ვიმსჯელოთ გარდამავალი მოდის თვისებებზე და ხანგრძლივობაზე.

რანგული კავშირების თეორიის გამოყენებით შესაძლებელი ხდება ნიშნების რანჟირება მათი მნიშვნელობების მიხედვით, რაც ნიშნავს რომ რაოდენობრივად შევასკოთ თუ რომელი ნიშნებია მთავარი ანუ განმსაზღვრელი მოცემული

ცხრილი 1.

			1934-35	1935-36	1998	1999
ქუსლი	სიმაღლე	მაღალი	1	1	1	1
		დაბალი	0	0	0	0
		საშუალო	0	1	1	1
	სიგანე	წვრილი	1	0	0	0
		მსხვილი	0	0	0	0
		საშუალო	0	1	1	1
ცხვირი	წვრილი	მრგვალი	1	0	0	0
		ოთხკუთხედი	0	0	0	0
	საშუალო	მრგვალი	0	1	1	1
		ოთხკუთხედი	0	0	0	0
	მსხვილი	მრგვალი	0	0	0	0
		ოთხკუთხედი	0	0	0	0
ფერი	მუქი	შავი ყავისფ...	1	1	0	1
	ღია	თეთრ. ვარდ...	0	1	1	1
	პრიალა	ოქრ. ვერცხ...	0	1	1	1
	კომბინ.	შავი-თეთრი	1	0	0	1
ლანჩის ფორმა	ჩეუვლებრივი		1	1	1	1
	პლათფორმა		0	0	0	0
ბუუუტერია	ტანგენტკა		0	0	0	0
	ტკავი		0	1	1	1
	ნაჭერი		0	1	1	1
		მეტალური	0	0	0	0
გადასაბნევი თასმა			1	1	1	1

მოდის სახისათვის, რომელი ნაკლებში შენელოფანია და რომელი უმნიშვნელო? პროგნოზირების პროცესის ასაგებად საჭიროა ერთ კლასტერში გაერთიანებულ რეალიზაციებისათვის განვსაზღვროთ დროის ის მომენტები (წლები) როდესაც მოცემული მოდა იყო აქტიური, ანუ როგორც ვამბობთ „მოდაში იყო“. ამ მომენტებს შორის დროის ინტერვალების გამოთვლით ვიღებთ მოდის ცვლილებათა დინამიკას, ანუ მივაგენით რაიმე კანონზომიერებას დროის ინტერვალების განაწილებაში, მაშინ შესაძლებელი გახდება პროგნოზირებაც.

პროგნოზირების მოცემული მეთოდის ექსპერიმენტალური კვლევისათვის მოცილებული და დამუშავებული იქნა 1934-1999 წლების ქალისა და მამაკაცის ფენსაკმლის მოდელები, თითოეული წლის მიხედვით ცალკეაღიკ.

ექსპერიმენტული კვლევის ბირველ ეტაპზე დადგენილ იქნა ის ნიშანთა სიმრავლე რომელიც ახასიათებს მოცემულ პრობლემასა და მიხდა ამ მონაცემების რანჟირება მათი მნიშვნელობების მიხედვით და თითოეული მათგანი წარმოდგენილ იქნა მეორადი ნიშნებით. რაოდენობრივი ნიშნების ნაწილი წარმოდგენს ვექტორს, მაგრამ მიუხედავად ამისა ამ ვექტორის თითოეული კომპონენტი განხილულ იქნა ერთ ცალკე აღებულ ნიშნად, რის შედეგადაც მივიღეთ რომ მეორად ნიშანთა რაოდენობა მეტია საწყის ნიშანთა რაოდენობაზე ასეთი დაყოფით მიღებული მატრიცა მოცემულია ცხრილ 1-ში.

ნიშნების არსებობა ან არ არსებობა წარმოდგენილია ბინარულად, კერძოდ ნულით (0) ან ერთით (1), რომელიც განსაზღვრულ პერიოდში ქმნის 23 განზომილებიან ბინარულ ვექტორს. განსაზღვრული პერიოდი ყოველი წლის მიხედვით დაყოფილია 60 ერთეულად. ამრიგად ვიღებთ ბინარულ ვექტორს

ექსპერიმენტულმა კვლევამ განხილული მატრიცის გამოყენებით გვიჩვენა, რომ მოდის ცვალებადობა ყოველი წლის მიხედვით აკაყოფილებს გარკვეულ კანონზომიერებას. მაგალითად საწყისი პერიოდისათვის მოდის ხანგრძლივობა მერყეობს 17-22 წლის პერიოდში, ხოლო თანდათანობით ეს პერიოდი მცირდება 10-16 წლამდე. განმეორების პერიოდის შემცირება შეიძლება აიხსნას იმით, რომ სწრაფად ვითარდება ტექნიკა და ტექნოლოგია, რის გამოც ადვილი ხდება ერთი მოდელიდან მეორეზე გადასვლა, ანუ სწრაფად ხდება მოდის ცვალებადობა.

უნდა აღინიშნოს, რომ კლასტერინაცის პროცესის ფორმალური ნაცისათვის აუცილებელი ვახდა მხედველობაში მიგვიღო ის ფაქტი, რომ ეკვილიბრი სიფრცვიდან გადავდით დისკრეტულ სიფრცვიში, რამაც მოითხოვა დაჯგუფების ალგორითმის მოდერნიზირება.

ამრიგად შემდგომი ეტაპის ამოცანას წარმოადგენს ზემოთ მოცემული ევრაისტიკული მოსაზრებების შემოწმება ან შესწორება კლასტერინაცის შემუშავებული ალგორითმის საშუალებით.

ექსპერიმენტის ბირველ ეტაპზე დადასტურდა ვარაუდი იმის შესახებ, რომ მოცემულ სიფრცვიში მოდელს, როგორც წერტილების ერთობლიობას, გააჩნია სტრუქტურული თვისებები. ერთი სტრუქტურიდან ანუ კლასტერიდან მეორეზე გადასვლა ხორციელდება ერთი ან რამდენიმე თვისების (ნიშნის) შეცვლით. ამასთან დაკავშირებით შესაძლებელია იმ ნიშანთა ქვესიმრავლის განსაზღვრა, რომელიც იწვევს ასეთ გადასვლას. თვით ამ ქვესიმრავლეში ნიშანთა რანჟირება შეძლები თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის მიზნა.

ლიტერატურა

1. O. Verulava. Clustering analysis by renk of links.
2. O. Verulava. R. Khurodze. G. Grigalashvili. The estimation and prognosis of the decision mering reliability by the renk of links method.

UDC 62-50

კლასტერის ზედაპირული წერტილების დადგენის მეთოდისა და ალგორითმის დაწესება

მ.ბ. მამალაშა, მ.ბ. ლ.ვერულაშა

საპარტვილო სტრუქტურული უნივერსიტეტი

ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების

ფაკულტეტი

მოცემულ ნაშრომში განიხილება კლასტერის ზედაპირზე მდებარე წერტილების დადგენის ამოცანა ნებისმიერ სასრულგანზომილებიან ევკლიდურ სივრცეში. აღსანიშნავია, რომ ორგანზომილებიანი და ნაწილობრივ სამგანზომილებიანი სივრცეებისათვის ასეთი ამოცანის გადაწყვეტის რამდენიმე მეთოდი არსებობს, მაგრამ მათი გამოყენება შეუძლებელია უფრო დიდი განზომილების მქონე სივრცეებისათვის. ცნობილია, რომ სახეთა ანალიზისა და ამოცნობის პრობლემებში უდიდესი უმრავლესობით გვხვდება სამზე მეტი განზომილების მქონე სივრცეები, რის გამოც მოცემული ამოცანის გადაჭრა განსაკუთრებით აქტუალურია ამ პრობლემათა გადაწყვეტისათვის.

როგორც ცნობილია, ნაშრომ [1]-იდან თითოეული კლასტერი წარმოადგენს განმხოლოებულ ობიექტს. აქედან შესაძლებელია დავასკვნათ, რომ კლასტერების ზედაპირული წერტილებიც მოცემულ სივრცეში განმხოლოებულებია. აქედან გამომდინარე უფლება გვაქვს განვიხილოთ კლასტერის ზედაპირზე მდებარე წერტილების, როგორც ცალკე ობიექტის დადგენის ამოცანა ნებისმიერ სასრულგანზომილებიან სივრცეში.

განვიხილოთ წერტილთა ნებისმიერი $\{X\}$ სიმრავლე N განზომილებიან ევკლიდურ სივრცეში ამ წერტილთა სიმრავლეებს შესაძლებელია ჰქონდეთ რამდენიმე ზედაპირი, რომელთა რაოდენობაც ყოველთვის ნაკლები იქნება წერტილთა რაოდენობაზე მოცემულ სიმრავლეში.

აქსიომა 1. ნებისმიერ ევკლიდურ სივრცეში შესაბამის ჰიპერსივრცეზე განლაგებული წერტილები წარმოადგენენ ზედაპირულ წერტილებს. მაგალითად ასეთებია სიბრტყეზე მდებარე წრფის წერტილები ან სივრცეში მდებარე სიბრტყის წერტილები.

აქსიომა 1-დან გამომდინარეობს ლემა 1.

ლემა 1. N განზომილებიან ევკლიდურ სივრცეში

ნებისმიერი ცალკე ანუ განმხოლოებულად აღებული N წერტილი წარმოადგენს ზედაპირულ წერტილს.

აქსიომა 2. ნებისმიერი კლასტერი აუცილებლად შეიცავს ზედაპირულ წერტილებს.

განსაზღვრა 1. კლასტერის იმ წერტილებს, რომლებიც არ წარმოადგენენ ზედაპირულ წერტილებს შიგა წერტილები ეწოდებათ.

აქსიომა 3. ზედაპირული და შიგა წერტილების სიმრავლეთა თანაკვეთა არის ცარიელი სიმრავლე.

აღსანიშნავია, რომ კლასტერს შესაძლებელია არ ჰქონდეს შიგა წერტილები.

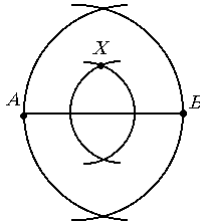
დასაჯგუფებელ წერტილთა სიმრავლე აღვნიშნოთ X -ით,

მათი რაოდენობა M -ით, კლასტერთა სიმრავლე -თი, თითოეულ კლასტერში წერტილთა რაოდენობა m -ით, სივრცის განზომილება N -ით, მივიღოთ, რომ გამოთვლილია $\{X\}$ სიმრავლის წერტილებისათვის რანგული კავშირების მატრიცა

$\|rang(i, j)\|$, სადაც i და $j \in X$ სიმრავლის X_i და X_j ელემენტების ინდექსებია, რაც ნიშნავს, რომ ცნობილია ევკლიდური მანძილები ყველა წერტილს შორის.

განსაზღვრა 2. ევკლიდური სივრცის რომელიმე $X \in \{X\}$

წერტილი მოთავსებულია ამავე სივრცის და წერტილებს შორის თუ ღია რანგული კავშირები ამ წერტილებს შორის წერტილის გარეშე ნაკლებია ვიდრე X წერტილის არსებობის შემთხვევაში.



სურ. 1

თუ მხედველობაში მივიღებთ სურ. 1-ზე მოცემულ წერტილთა განლაგებას, მაშინ განსაზღვრა 2-ის თანამად ვაქსენება:

$$rang(A; B) = 1 < rang(A; B / X) = 2$$

აქ $\text{rang}(A;B)$ არის ღია რანგული კავშირი A და B წერტილებს X წერტილის გარეშე, ხოლო $\text{rang}(A;B/X)$ წერტილთან ერთად.

განსაზღვრა 3. C კლასტერში შემაჯავლი ნებისმიერი X წერტილის გარემომცველი წერტილები ეწოდება იმ წერტილთან სიმრავლეს, რომლებიც დაკავშირებული არიან მოცემულ წერტილთან ისეთი ღია რანგული კავშირებით, რომელთა მნიშვნელობები არ აღემატება კლასტერის შექმნის რანგს.

აქვე აღვნიშნოთ რომ ნებისმიერ X წერტილს, რომელიც მოთავსებულია C კლასტერში, თუ იგი მოცემულ კლასტერში ერთადერთი არაა, აუცილებლად გააჩნია გარემომცველ წერტილთან სიმრავლე.

კლასტერის აგების რანგი აღვნიშნოთ agrang -ით. იმ წერტილების სიმრავლე, რომელიც მოცემული $X \in C$ წერტილისათვის წარმოადგენს გარემომცველ წერტილებს აღვნიშნოთ G_X -ით. დავუშვათ

რანგული კავშირებისათვის და X_{ck} წერტილებს შორის გვექნება:

$$\text{rang}\{X; X_{ck}\} = r_{ck}$$

აქედან გამომდინარე მოცემული წერტილის ღია რანგული კავშირების ჯამი ისეთ X_s გარემომცველ წერტილებთან რომლებისთვისაც იგი შიგა წერტილია განსაზღვრა 2-ის მიხედვით შესაძლებელია წარმოვადგინოთ შემდეგი გამოსახულებით:

$$\text{mot}_{cx} = \sum_s r_{cs}$$

აღვნიშნოთ $\{X_g\}$ -თი იმ გარემომცველი წერტილების სიმრავლე, რომლებისთვისაც X წერტილი განსაზღვრა 2-ის ის მიხედვით გარეა. მაშინ გვექნება:

$$\text{amot}_{cx} = \sum_g r_{cg}$$

ექსპერიმენტალური კვლევების შედეგად, სადაც mot , amot და agrang პარამეტრების მნიშვნელობათა სხვადასხვა კომბინაციების გამოყენებით მიღებული იქნა კლასტერის ზედაპირული წერტილის სხვადასხვა განმარტებები, შეირჩა

ქვემოთ მოყვანილი განსაზღვრა:

განსაზღვრა 4. N განზომილებიან ევკლიდურ სივრცეში

ნებისმიერი X_j წერტილი მოთავსებულია გარემომცველ წერტილებს შორის, თუ ამ წერტილებში მოიძებნება k რაოდენობის ისეთი წერტილები, რომლებიც სხვა გარემომცველ წერტილებთან ქმნის არანაკლებ

$mot - amot < N + agrang$ წვეკვილს, რომელთა შორის

მოთავსებულია წერტილი.

განსაზღვრა 5. C კლასტერის X წერტილი წარმოადგენს ზედაპირულ წერტილს, თუ მის გარემომცველებში არ არსებობს ისეთი წერტილი, რომლისთვისაც სრულდება განსაზღვრა 4-ით მოცემული პირობა. ის წერტილები, რომლებიც აკმაყოფილებენ განსაზღვრა 4-ის პირობებს წარმოადგენენ შიგა წერტილებს.

მოცემული განსაზღვრებები საკმაოდ ზოგადია, რის გამოც მათ მიხედვით შესაძლებელია მრავალი მეთოდების და აღგორითმების ფორმირება, ჩვენს მიერ შემუშავებული მეთოდი შესაბამისი აღგორითმით მოცემულია ქვემოთ.

ამრიგად ამოცანა დაიყვანება პარამეტრ k -ს არჩევაზე და იმ წესის ფორმირებაზე, რომლის მიხედვითაც დადგენილ იქნება ზედაპირულია თუ შიგა მოცემული წერტილი.

როგორც ავღნიშნეთ თითოეული კლასტერი წარმოადგენს განმხლოლებულ ობიექტს. ე.ი. განმხლოლებულია მათი ზედაპირული წერტილებიც, აქედან გამომდინარე შესაძლებელია თითოეული კლასტერის ზედაპირული წერტილების დადგენის პროცესი აღგორითმში განვიღოთ ცალკე ციკლად. ასეთი ციკლების რაოდენობა ნაშრომ [2]-ის მხედველობაში მიღებით კლასტერთა რაოდენობათა ჯამის ტოლი იქნება.

თითოეული კლასტერის ანალიზი იწყება შემდეგი პირობის შემოწმებით მეტია თუ არა მასში შემავალი წერტილები სივრცის განზომილებაზე:

$$card\{X\} > N$$

თუ ეს პირობა სრულდება, მაშინ ძებნის პროცესი გაგრძელდება. წინააღმდეგ შემთხვევაში მივიღებთ რომ ყველა წერტილი ზედაპირული წერტილია და გადავდივართ მომდევნო კლასტერის განხილვაზე.

დავუშვათ, C_a კლასტერში გაერთიანებული წერტილების რაოდენობაა m_a თუ $m_a > N$ მაშინ გადავდივართ ალგორითმის მეორე ბიჯზე და ვპოულობთ გარემომცველ წერტილებს, რომელთა რანგი მოცემული წერტილიდან გარემომცველ წერტილამდე არ აღემატება კლასტერის აგების რანგს. თუ მათი რაოდენობა ნაკლებია – ზე, ვამბობთ, რომ განსახილველი წერტილი ზედაპირული წერტილია. თუ ეს არ ხდება, მაშინ ვითვლით გარემომცველებიდან რომელ წერტილებს შორის არის მოთავსებული მოცემული წერტილი და რომელ წერტილებს შორის არ არის მოთავსებული. ამის შემდეგ განვიხილავთ უტოლობას:

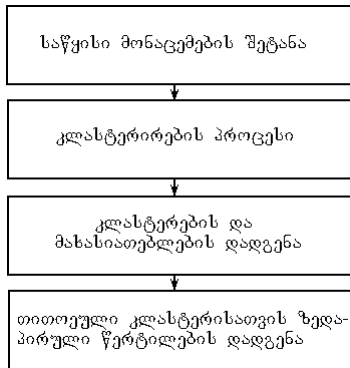
$$mot_{ax} - amot_{ax} < N + agrang_a$$

თუ ეს პირობა სრულდება მაშინ განსახილველი წერტილი ზედაპირული წერტილია, თუ არადა მაშინ შიგაა.

ალგორითმში შემდეგი ეტაპი შეიძლება იყოს მომდევნო კლასტერის განხილვა, თუ ასეთი არსებობს, რომელიც დაიწყება ზემოთ აღწერილი პროცედურის პირველი ბიჯიდან. დასასრული კი გვექნება მაშინ, როცა განვიხილავთ

წერტილთა $\{X\}$ სიმრავლის ყველა კლასტერს.

ალგორითმის პრინციპიალური ბლოკ-სქემა მოცემულია სურ. 2-ზე



სურ. 2

პროგრამული მოდული შესრულებულია საპროგრამო ენა
C++ Borland-ზე ver. 5.02

ლიტერატურა

1. O. Verulava "Clustering analysis by "Rank of Links". საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, შრომები, №3, თბილისი 1997.
2. ო. ვერულავა, გ. გრიგალაშვილი 'კლასტერის ზედაპირული წერტილების დადგენა რანგული კავშირების გამოყენებით'. სამეცნიერო შრომების კრებული №1 სტუ, ქსპუ, თბილისი 1997.

კოდირებადი ინფორმაციის შემჩემა სახეთა გამოცნობისათვის

ტმდ პროფ. კ.კამკამიძე,
ლ.ქალაბიშვილი, დოც. მ.ზაკუტაშვილი
საპარტიკლოს საინჟინრო აკადემია

კვადრისეების მეთოდით სახეთა გამოცნობის კოდირება [1] საშუალებას გვაძლევს შევქმნათ ისეთი ალგორითმის პროგრამული მოდელეები, რომლებიც სახეთა გამოცნობის ხელოვნურ სტრუქტურებს დაახლოებს ბუნებრივ გამოსახულებებთან.

აღქმის სიდრმის არაცნობიერი ინფორმაციული მახასიათებლების ფიქსაციით [2] შერჩეულია ისეთი პარამეტრები, რომლის გამოყენებაც საშუალებას მოგვცემს ვაწარმოთ სახეთა გამოცნობის კომპიუტერული დამუშავება.

კომპიუტერული დამუშავების ეს მეთოდი შედგება ორი ეტაპისაგან. პირველ ეტაპს წარმოადგენს სწავლების პროცედურა, რომელსაც შეესაბამება სწავლებით სახეთა გამოცნობის ავტომატიზირებული სისტემის პირველი ქვესისტემა, რომელიც ცოდნის ბაზას ქმნის და ამავე დროს იგი მოიცავს მონაცემთა ბაზის საწყის პარამეტრებსაც. მეორე ეტაპს კი წარმოადგენს გამოცნობის პროცესი, რომელსაც შეესაბამება აღნიშნული სისტემის მეორე ქვესისტემა - გამოცნობის მოდელი.

ცოდნის ბაზის მოდელის მუშაობისათვის აუცილებელია გვქონდეს ობიექტების სიმრავლე $Q = \{Q_i\}$, $i = 1, \dots, N$, რომლის წარმოდგენაც შეიძლება ობიექტების კლასების სიმრავლედ. Q - ეს არის ისეთი გამოსახულებების სიმრავლე, რომელიც თითოეული i -ური გამოსახულებისთვის წინასწარ არის ცნობილი r კოდი, რომელიც მიეკუთვნება რომელიმე კლასს Q_i -დან. კლასთა სიმრავლე $G\{Q_i\}$, $i = 1, \dots, N$, რომელიც თითოეულ კლასს წარმოადგენს სახეობების მიხედვით. ეს იქნება სიმრავლეთა გაერთიანება $G = UQ_v$, $v = 1, \dots, L$,

მეორე ქვესისტემის გამოსაცნობი მოდელისთვის შეიქმნება ცოდნის ბაზა Q_i ობიექტების სიმრავლით, G_i კლასებით და მონაცემთა ბაზა.

მონაცემთა ბაზისა და ცოდნის ბაზის წარმოდგენა რეზულტატების მატრიცების სახით არის საწყისი პარამეტრების ჯგუფი, რომელიც წარმოადგენს კოდირებული ინფორმაციის ამონაკრებს.

კოდების ფიქსირება ხდება თითოეული უჯრაზე კოორდინატებით (i, j) , რომელსაც შეესაბამება თავისი ინტენსივობა a_{ij} და ყოველ R რაიონს შეესაბამება მატრიცა კოდით

$$M^*(a_{ij}) \quad i=1, \dots, m, j=1, \dots, n$$

თითოეული ახალი იერარქიული გადასვლისათვის Q_{k0} მიიღებთ ახალ სახეს და ეს არის გასაღები კვადრისებრით გამოთვლისა [1].

ამრიგად, კოდთა სისტემა ეფუძნება თითოეულ უჯრაში ჩაწერილ ინტენსივობის და მისამართის ნამრავლს. ე. ი. r_k რაიონის კოდი არის ხელოვნურად შექმნილი ნიშანი, რომელიც ახასიათებს მოცემული რაიონს. ალგორითმი აიგება იმ მიზნით, რომ მივანიჭოთ ყოველ რაიონს თავისი კოდი, განსხვავებული სხვა რაიონის კოდისაგან, თუ რა თქმა უნდა მათი შესაბამისი ინტენსივობების მატრიცები განსხვავებულნი არიან

ამგვარად, შედგენილი კოდირებული ინფორმაციისათვის შევარჩიეთ შესაძლო ჰიპოთეზები:

– თუ გამოსაცნობი Q_x ობიექტის შესაბამის G_x გამოსახულებაში არსებობს ნიშან თვისებათა aij სიმრავლე, შეიძლება შეიქმნას ისეთი ველი, სადაც პარამეტრები განაწილებულია შესაძარებლად წვევლ-წვევილად:

$$\begin{aligned} q_1 &= P(a_{11}, a_{1n}) \\ q_2 &= P(a_{21}, a_{12}) \\ q_3 &= P(a_{11}, a_{21}) \end{aligned}$$

წარმოადგენენ Q_{kit}^* მატრიცას

$$Q_{ikt}^* = \Pi a_{ij} \Pi \quad j=1, \dots, N \quad i=1, \dots, N$$

ეს არის ინტენსივობის მატრიცა, რომელიც შეესაბამება კვადრატს Q_{k0}^{it} , კოდირებული ინფორმაციისათვის.

თუ q_1, q_2, q_3 არის ერთსახა კოდი, ანუ

$$a_{ij}^k = a_{ij+1}^k$$

მაშინ

$$C(Q_{k0}^{it}) = A_{i+1,j} * Q_{i+1,j}$$

წინააღმდეგ შემთხვევაში არ გვქონია ერთსახა კოდი და

$$C(Q_{k0}^{it}) = A_{ij} d_{ij}^k + A_{i,j+1} d_{i,j+1}^k + A_{i+1,j} d_{i+1,j}^k + A_{i+1,j+1} d_{i+1,j+1}^k =$$

$$q_{ij}^k + q_{i,j+1}^k + q_{i+1,j}^k + q_{i+1,j+1}^k$$

სადაც $C(Q_{k0}^{it})$ აღნიშნავს კოდს Q_{k0}^{it} .

არ არის გამორიცხული, რომ ყოველთვის არ შესრულდება ზემოთ მოცემული შერჩევის ჰიპოთეზა, ე.ი. გადაწყვეტილება გამოსაცნობი Q_x ობიექტის შესახებ არ არსებობდეს ცოდნის ბაზაში მყოფ კოდთა სისტემაში, ამიტომ აუცილებელია ისეთი კრიტერიუმების შემუშავება, რომლებიც,

1. დამატებით გამოიყენებენ გამოსაცნობი ობიექტების გამოსახულებებში შემავალი ინფორმაციული ნიშან თვისებების ყველა კლასის მიმართ ინფორმაციულობის ინტენსივობის ai_j შესაძლო

გაფართოებას. თუ გვქონდა a_{ij} ფუნქციური დამოკიდებულება გამოსახულების ნიშან-თვისებებთან

$Z = f(a(i,j)) = f^1(a(i,j)), f^2(a(i,j)), \dots, f^k(a(i,j))$ სადა $f(a(i,j))$ – რიცხვია (კოდი), აქ ივულისხმება k პარამეტრების გაზრდა;

2. ვინაიდან, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მნიშვნელოვანია არა მარტო ის ფაქტი, რომ G_x გამოსახულებაში შემავალი ნიშან-თვისება q_{ij} შევადართო ან შევკრიბოთ, არამედ მიზანშეწონილი ზდება განვსაზღვროთ მათი სხვაობა G_x გამოსახულებაში შემავალი ინტენსივობებისა, რათა შესაძლებელი გახდეს გამოსაცნობ ნიშან-თვისებასთან ახლოს მდგომი პარამეტრის მოძებნა.

$$\Delta v = \sum_n G_x(q_{a(ij)}) - n(q_{a(ij)}^*)$$

$a \{1, 2, \dots, n\}$

G_x გამოსახულებათა სიახლოვის(კოდთა) მიხედვით დალაგება მოგვცემს შესაძლო გამოცნობით სპექტრს $v - 1, \dots, L$ ჩვენგან დაშვებული შესაძლებლობებით:

$$G_{x1}, G_{x2}, \dots, G_{xm} \quad m = 1, N$$

სურათის გამოცნობის ერთ-ერთი საბაზისო ფუნქციაა იმის მითითება, თუ რომელ კლასს ან გამოსახულებას ეკუთვნის მოცემული ინფორმაციული წარმოდგენა. მონაცემთა ბაზის სტრუქტურული ჩაწერა იძლევა ისეთი რუკის წარმოქმნის საშუალებას, რომელიც შეესაბამება სხვა რუკიდან გამოსახულებების(მატრიცის) სიმრავლის გამოყოფას. ალტერნატიულად, მომხმარებელს შეუძლია სპეციფიკაცია ჰყოს, რომელი კლასები და საგნებია გამოსარიცხი. კლასების სიის ფაზა ცვლის შეტანილ ინფორმაციულ ცოდნის ბაზას, რაც გამოიხატება კლასების სიაში ცვლილების შეტანაში.

სამუშაო ფაილებში მიდის მონაცემთა ბაზისა და ცოდნის ბაზის ზედდება, ხოლო შედარების გზით ჩაწერილი ჯაჭვური კოდი მატრიცების უკანასკნელი ელემენტის ნომრამდე გადაამოწმებს ინფორმაციას. კოდის უკანასკნელი მიმართულება წაიკითხება ჯაჭვში კოდის ადრინდელი ნომრის კოორდინატების განსაზღვრით.

გამოცნობის გასაღები ის არის, რომ თუ მოცემული გვაქვს ნებისმიერი ელემენტის ნომერი და გამოსახულებათა G_i - სია მისამართებით დალაგებული, მაშინ ამ ელემენტის ნომრის შემცველი გამოსახულების პოვნა დაიყვანება დალაგებული სიის პოვნაზე.

მაგალითები გვიჩვენებს, რომ თუ მატრიცები m_α^* და m_β^* შესაბამისი რაიონებისა r_α და r_β განსხვავდებიან თუნდაც ერთი ელემენტით, მაშინ კოდები $C(r_\alpha)$ და $C(r_\beta)$ იქნებიან განსხვავებულნი.

სახეთა გამოცნობის ავტომატიზირებული სისტემით შესაძლოა არა მარტო ობიექტების გამოცნობა, არამედ სხვადასხვა მოვლენების

პროგნოზირებაც, თუ იარსებებენ საწყისი მონაცემები, რომელიც აუცილებელია მონაცემთა ბაზისათვის.

მოცემულ ინფორმაციულ სისტემას შეუძლია მოთხოვნილებების მნიშვნელოვანი დიაპაზონის შესრულება. ეს სისტემა არ ზღუდავს რუკების რიცხვს, რომლებიც შეიძლება მოთავსდნენ მონაცემთა ბაზაში. რუკის ზომა შეზღუდულია (512 X 512 ტევადობით ერთი მომენტისათვის), რომელიც ერთჯერადი გამოცნობის ფუნქციაა. შესაძლოა დიდი რუკებისათვის გამოვიყენოთ დაყოფა შემადგენელ რუკებად.

აღნიშნული ალგორითმი, როგორც გამოცნობის სისტემა, მნიშვნელოვანია გამოყენების თვალსაზრისით, რადგან მასში შეიძლება შევიტანოთ გამოსაცნობად ყველა ის ინფორმაცია, რომელიც რიცხვით კოდებში შეიძლება წარმოვადგინოთ მატრიცის სახით.

ლიტერატურა

- 1. Кадагишвили Л. Г. Распознавание образов методом Квадридрева, GeorgianEngineeringNews, №3, V.I.PRESS coLTK, Tbilisi, 1997.**
2. ლივერი ქადაგიშვილი, აღქმის სიღრმე და მანქანური კოდირება, თბილისი, მეცნიერება, 1993, 170გვ.

UDC 621.039

ენერგოსისტემების ნორმალური რეჟიმების პარამეტრების განსაზღვრების მეთოდები

ტმდ პროფ. კ.კამგამიძე, ინჟ. ლ.ვინატკინა
საპარტვილოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების
ფაკულტეტი

Расчеты режимов энергосистем на персональных компьютерах

Одной из важнейших проблем ведения нормальных режимов работы энергетика является применение различных методов расчета и анализа установившихся и переходных процессов в энергосистеме и способов их прогнозирования.

Настоящая работа является частью комплекса исследований по надежности энергоснабжения и устойчивости энергосистемы.

Для решения этих задач требуется применение сложного комплекса взаимосвязанных алгоритмов и программ, позволяющих проводить всесторонние исследования устойчивости и надежности системы.

Как известно, основной целью внедрения диспетчерской автоматизированной системы управления является создание модели энергосистемы, позволяющей использовать вводимую информацию какой-либо задачей одной из основных подсистем управления для решения других задач любой из подсистем открывающей широкие возможности для анализа деятельности, прогнозирования хозяйственных и технических ситуаций и оптимизации планов решений. Необходимой предпосылкой создания модели является систематизация параметров оборудования и показателей планирования и учета. Поэтому построение модели системы моделирование показателей задач тесно связаны друг с другом и их совместное рассмотрение является обязательным условием систематического подхода к успешному функционированию автоматизированной системы диспетчерского управления.

Кибернетика, как наука об оптимальном управлении большими системами, применительно к энергетике изучает

закономерности управления ее функционированием [1]. В теории режимов автоматически управляемой энергосистемы основное внимание обращается на изучение таких методов использования информации, при которых обеспечивается самонастройка и самоуправление управляющих установок. Выработка же методологии, направленной на упорядочение получения и обработки информации об объектах, является общей задачей теории подобия и теории моделирования.

Проведение эксперимента не только облегчает подход к изучению той или иной проблемы, но часто еще и помогает найти наилучший подход к аналитическому решению, т.е. физическое экспериментирование, практическое воспроизведение исследуемых явлений на моделях представляет собой реальную основу управления. Таким образом, моделирование отображает или воспроизводит закономерности протекающих в энергетике процессов.

Моделирование тесно связано с информацией, характеризующей воздействия в системе, а также происходящие в результате этих воздействий изменения состояния энергосистемы [2].

Решать возникающие в энергосистемах задачи чисто аналитическим путем часто затруднительно и даже невозможно из-за большого количества переменных и сложности (нелинейных характеристики, дискретность и т.д.) некоторых зависимостей. Иногда математической формулировки задачи вообще нет, так как исследуемое явление настолько сложно, что для него пока нет достаточно полного описания протекания его процессов. Наконец, аналитическое решение нуждается в проверке экспериментом в натуре или на модели.

При получении на основе моделирования характеристик тех или иных явлений необходимо учитывать факторы, обуславливающие расхождение результатов, получаемых в модели и оригинале:

1. Погрешности определения отдельных параметров, входящих в критерии подобия;
2. Неточности исходного математического описания явления;
3. Погрешности в получении критериев подобия за счет заведомо упрощенного представления явления при его изучении;
4. Случайные отклонения параметров оригинала и модели

от принятых (расчетных);

5. Погрешности проведения опытов, отклонения фактических параметров режима от расчетных и т. д.;

6. Погрешности обработки результатов опытов.

Необходимо подчеркнуть, что все эти факторы действуют не только в модели, но и в оригинале, т. е. при проведении опытов непосредственно в натуре.

Исходные параметры энергосистем в ее режиме могут быть получены на основании расчета или опыта. Как в том, так и в другом случае имеются расхождения с действительностью. При этом, как правило, экспериментальные данные, полученные опытным путем в натуре, при достаточно тщательной их постановке оказываются более достоверными, чем расчетные. Моделирование энергосистемы, осуществляемое на основании задаваемых расчетных значений параметров характеристик ее элементов, также имеет достаточно большие погрешности.

Вычислительная техника, моделирующая энергетические процессы, применяется в двух основных направлениях:

1. Работа в темпе происходящих энергетических процессов, при этом данные для вычислений поступают в компьютер непосредственно от объекта управления (режим «кNLINE”).

2. Работа с большим количеством уравнений, отвечающих модели системы. Здесь при оценке получаемых результатов большой проблемой является адекватность программ и введенных в них данных реальной технической задаче. Здесь идет процесс апробации программ и проверка соответствия реальной активности программы в смысле получаемого технического, практического результата исходным предпосылкам, заложенным в эту программу. Компьютеры, получая данные для анализа, вычисляют какую-либо функцию, перерабатывают, хранят и выдают информацию, создавая формальную модель-алгоритм вычисляемой функции.

Преодоление возникающих трудностей основывается на методе кибернетического моделирования, который сводится в основном к непосредственному моделированию некоторых функций исследуемой системы функциями модели без раскрытия природы структуры явлений внутри как системы, так и ее модели.

Этот метод разбивает один из фундаментальных принципов

кибернетики, согласно которому изучение системы основывается на исследовании ее поведения, т.е. на наблюдении за состоянием выходов системы при воздействиях на входы, заданных экспериментатором.

Основными преимуществами математических моделей является универсальность используемых компьютеров с мощными средствами алгоритмизации и программирования, возможность исследования процессов любой физической природы, включая и такие, которые затруднительно воспроизвести физически; широкие возможности по разработке стратегий оптимальных решений (динамическое и стохастическое программирование, градиентные методы, методы статистических решений и др.).

В первую очередь это относится к задачам, решение которых в системе управления должно происходить в оперативном режиме, т.е. в темпе протекания процессов в энергетической системе и ее объектах. Сюда можно отнести задачи: управления стационарными режимами (регулирование частоты - активной мощности, напряжения - реактивной мощности, перетоков мощности по линиям связи, обеспечения статической устойчивости и др.); управления протеканием аварийного режима, локализацией его развития и устранением последствий аварий; практического осуществления коммутаций в схеме сети; вывода оборудования в ремонт; сбора, преобразования и передачи информации, текущего контроля и диагностики режимов в состоянии объектов энергосистемы.

Такие задачи можно классифицировать как задачи управления в реальном масштабе времени. Решение их происходит с учетом наблюдаемых переменных состояния управляемой системы, внешних возмущающих воздействий и управляющих сигналов, вырабатываемых системой управления в соответствии с принятой стратегией критериями эффективности.

Практически это означает, что система управления в данном режиме работы осуществляет наблюдение за действительными значениями контролируемых параметров состояния системы и по результатам их сравнения с требуемыми или задаваемыми программой значениями формирует по соответствующему алгоритму управляющие воздействия. Вместе с тем при осуществлении автоматизированного управления необходимо реализовать управление не только стационарными, но и переходными режимами.

Задачи, для которых создаются цифро-аналого-физические комплексы, разделяются на следующие группы:

- 1. Реализация и отработка алгоритмов информационной части системы управления.**
- 2. Задачи управления стационарными режимами, а именно: использование автоматических систем на базе компьютеров для регулирования частоты - активной мощности, экономичного распределения нагрузок, напряжения-реактивной мощности, реализации задач управления обменными потоками мощности, нормальными коммутациями др.**
- 3. Задачи управления динамическими режимами, т.е. задачи координации действия защитной аппаратуры, оценки тяжести аварии, реализации способов локализации оптимального перераспределения нагрузок в послеаварийном режиме с учетом надежности, аварийного регулирования.**
- 4. Задача ренажера-диспетчера.**

Таким образом, подытоживая сказанное, можно сделать вывод, что к настоящему времени сложился взгляд на энергосистемы, как на большие системы кибернетического типа, функционирующие в пространстве и времени и характеризующиеся одновременностью выработки, распределения и потребления электроэнергии. Эффективное управление такими системами возможно только с использованием компьютерной техники, применение которой в условиях эксплуатации энергосистемы направлено в первую очередь на решение задач, связанных с обеспечением допустимости и экономичности режима работы.

Под допустимостью понимается работа энергосистемы с соблюдением всех заданных ограничений технического и экономического характера, свдачей электроэнергии нужного качества и в необходимых для потребителя количествах.

Под экономичностью же понимается работа энергосистемы с наименьшими хозяйственными затратами при соблюдении заданных ограничений. В конечном итоге экономичность сводится к уменьшению суммарного расхода топлива по энергосистеме в целом.

Задачи поиска допустимых и экономичных режимов энергосистемы тесно связаны между собой и могут быть решены с помощью методов оптимизации.

Таким образом, использование вычислительной техники в энергетике в первую очередь направлено на определение оптимального режима энергосистемы, что имеет большое технико-экономическое значение. Наивыгоднейший режим – это режим экономического оптимума в широком смысле слова, при котором не только достигается минимум затрат на производство и распределение энергии [3], но также обеспечивается поддержание экономически оправданных уровней надежности (резерв, схема и т. д.) и качества энергии (отклонения частоты и напряжения от номинальных) всей энергосистемы в целом с учетом действия регулирующей устройств.

При оснащении энергосистемы компьютерной техникой с соответствующим быстродействию и объемом запоминающих устройств открываются возможности настройки систем регулирования по текущим значениям параметров режима и модели состояния энергосистемы [4].

Возникает необходимость в расширении и уточнении математического описания процессов, происходящих как в системе в целом, так и в отдельных ее элементах. В этих случаях широко применяется проведение экспериментальных исследований как в натуре, так и на моделях [5].

В расчетах реального времени используются устройства для сбора информации и для подачи диспетчерских команд на объекты управления, при помощи телеканалов связи. Существует тесная связь между задачей использования компьютеров для расчетов режимов энергосистемы и задачей комплексной автоматизации регулирования режима. Расчеты стационарных режимов успешно проводятся нами по программам Киевского института электродинамики. Результаты данных расчетов – потоки распределения, уровни напряжений, потери в высоковольтных сетях.

Задачи краткосрочного и долгосрочного планирования и управления режимом энергосистемы по напряжениям, реактивным мощностям и коэффициентам трансформации трансформаторов решаются с помощью компьютеров, с использованием соответствующих алгоритмов и программ ВЦ ГТУ ВНИИЭ, авторами которых являются В.А. Тимофеев и Н.Б. Владимирова [6]. Целью расчетов в данном программном комплексе является минимизация технических потерь мощности в энергосистеме.

В практике работы энергосистем часто возникают аварийные или запланированные ситуации, связанные с отключением части генераторов, нагрузки, межсистемных связей и т. д. Указанные ситуации могут привести к несуществованию нового стационарного режима энергосистемы. Поэтому возникает задача: какие управляющие воздействия надо произвести (минимальные изменения мощностей генераторов и нагрузок), чтобы обеспечить существование исследуемого режима расчета.

С физической точки зрения нарушение существования установившегося режима происходит из-за появления в энергосистеме “слабых звеньев”. Поэтому в первую очередь управляющие воздействия должны быть целенаправлены на ликвидацию “слабых звеньев”. Под “слабым звеном” в данном случае подразумеваются один или группа узлов, в которых заданный баланс мощности не может быть выполнен из-за ограниченной пропускной способности примыкающих к этим узлам линиям электропередач или сечений энергосистемы. Наличие “слабого звена” в итерационном процессе может проявиться следующим образом:

- а) снижением напряжения ниже допустимого предела при обработке заданной мощности нагрузки;**
- б) снижением напряжений по концам линий электропередач, не позволяющим передавать требуемую мощность;**
- в) резким возрастанием невязок между заданной и вычисляемой активной мощностью в генерирующих узлах при обработке активной мощности и напряжения или резким возрастанием модулей напряжений при обработке активной и реактивной мощности.**

Для оценки сходимости итерационного процесса, а также предельно допустимых решений в случаях несуществования заданных исходных или послеаварийных режимов используется функционал, основанный на отклонениях от заданных значений активных и реактивных мощностей, а также напряжений.

Используемый функционал позволяет эффективно проводить оценку сходимости итерационного процесса при расчетах установившихся режимов методом МКЭДС. Характерные изменения невязок мощностей наблюдаются в узлах вблизи минимального значения этого функционала при расхождении итерационного процесса. Первыми начинают

резкоувеличиватьсяневязкивузлах, вкоторыхихузловые якобианыизменяютзнак. Этопозволяетдостаточнопросто выявлять“слабыезвенья”вэнергосистеме.

С математической точки зрения появление “слабых звеньев” в итерационном процессе расчета УР при применении метода МКЭДС выражается в стремлении к нулю узловых якобианов соответствующих активных узлов электрической сети. Причем, каждый такой якобиан начинает оказывать влияние на якобианы смежных узлов, которые так же начинают стремиться к нулю и менять знак на обратный. Рассматриваемый итерационный процесс во многом аналогичен переходному процессу при выходе генераторов из синхронизма. Поэтому здесь важно определить узлы, в которых якобианы начинают первыми изменять свой знак.

В первую очередь управляющим воздействиям должны подвергаться дефицитные участки энергосистемы с наиболее заниженными напряжениями. При этом необходимо определение суммарных изменений мощности для каждого участка энергосистемы в зависимости от наличия или отсутствия вне дефицита мощности. Далее идет организация вычислительного процесса для введения исследуемого режима в область существования.

Решение поставленной задачи проводится в два этапа:

- определение управляющих воздействий для ввода исследуемого режима в область существования без учета оптимизации конкретных мест действий против аварийной автоматики (все узлы полагаются равнозначными для изменения генерации или нагрузки). Целью этого этапа является определение суммарных изменений мощностей для каждого участка энергосистемы в зависимости от наличия или отсутствия вне дефицита мощности;

- оптимизация и распределение определенного объема управляющих воздействий с учетом конкретных мест действий ПА.

В качестве примера может быть рассмотрен расчет одного из режимов работы Сакэнерго в период осенне-зимнего максимума. Схема замещения содержит 220 узлов, 259 ветвей. Балансирующим узлом служат шины 500 кВ / ст. Центральная (Связь Ингури ГЭС с ОДУ Северного Кавказа по ЛЭП Кавкасиони). Суммарная активная генерация равна 857 мВт, суммарная активная нагрузка равна 945 мВт, суммарные потери

в системе 32 мвт, заданы модули напряжений в некоторых генераторных узлах. Схема нормальная, заведены все существующие ЛЭП 220 и 500 кв. Самые большие отклонения напряжения в Кахетинской зоне.

Комплекс формирования модели расчетной сети при этом состоит из следующих программ:

1. Ведения рабочих массивов и классификаторов параметров ЛЭП, проводов, опор, генераторов, трансформаторов, регуляторов, фиксирующих приборов и другого оборудования;
2. Логического контроля данных и выдачи справочной и рабочей информации;
3. Расчета электрических параметров оборудования;
4. Формирования эквивалентной схемы замещения сети;
5. Оптимальной нумерации и перенумерации узлов схемы замещения;
6. Эквивалентирования сети;
7. Расчета обобщенных параметров сети;
8. Идентификации параметров оборудования и планирования эксперимента.

Основой комплекса служат архивы параметров оборудования, созданные еще в самом начале использования вычислительной техники в энергосистемах. В начале эти архивы служили для выдачи справочной информации службам и отделам, по мере же усложнения их логической структуры и введения логического контроля появилась возможность присоединения к ним программ расчетов электротехнического оборудования и формирования рабочих массивов для вычислительной части модели.

На повестке дня также остро стоит вопрос исследования переходных процессов и динамической устойчивости энергосистемы, поскольку и стационарные режимы сами по себе тяжелые и существуют на грани развала. Нами был проверен существующий установившийся режим на самораскачивание системы (моделирование и расчет процесса поведения системы) были осуществлены на базе вычислительного расчетного комплекса устойчивости ВНИИЭ - Российского института энергетики). Далее проведен анализ аварийного отключения ЛЭП 220 и 500 кв. Полученные результаты свидетельствуют о том, что для анализа устойчивой

работы энергосистемы необходимо моделирование целого ряда предполагаемых аварийных режимов с их последующим практическим использованием.

И в этом случае компьютеры могут быть использованы в качестве “советчика” диспетчеру энергосистемы. При этом должно производиться уточнение результатов аналитических исследований и отражение исходных условий все большего количества взаимосвязанных величин, которые могут дать эффективные практические результаты только при использовании опыта инженерных расчетов. Поэтому мы стремимся к тому, чтобы предлагаемые и используемые алгоритмы были такими, чтобы в них легко можно было внести инженерные коррективы, т.е. они должны строиться по эргатическому принципу. Предлагаемые нами алгоритмы управления и регулирования удобны для оперативного планирования и ведения режимов энергосистемы с точки зрения уточнения исходной информации и внесения коррективов, с целью приближения расчетов к проведению операций в масштабе реального времени [7].

Литература

1. Веников В.А., “Теория подобия и моделирования”, М., “Высшая школа”, 1976г.
2. Азарьев Д.И., “Математическое моделирование электрических систем”, ГЭИ, М., 1962г.
3. Горнштейн В.М., “Наивыгоднейшие режимы работы гидроэлектростанций энергетических системах”, ГЭИ, М.-Л., 1959г.
4. Гамма З., “Статистический метод оценивания состояния электроэнергетических систем”, “Наука”, М., 1976г.
5. Лоханин Е.К., Васильева Г.В., Галактионов Ю.И., “Математическая модель энергосистемы для расчета и анализа переходных процессов устойчивости”, Труды ВНИИЭ, 1976, 51.
6. Горнштейн В.М., Тимофеев В.А., “Методика расчета на “В” установившегося оптимального режима электрической сети”, сб. “Методы алгоритмы оптимального планирования режимов энергосистем управления для АСДУ”, Труды ВНИИЭ, вып. 54, 1978г.
7. К.Н. Камкаидзе, Л.Д. Вяткина, “Методы расчета режимов работы энергосистемы на персональных компьютерах”, Труды Грузинского Технического Университета, 1999, 4, Тбилиси.

UDC 621.039

ენერგოსისტემების მართვის ნორმალური რეჟიმების პარამეტრების განსაზღვრის მეთოდები

ტ.მ.პ., დოც. ნ.თუშკინა, მგ. ბ.მარინამიძე
საპარტოველო სისტემების უნივერსიტეტი
CAD/CAM-ის ჯგუფი

ენერგოსისტემის მართვის ერთ-ერთი ძირითადი ტექნოლოგიური ამოცანა, როგორცაა დამყარებული რეჟიმების პარამეტრების განსაზღვრის ამოცანა, გარდა იმისა, რომ მნიშვნელოვანი დამოუკიდებელი ამოცანაა, დღეს წარმოადგენს ასევე სხვადასხვა გლობალური (რეჟიმების ოპტიმალური დაგეგმვისა და მართვის, სტატისტიკური და დინამიური მდგრალობის) ამოცანების ქვეამოცანას. ამით აიხსნება მრავალრიცხოვანი მიდგომების არსებობა მათემატიკური მოდელისა და შესაბამისი ამოხსნის მეთოდის შერჩევის საქმეში. ამგვარად, საქმე გვაქვს სხვადასხვა მიდგომებთან და პრიორიტეტებთან იმისდა მიხედვით, გვჭირდება ავტონომიურ რეჟიმში მომუშავე ალგორითმის შექმნა, თუ მოდულის, რომელიც ჩართვება გლობალურ ამოცანაში.

სისტემის მდგომარეობა, ანუ დამყარებული რეჟიმის აქტიური პარამეტრების ურთიერთ დამოკიდებულება აღიწერება არაწრფივი განტოლებებით, რომლებიც უმრავლეს შემთხვევაში ამოიხსნებიან იტერაციული მეთოდებით. მათ შეიძლება გააჩნდეთ რამდენიმე ამონახსნი, რომელთა უმრავლესობაც მდებარეობს დასაშვებ არეს გარეთ. ამიტომ იძულებით ისმება ამოცანა, რომლის მიზანია დასაშვები ამონახსნის პოვნა.

იმ ორი ალგორითმიდან, რომლებიც ჩვენ დავამუშავეთ, ერთ-ერთი ეფუძნება კვანძური ძაბვების განტოლებას და განკუთვნილია ძირითადად ავტონომიურ რეჟიმში სამუშაოდ, თუმცა არ არის გამორიცხული მისი შეყვანა სხვა ამოცანის შემადგენლობაში, რისი მტკიცების საფუძველსაც გვაძლევს ტექნიკურ საშუალებათა მკვეთრი ზრდა.

მეორე ალგორითმი, რომელიც იყენებს ნაკადგანაწილების პოვნის ე.წ. სწრაფ მეთოდს, განკუთვნილია გლობალური ამოცანების შემადგენლობაში ჩასართველად. პირველი ალგორითმისაგან იგი გამოირჩევა სწრაფქმედებით, რაც მიიღწევა სიზუსტის გაუარესების ხარჯზე (განსხვავება არის 3-4%-ის ფარგლებში), ანუ არაწრფივი განტოლებათა გაწრფივებით. ჩვენ მივიჩნიეთ, რომ ოპერატიული მართვის ამოცანებისათვის, ასევე ტრენაჟორული სისტემებისათვის გაცილებით უფრო მნიშვნელოვანია სწრაფქმედება, ანუ იტერაციული პროცესის

თავიდან აცილება.

როგორც უკვე აღინიშნა, ელექტროენერგეტიკული პრობლემებიდან გამომდინარე, და გაანგარიშებებისათვის აუცილებელი ტექნიკური საშუალებების შესაძლებლობების გათვალისწინებით ზდება სისტემის მდგომარეობის ამსახველი განტოლებების (მათემატიკური მოდელის) და მათი ამოხსნის რომელიმე მეთოდის შერჩევა. ყოველივე ამან გამოიწვია ამ სფეროში უკვე შესრულებული თუ ამჟამად მიმდინარე სამუშაოების დიდი სიმრავლე. მათი უმრავლესობა ეფუძნება კვანძური ძაბვების განტოლებებს, მაგრამ საბოლოო სახე და ასევე არჩეული ამოხსნის მეთოდი მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან.

სხვადასხვა მათემატიკური მოდელი ეფუძნება პასიური ქსელის სხვადასხვა მათემატიკურ ასახვას, ძირითადად კვანძური გამტარებლობების მატრიცას ან კვანძური წინაღობების მატრიცას. თვითოეულ ამ მდგომარეობას გააჩნია თავისებურებები, ნაკლი და დადებითი მხარე. გაცილებით კარგ კრებადობას იძლევიან ალგორითმები, რომლებიც ყოველ იტერაციაზე აწარმოებენ წრფივ განტოლებათა ამოხსნას. მათ რიცხვს განეკუთვნებიან ალგორითმები, რომლებიც იყენებენ კვანძური წინაღობების Z_{33} მატრიცას. ხოლო უარყოფითი მხარე არის ის, რომ მათ სჭირდებათ დიდი მოცულობის მეხსიერება. ამ ნაკლისაგან თავისუფალი არიან ალგორითმები, რომლებიც იყენებენ კვანძური გამტარებლობების Y_{33} მატრიცას (არანულოვანი ელემენტების რიცხვი არის 7-8%), მაგრამ ამ შემთხვევაში პრობლემები ჩნდება კრებადობასთან დაკავშირებით, მაგ. მცირე ან უარყოფითი წინაღობების მქონე სქემებში, რასაც ადგილი აქვს განივი კომპენსაციის შემთხვევაში, კრებადობა არ არის უზრუნველყოფილი. კრებადობასთან დაკავშირებული პრობლემები ჩნდება საწყისი ინფორმაციის წარმოდგენის დროსაც: სხვადასხვა ალგორითმებში გენერაციის კვანძებისათვის საწყისი ინფორმაციად აქტიური და რეაქტიული სიმძლავრეების მიღება ხშირ შემთხვევაში ვერ უზრუნველყოფს დასაშვები ამონახსნის განსაზღვრას. ასევე პრობლემატურია ძაბვის რეგულირების იმიტირების საკითხიც იმ ალგორითმებში, სადაც გათვალისწინებულია გენერაციის კვანძებში რეაქტიული სიმძლავრის ზღვრული დასაშვები მნიშვნელობების დაფიქსირება.

ამგვარად, მათემატიკური მოდელის შერჩევისას პირველ რიგში უნდა მოხდეს პრიორიტეტების განსაზღვრა ამოცანიდან გამომდინარე. ჩვენ შემთხვევაში პირველ ალგორითმში უპირატესობა მივანიჭებთ კარგ და სწრაფ კრებადობას და იტერაციის თითოეულ ბიჯზე სისტემის მდგომარეობის უფრო ზუსტ ასახვას, რის საშუალებასაც იძლევა Z მატრიცა.

საწყისი ინფორმაციას ამ ამოცანებისათვის წარმოადგენს მონაცემები სქემის ტოპოლოგიის, სქემის ელემენტების პარამეტრების, მომხმარებლის

კვანძებში აქტიური და რეაქტიული ტვირთების, გენერაციის წყაროების აქტიური სიმძლავრეებისა და ძაბვების მოდულის ან რეაქტიული სიმძლავრის შესახებ (ჩვენს შემთხვევაში – აქტიური სიმძლავრე და ძაბვის მოდული). ასევე მონაცემები კვანძებში ძაბვების შესახებ გადახრების, კვანძების წყაროების დასაშვები რეაქტიული სიმძლავრეების სიდიდეებისა და ტრანსფორმაციის კოეფიციენტების მნიშვნელობების შესახებ.

გამოშვანი ინფორმაცია წარმოადგენს სქემის ყველა კვანძის ძაბვის მოდულისა და ფაზის მნიშვნელობებს, გენერატორების რეაქტიულ სიმძლავრეებს, აქტიური და რეაქტიული სიმძლავრეების ნაკადებს ელექტრული სქემის შტოებში, აქტიური სიმძლავრეების დანაკარგებს.

წარმოდგენილი ალგორითმი (რომელიც განკუთვნილია ძირითადად ავტონომიურ რეჟიმში სამუშაოდ), როგორც უკვე აღნიშნეთ, ეფუძნება მათემატიკურ მოდელს, რომელიც აღიწერება კვანძური ძაბვების განტოლებებით. ამ ალგორითმის საფუძველზე დამუშავებულ პროგრამაში რეალიზებულია ძაბვის რეგულატორის მუშაობის გავლენა ელექტრულ სისტემაზე. ასევე გათვალისწინებულია ძაბვის სხვადასხვა საფეხურის არსებობა. დამუშავებულია სპეციალური რედაქტორი, რომელიც საწყის ინფორმაციულ ნაკადში ცვლილებების შეტანის საშუალებას იძლევა (ხაზის ჩართვა-გამორთვა, მახლანსირებული კვანძის შეცვლა, გენერაციისა და ტვირთების სიდიდეების შეცვლა და სხვა).

სისტემის მდგომარეობის ამსახველ განტოლებას აქვს სახე:

$$\dot{Y}_{kv}(\dot{U}_{kv} - U_b) = \dot{I}_{kv} \quad (1)$$

სადაც \dot{Y}_{kv} - კვანძური გამტარებლობების მატრიცა;

$\dot{U}_{kv}, \dot{I}_{kv}$ - შესაბამისად კვანძური ძაბვებისა და დენების ვექტორები.

U_b - წარმოადგენს სვეტურ მატრიცას, სადაც ყოველი ელემენტი არის ბაზისური ძაბვა;

თუ კვანძურ დენებს გამოვსახავთ კვანძური სიმძლავრეებისა და ძაბვების საშუალებით, (1) განტოლება გადაიწერება:

$$\dot{Y}_{kv}(\dot{U}_{kv} - U_b) = \begin{bmatrix} S_i^* \\ U_i^* \end{bmatrix} \quad (2)$$

S_i^*, U_i^* - i -ური კვანძის სიმძლავრისა და ძაბვის შეუღლებული კომპლექსები.

$i=1. . .n, n$ - დამოუკიდებელ კვანძთა რიცხვი.

$$\dot{Y}_{kv}^{-1} \dot{Y}_{kv} (\dot{U}_{kv} - U_b) = \dot{Y}_{kv}^{-1} \begin{bmatrix} S_i^* \\ U_i \end{bmatrix}$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ $S_i^* = P_i - jQ_i$ მივიღებთ

$$\dot{U}_{kv} = \dot{Z}_{kv} \begin{bmatrix} P_i - jQ_i \\ U_i \end{bmatrix} + U_b \quad (3)$$

სადაც $\dot{Z}_{kv} = \dot{Y}_{kv}^{-1}$ - წარმოადგენს კვანძების საკუთარი და ურთიერთ წინააღმდეგობების მატრიცას.

თუ კვანძური გამტარებლობების მატრიცას \dot{Y}_{kv} წარმოვადგენთ ინციდენტის პირველი მატრიცის საშუალებით, კვანძური წინააღმდეგობების მატრიცას ვიანგარიშებთ ფორმულით:

$$\dot{Z}_{kv} = \dot{Y}_{kv}^{-1} = [N \dot{Y}_d N^T]^{-1} \quad (4)$$

სადაც N - ინციდენტის პირველი მატრიცაა, ანუ მატრიცა, რომელიც გამოხატავს კავშირებს კვანძებსა და შტოებს შორის.

\dot{Y}_d - დიაგონალური მატრიცა შტოების გამტარებლობების, სადაც გათვალისწინებული არ არის შტოებსა და კვანძებს შორის ელექტრული კავშირი.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, პირველ ალგორითმში მიღწეულია იტერაციის თვითოეულ ბიჯზე სისტემის მდგომარეობის საკმაოდ ზუსტი ასახვა (ამის საშუალებას იძლევა \dot{Z}_{kv} მატრიცა) ამიტომ, რადგანაც კვანძური ძაბვების საწყის მიახლოებად ავიღებთ ნომინალურ ძაბვებს, იტერაციის ყოველ ბიჯზე მიღებული კვანძური ძაბვების მნიშვნელობები შეიძლება ჩაითვალოს ძაბვის რეგულირების პროცესში კვანძური ძაბვების შესაბამისად. რეაქტიული სიმძლავრეები გენერატორული კვანძებისათვის იტერაციის ყოველი ბიჯის დროს განისაზღვრება გამოსახულებიდან $Q_{gen} = f(U)$ რომელიც მიიღება კვანძური ძაბვების განტოლებებიდან. იმ შემთხვევაში, როცა Q_{gen} გამოდის გენერატორისათვის დასაშვები დიაპაზონიდან $Q_{min} \leq Q_{gen} \leq Q_{max}$ ანუ თუ $Q_i > Q_{max}$, გენერატორის რეაქტიული სიმძლავრე ხდება $Q_i = Q_{max}$, თუ $Q_i < Q_{min}$ მაშინ $Q_i = Q_{min}$.

ჩვენს მიერ წარმოდგენილი ალგორითმის მიხედვით ანგარიში წარმოებს მარტივი იტერაციის მეთოდით. საწყისი მნიშვნელობებია: გენერატორის აქტიური სიმძლავრეები, ტვირთის აქტიური და რეაქტიული სიმძლავრეები, ძაბვის მოდულები, ძაბვა მაბალანსირებელ კვანძში;

საძიებელი პარამეტრებია: კვანძური ძაბვები (აქტიური და რეაქტიული).

ძაბვის საწყისი მიახლოება წარმოადგენს ნომინალურ ძაბვებს კვანძებში, რეაქტიული სიმძლავრეების საწყის მიახლოებად გენერატორის კვანძებში ვიღებთ მოცემული აქტიური სიმძლავრის ნახევარს (ვინაიდან საწყისი მნიშვნელობის სიდიდეს პრინციპული მნიშვნელობა არა აქვს).

ინციდენტის I მატრიცაში ტრანსფორმატორული კავშირების გათვალისწინება საწყისი სქემის მიხედვით საშუალებას იძლევა მოიხსნას ძაბვის ერთ საფეხურზე დაყვანის პრობლემა.

კვანძური ძაბვების განტოლება, როგორც ცნობილია, შეიძლება გამოისახოს ინციდენტის I მატრიცის საშუალებით:

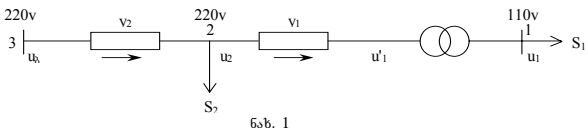
$$(N\dot{Y}_d N^T)(\dot{U}_{kv} - U_b) = \dot{I}_{kv}$$

სადაც $\dot{Y}_{kv} = N\dot{Y}_d N^T$ წარმოადგენს კვანძური გამტარებლობების მატრიცას.

ტრანსფორმაციის გათვალისწინება უშუალოდ N მატრიცაში შესაძლებელია შემდეგნაირად: i-ური სტრიქონისა და j-ური სვეტის გადაკვეთის ადგილზე იწერება 1 ან -1, თუ i-ური კვანძი უშუალოდ უკავშირდება j-ურ შტოს, ხოლო $1/k_j$ ან $-1/k_j$ (სადაც k_j არის j-ურ შტოში არსებული ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი), თუ j-ურ შტოში არსებული ტრანსფორმატორის საშუალებით.

$$N = \begin{bmatrix} 1/k & 0 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

საილუსტრაციო განვიხილოთ ნახ. 1-ზე წარმოდგენილი ქსელი და განხილული მაგალითისათვის განვსაზღვროთ საიტერაციო ფორმულა, რომელიც რეალიზებულია პროგრამაში.



ნახ. 1

ნახაზზე წარმოდგენილი სქემისათვის

$$(5)$$

ხოლო (2) განტოლება, ანუ

$$\dot{Y}_{kv} \dot{U}_{kv} = \overset{*}{S}_{kv} + \dot{Y}_{kv} U_b$$

მიიღებს სახეს:

$$\dot{U}_{kv} = \dot{Y}_{kv}^{-1} \frac{S_{kv}}{*} + \dot{Y}_{kv}^{-1} \dot{Y}_{kv} U_b \quad (6)$$

(5) ფორმულის გათვალისწინებით

$$\dot{Y}_{kv} = \begin{bmatrix} \frac{\dot{y}_1}{k^2} & -\frac{\dot{y}_1}{k} \\ -\frac{\dot{y}_1}{k} & (\dot{y}_1 + \dot{y}_2) \end{bmatrix}$$

(6) განტოლება მიიღებს სახეს:

$$\begin{bmatrix} \dot{u}_1 \\ \dot{u}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\dot{y}_1}{k^2} & -\frac{\dot{y}_1}{k} \\ -\frac{\dot{y}_1}{k} & (\dot{y}_1 + \dot{y}_2) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -\frac{S_1}{*} \\ u_1 \\ -\frac{S_2}{*} \\ u_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{\dot{y}_1}{k^2} & -\frac{\dot{y}_1}{k} \\ -\frac{\dot{y}_1}{k} & (\dot{y}_1 + \dot{y}_2) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ \dot{y}_2 u_b \end{bmatrix}$$

გარდაქმნებით მივიღებთ:

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \left(\frac{k^2}{\dot{y}_2} + \frac{k^2}{\dot{y}_1} \right) & \frac{k}{\dot{y}_2} \\ \frac{k}{\dot{y}_2} & \frac{1}{\dot{y}_2} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} -\frac{S_1}{*} \\ u_1 \\ -\frac{S_2}{*} \\ u_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k u_b \\ u_b \end{bmatrix} \quad (7)$$

განხილული ალგორითმით რეალიზებულ პროგრამაში საიტერაციო ფორმულას აქვს სახე (7), რომელიც შეესაბამება ნახაზზე წარმოდგენილ მაგალითს.

მეორე ალგორითმი, ნაკადგანაწილების განსაზღვრის ე.წ. სწრაფი მეთოდი [1] განკუთვნილია ოპერატიული მართვის ამოცანებსა და ტრენაჟორულ სისტემებში სამუშაოდ. მისი დადებითი მხარეა დამყარებული რეჟიმის პარამეტრების სწრაფი გაანგარიშება, ასევე კომპუტაციური ცვლილებების შემთხვევაში (ხაზის ჩართვა, გამორთვა, ხაზის პარამეტრების და ტრანსფორმაციის კოეფიციენტის შეცვლა) და შემავალი აქტიური პარამეტრების (გენერაციის და ტვირთების) ცვლილებების დროს ახალი დამყარებული რეჟიმის სწრაფი გადაანგარიშება. უარყოფითი მხარეა ნაკლები სიზუსტე იტერაციულ მეთოდებზე დამყარებულ ალგორითმებთან შედარებით. ჩვენს მიერ შექმნილ მათემატიკურ მოდელში ასახულია დამოკიდებულება გენერატორების აქტიურ სიმძლავრეებსა და გენერატორული ძაბვების

ძვრის კუთხეებს შორის. სქემის პასიური პარამეტრები აღწერილი არიან შტოების საკუთარი და ურთიერთგამტარებლობების მატრიცის საშუალებით, რომლის გაანგარიშება წარმოებს [2] ნაშრომში განხილული მეთოდიკით. ამ მეთოდის თანახმად ჯერ გაიანგარიშება შუალედური მატრიცა \dot{Y}_{Sual} რომელიც შეესაბამება არა საწყის სქემას, არამედ სქემას, სადაც დამოკლებული ყველა განივი შტო. შემდეგ რიგ-რიგობით წარმოებს ყველა დამოკლებული შტოს აღდგენა, რასაც შეესაბამება მატრიცა \dot{Y}_{Sual} -ის ელემენტების გადაანგარიშება ფორმულით:

$$\dot{Y}'_{ij} = \dot{Y}_{ij} - \frac{\dot{Y}_{ik} \dot{Y}_{kj}}{\dot{Y}_{kk} + \dot{Y}_k}$$

სადაც \dot{Y}_{kk} - k-ური შტოს საკუთარი გამტარებლობა დამოკლებამდე;

$\dot{Y}_{ij}, \dot{Y}'_{ij}$ - i-ურ და j-ურ შტოებს შორის ურთიერთგამტარებლობები შესაბამისად k-ური შტოს დამოკლებამდე და დამოკლების შემდეგ;

$\dot{Y}_{ik}, \dot{Y}_{kj}$ - ურთიერთგამტარებლობები ინდექსების შესაბამის შტოებს შორის k-ური შტოს აღდგენამდე;

\dot{Y}_k - k-ური განივი შტოს გამტარებლობა (დამოკლებამდე);

აღვლითი, როგორც უკვე ავლინშეთ, ეფუძნება განტოლებათა სისტემას:

$$\sum_{j=1}^m \dot{u}_j \dot{y}_{ij} = \frac{\dot{s}_i}{u_i} \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (8)$$

სადაც $\dot{s}_i = p_i + jq_i$ - i-ური კვანძის სრული სიმძლავრეა;

$\dot{u}_i = u_i e^{j\delta_i}$ - i-ური კვანძის ძაბვა;

$\dot{y}_{ij} = y'_{ij} + jy''_{ij}$ - i-ური და j-ური შტოების ურთიერთგამტარებლობები.

$\dot{u}_i u_i^* = u_i u_j e^{j(\delta_i - \delta_j)} = u_i u_j (\cos(\delta_i - \delta_j) + j \sin(\delta_i - \delta_j))$

თუ გამოვყოფთ ცალ-ცალკე აქტიურ და რეაქტიულ მდგენელებს, მივიღებთ 2m განტოლებებისაგან შემდგარ განტოლებათა სისტემას:

$$\left. \begin{aligned} u_i^2 y'_{ii} + u_i \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m [u_j y'_{ij} \cos(\delta_i - \delta_j) + u_j y''_{ij} \sin(\delta_i - \delta_j)] &= p_i \\ u_i^2 y''_{ii} + u_i \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m [u_j y'_{ij} \sin(\delta_i - \delta_j) - u_j y''_{ij} \cos(\delta_i - \delta_j)] &= q_i \end{aligned} \right\} \quad (i=1, 2, \dots, m)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ნორმალურ რეჟიმებში გენერატორულ დაბავებს შორის ძვრის კუთხეები მცირე სიდიდეებია, შეიძლება დაიწეროს:

$$\sin(\delta_i - \delta_j) \approx k_1(\delta_i - \delta_j)$$

$$\cos(\delta_i - \delta_j) \approx k_2$$

სადაც k_1 და k_2 1-თან მიახლოებული მუდმივებია.

აქედან გამომდინარე აქტიური სიმძლავრის ფორმულა გადაიწერება შემდეგნაირად:

ამგვარად, შექმნილია მოდული, რომელიც შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს როგორც პროგრამა-იმიტატორის (ენერგოსისტემის მუშაობა), ასევე სისტემის მდგრადობის განსაზღვრის ალგორითმების შემადგენლობაში.

ლიტერატურა

- 1. Ускоренный метод расчета координат распределения энергетических системах – Туркия Н.Г., Готуа Г.К., «Электричество», №4, 1982г.**
- 2. Расчет матрицы обобщенных параметров поперечных ветвей электрических сетей энергосистем – Туркия Н.Г., Готуа Г.К., «Электричество», №3, 1987г.**

UDC 621.9.06

**კიდულნი საჩორტენ-სახეხი ჩარხის ახალი მოდელის
სტრუქტურა და დინამიკა**

ასკ. დ.სულამანიძე, ტმდ კროფ. თ.გჰედლიზვილი,
ტგკ დოც. ნ.სულამანიძე, ტ.გ.პ. ბ.ნიორაძე
საპარტეველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
მექანიკა-მანქანათმშენებლოების
ფაკულტეტი

**СТРУКТУРА ДИНАМИКА НОВОЙ МОДЕЛИ
ПОДВЕСНОГО ОБДИРОЧНО-ШЛИФОВАЛЬНОГО
СТАНКА**

Подвесной обдирочно-шлифовальный станок (ПОШС), относящийся к классу ручных машин, вследствие его высокой виброактивности, претерпевает процесс постоянных структурных конструктивных изменений с целью совершенствования системы виброзащиты оператора.

Рассматриваемая модель ПОШС, наряду с ранее использованными способами виброзащиты, содержит еще устройство динамического гашения, в виде подпружиненной инертной массы, роль которой при разработке конструкции, может выполнить, к примеру, кожухременной передачи.

Нарис. 1 представлена структурная схема модели ПОШС с динамическим гасителем массой m_5 , расположенной вблизи массы m_4 (шпинделя) - основного источника вибрации.

В ранее проведенных работах было получено система дифференциальных уравнений, описывающая динамику ПОШС без устройства динамического гашения колебаний.

Для построения математической модели динамики исследуемой системы, математическая модель, приведенная в работах [1, 2], должна быть дополнена уравнениями, описывающими динамические процессы в устройстве гасителя колебаний и определенными математическими выражениями, взаимосвязывающими ранее полученные уравнения новыми уравнениями.

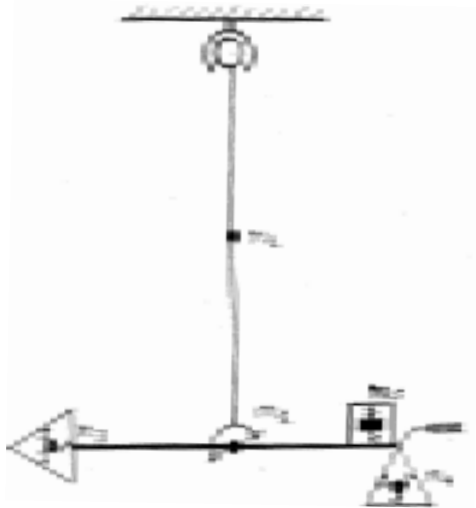


Рис.1. Структурная схема

Для составления новых уравнений по расчетной схеме (рис.2) прежде всего определяем координаты точек К и М согласно зависимостей

$$\vec{r}_k^{(0)} = \vec{r}_u^{(0)} + \vec{r}_k^{(1)} \quad (1)$$

$$\vec{r}_m^{(0)} = \vec{r}_u^{(0)} + \vec{r}_{km}^{(1)} \quad (2)$$

где $r_k^{(0)}$ и $r_m^{(0)}$ - радиус-векторы определяющие точки К и М в системе координат к $X_0 Y_0 Z_0$.

$r_{0k}^{(0)}$, $r_k^{(1)}$ и $r_{km}^{(1)}$ - соответственно радиус-векторы, длины которых определяют отрезки $0_1 К$ и $КМ$.

Кинетическая энергия устройства динамического гасителя в общем случае согласно теореме Кенига запишется так:

$$T_2 = \frac{1}{2} m_2 \cdot V_m^2 + \frac{1}{2} \Omega_m \{J_m\} \Omega_m^{(0)} \quad (3)$$

здесь m_2 -масса гасителя, V_m -абсолютная скорость его центра масс, $\{J_m\}$ -тензор инерции,

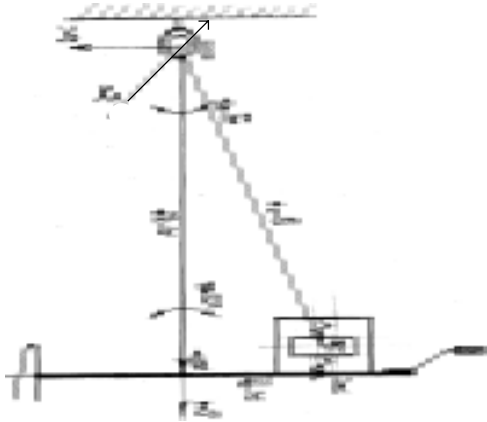


Рис.2.Расчетная схема

$$\{J_m\} = \begin{pmatrix} J_{xx} & -J_{xy} & -J_{xz} \\ -J_{xy} & J_{yy} & -J_{yz} \\ -J_{xz} & -J_{yz} & J_{zz} \end{pmatrix} \quad (4)$$

компоненты которых являются постоянными величинами[3],

$$V_m = \frac{d\vec{r}_m^{(0)}}{dt} \begin{bmatrix} \dot{x}_m \\ \dot{y}_m \\ \dot{z}_m \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\Omega_m^{(0)} = \begin{bmatrix} \omega_{mx} \\ \omega_{my} \\ \omega_{mz} \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\omega_{mx} = \dot{\varphi}_{x0}, \quad \omega_{my} = \dot{\varphi}_{y0}, \quad \omega_{mz} = \dot{\varphi}_{z0},$$

φ_{x0} , φ_{y0} и φ_{z0} - соответственно угловые координаты, реализуемые в сферическом шарнире О вокруг координатных осей X_0 , Y_0 и Z_0 ,

$$\vec{r}_{\text{км}}^{(1)} = \begin{bmatrix} r_{\text{кмх}}^* + \eta_x \\ r_{\text{кму}}^* + \eta_y \\ r_{\text{кмz}}^* + \eta_z \end{bmatrix} \quad (7)$$

$r_{\text{кмх}}^*$, $r_{\text{кму}}^*$, $r_{\text{кмz}}^*$ - компоненты вектора $r_{\text{км}}$, определяющего исходно начальное положение точки М центра масс гасителя, характеризующее нулевыми значениями его упругих перемещений η_x , η_y и η_z по координатам x , y и z .

Если центр масс гасителя (точка М на рис. 2) совпадает с центром симметрии звена динамического гасителя колебаний, то

$$\{J_m\} = \begin{pmatrix} J_{xx} & 0 & 0 \\ 0 & J_{yy} & 0 \\ 0 & 0 & J_{zz} \end{pmatrix} \quad (8)$$

где J_{xx} , J_{yy} и J_{zz} - массовые моменты инерции относительно осей X , Y и Z .

Потенциальную энергию системы записываем в виде:

$$\Pi = \frac{1}{2} \{C_m\} \eta^2, \quad (9)$$

где

$$\eta = \begin{bmatrix} \eta_x \\ \eta_y \\ \eta_z \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$\{C_m\} = \begin{pmatrix} C_{mx} & 0 & 0 \\ 0 & C_{my} & 0 \\ 0 & 0 & C_{mz} \end{pmatrix} \quad (11)$$

C_{mx} , C_{my} и C_{mz} - коэффициенты жесткостей упругих элементов гасителя колебаний в направлении соответствующих координатных осей.

В развернутой форме имеем:

$$T_m = \frac{1}{2} m_m \cdot (\dot{x}_m^2 + \dot{y}_m^2 + \dot{z}_m^2) + \frac{1}{2} (J_{xx} \cdot \omega_{mx} + J_{yy} \cdot \omega_{my} + J_{zz} \cdot \omega_{mz}) \quad (12)$$

$$\Pi_m = \frac{1}{2} C_m \cdot (\eta_x^2 + \eta_y^2 + \eta_z^2) \quad (13)$$

С учетом приведенных зависимостей ранее полученная система дифференциальных уравнений должна быть дополнена уравнениями

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial T_m}{\partial \dot{\eta}_x} - \frac{\partial T_m}{\partial \dot{\eta}_x} &= G_{mx} - \frac{\partial \Pi_m}{\partial \eta_x} - \frac{\partial \Phi_m}{\partial \dot{\eta}_x} \\ \frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial T_m}{\partial \dot{\eta}_y} - \frac{\partial T_m}{\partial \dot{\eta}_y} &= G_{my} - \frac{\partial \Pi_m}{\partial \eta_y} - \frac{\partial \Phi_m}{\partial \dot{\eta}_y} \\ \frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial T_m}{\partial \dot{\eta}_z} - \frac{\partial T_m}{\partial \dot{\eta}_z} &= G_{mz} - \frac{\partial \Pi_m}{\partial \eta_z} - \frac{\partial \Phi_m}{\partial \dot{\eta}_z} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

в уравнениях, из ранее полученной системы записанных относительно обобщенных координат φ_{0x} , φ_{0y} и φ_{0z} , должны быть введены дополнительные слагаемые члены, определяемые математическими выражениями:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial T_m}{\partial \dot{\varphi}_{x0}}, \quad \frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial T_m}{\partial \dot{\varphi}_{y0}}, \quad \frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial T_m}{\partial \dot{\varphi}_{z0}}, \\ \frac{\partial T_m}{\partial \varphi_{x0}}, \quad \frac{\partial T_m}{\partial \varphi_{y0}}, \quad \frac{\partial T_m}{\partial \varphi_{z0}}, \\ Q_{0x}, \quad Q_{0y} \quad \text{и} \quad Q_{0z} \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

где Φ_m диссипационная функция, которая явслучае ее апроксимации в виде модели вязкого трения, будет иметь вид:

$$\Phi_m = \frac{1}{2} \mu_m \cdot (\dot{\eta}_x^2 + \dot{\eta}_y^2 + \dot{\eta}_z^2) \quad (16)$$

Q_{0x} , Q_{0y} и Q_{0z} , G_{mx} , G_{my} и G_{mz} , - обобщенные силы, обусловленные действием сил веса агрегата колебаний.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Суламанидзе Н. Д. Разработка динамический анализ пространственного механизма выбросов безопасного подвесного станка. Диссертация на соискание учебной степени ктн. , г. Тбилиси, 1990;
2. ა. დიასამიძე, თ. მჭედლოშვილი, დ. სულამანიძე, ნ. სულამანიძე. ვიბროდამცავი სახელურის ახალი კონსტრუქცია და კიდული საჩორტნ-სახესი ჩარხის დინამიკური ანალიზი. სა-მეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის "Parametric CAD'98" შრომები. 26-27 ნოემბერი, თბილისი, 1998 წ.
3. Вейц В. Л., Коловский М. З., Кочура А. Е. Динамика управляемых машинных агрегатов, - М.: Наука, 1984.

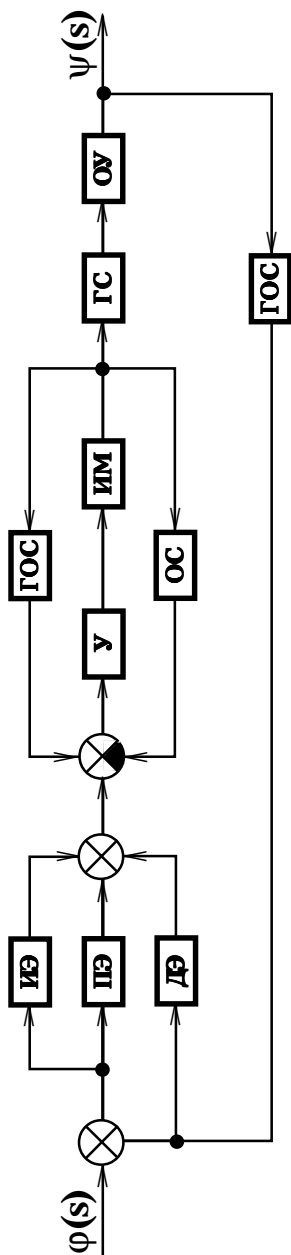


Рис.1. Функциональная схема системы автоматического управления электродвигателем

вращающегося трансформатора, а дифференцирующий элемент из асинхронного тахогенератора, полупроводникового усилителя делителя напряжения.

Гидравлическая система (ГС) в общем случае состоит из последовательного соединения гидравлических усилителей ГУ, представляющих собой однокаскадные замкнутые жесткие и отрицательные обратные связи гидравлические усилители с четырьмя целевыми управляющими золотниками, и системы гидронасос–плунжерные гидроцилиндры (НГ) рулевой гидравлической машины. Насос, откачивая рабочую жидкость из днища цилиндра в гнетая ее в другие, создает последнюю избыток давления, который, передаваясь через плунжер гидроцилиндр в рупелю обаллеру рулевого механизма, приводит в движение руль корабля.

Вследящих устройствах насосы переменной производительности (Н П П) являются регулирующими элементами, которые выполняют те же функции, что золотниковые устройства [3].

Гидравлические усилители ГУ представляют собой нелинейные системы, в управлении динамикой которых присутствуют нелинейные характеристики, как непрерывные, так и разрывного характера. В качестве управляющих используются золотниковые системы с малым положительным, отрицательным и нулевым начальными перекрытиями в среднем их положении относительно корпуса золотниковой системы.

В случае золотника с нулевым перекрытием уравнение динамики замкнутого привода может быть записано так [4]:

$$m\ddot{x} + h\dot{x} + k_{\text{ж}}x + \frac{d}{dt} [/ P_{\text{п}} / \text{sign} \dot{x}] =$$

$$= k_{\text{в}} \cdot k_{\text{ж}} \sqrt{1 - \frac{1}{p_{\text{н}} F} [B_2 \ddot{x} + B_1 \dot{x} + R(t) + / P_{\text{п}} / \text{sign} \dot{x}] \text{sign} \varepsilon \cdot \varepsilon (t)}$$

где: m – масса перемещающихся частей, приведенная к подвижному звену исполнительного гидроцилиндра, x – перемещение выходного звена ГУ, $p_{\text{н}}$ – давление жидкости, подводимое к управляющему четырехщелевому золотнику, $P_{\text{п}}$ – сила сухого трения, F – площадь поршня исполнительного гидроцилиндра, $h, k_{\text{ж}}$ и $k_{\text{в}}$ – соответственно коэффициенты вязкого трения жесткости и усиления гидроусилителя скорости.

$$B_1 = h + B_1' \cdot F,$$

$$B_2 = m + B_2' \cdot F,$$

B_1 '-коэффициент, учитывающий потерю вязкого трения в маслопроводах, соединяющих золотник гидроцилиндром, пропорциональные расходы; B_2 '-коэффициент, учитывающий потери инерционной нагрузки, создаваемой жидкостью в этих же маслопроводах $\varepsilon(t)$ -раскрытие управляющего золотника, которое в случае гидроусилителя, замкнутого жесткой обратной связью, определяется как разность между входным воздействием и сигналом, поступающим по цепи обратной связи.

Расходные характеристики НППа проксируемыми линейными зависимостями начальной нелинейной зоной нечувствительности [3].

Нелинейной системой описывается звено ОУ-движущееся судно, кружащее жидкостью, представляющая собой сложную гидродинамическую систему.

Нелинейными характеристиками характеризуются также другие составные элементы, приведенные на функциональной схеме (рис.1).

Исходя из вышеизложенного следует, что исследуемая система в целом представляет собой сложную динамическую систему, описываемую многосвязной системой нелинейных управлений.

С другой стороны, исследуемая система характеризуется много-режимностью работы, что, в свою очередь, в определенной степени предопределила многоконтурность ее структуры.

Одним из целесообразных подходов к синтезу таких систем является метод синтеза по заданным переходным процессам [5].

Отдельные динамические звенья системы в целом, как это показано в работе [1], характеризуются значительно отличающимися по быстроте реакции во времени показателями их функционирования в динамике. В таком случае система в целом будет обладать фильтрующей способностью по отношению к динамическим процессам в отдельных ее элементах, что приводит к тому, что при достаточной степени устойчивости качества регулирования системы в целом, в ее отдельных элементах могут наблюдаться нежелательные колебательные процессы. Это указывает на целесообразность построения методики синтеза по заданным переходным процессам на основе использования в процедурах синтеза как локальных (с более полным описанием динамических процессов в отдельных составных частях исследуемой системы), так и глобальных (с упрощением моделей отдельных частей и звеньев системы в целом) [6].

В этой связи предлагаемую методику синтеза рассматриваемой

системь по заданным переходным процессам строим последующей схеме подчиненного регулирования:

- 1 Построение локальных (с наиболее полным учетом динамических явлений) математических моделей составных элементов системы.
- 2 Синтез параметров составных элементов в неизменной части системы (в частности ГУ1, ГУ2 и ОУ) по их локальным математическим моделям.
- 3 На основе качественного и количественного анализа локальных моделей результаты проведенного синтеза по локальным моделям построение глобальных моделей динамики.
- 4 Синтез параметров регулируемой части системы в целом на основе использования глобальных моделей с укрупненным учетом динамических процессов отдельных составных элементов системы. При этом согласно известному методу синтеза по заданным переходным процессам реализация пунктов 2 и 3 в общем случае предусматривает использование последовательности процедур синтеза линеаризованных последующим переходом нелинейным моделям [5].

Л И Т Е Р А Т У Р А

- 1 Фрейдзон И. Р. Математическое моделирование систем автоматического управления на судах. - Л.: Судостроение, 1969.
- 2 Справочник по теории корабля: В 3 т. (Под ред. Я. И. Войткунского. Л.: Судостроение, 1985, т. 3).
- 3 Гамынин Н. С., Каменир Я. А., Коробочкин Б. Л. и др. Гидравлический следящий привод. / Под ред. В. А. Лещенко. М.: Машиностроение, 1968).
- 4 Хохлов В. А. Электрогидравлический следящий привод. М.: Наука, 1966.
- 5 Мчедlishvili Т. Ф. К вопросу синтеза нелинейных динамических систем регулирования Ж. Сообщ. АНГССР, т. 112, N 3, 1980.
- 6 В. А. Асташев, В. И. Бабицкий, И. И. Вульфсон и др. Динамика машин управления машинами / Под ред. Г. В. Крейнина, М.: Машиностроение. 1988).

S U M M A R I E S

UDC 658.512.011.56

COMPUTER AIDED WORKPIECE SELECTION APPROACH FOR TURNING

A. Sharmazanashvili, E.Grishikashvili

Paper interview CA approach for workpiece selection, based on the K.Swift methodology extension. Optimization tools and software tool kit were described.

UDC 681.784.8

PERSONAL EXPERT SYSTEM EXPRESS'99 OF EARLY DIFFERENTIAL DIAGNOSIS ON EXAMPLE OF BOTULISM

I.Khmaladze, Z.Tsikhelashvili, D.Garuchava

The preliminary of intelligence concept formation for making up data and knowledge basis of expert system is considered in accordance to the existing (Hunt method and Acad. V.Chavchanidze "conceptual theory"), as well as, to the proposed approaches. In *Express'99* basic approaches of intelligence concept, as well as, a new description of this notion are considered and logic conclusion-making apparatus of the system is made up accordingly *Express'99* is a virtual program-instrumental system (ready program product) which is realised with the help of modern computers. Commercial realisation of this system within Georgian medical institutions, and also, after corresponding modifications, on international level is taken into consideration.

UDC 681.784.8

ON THE PROBLEM OF CONSTRUCTION OF COMPUTER-AIDED EXPERT SYSTEM ES "Leukos" FOR EARLY LEUKOSIS DIAGNOSIS

M.Mchedlidze, Z.Tsikhelashvili, D.Garuchava

ES "Leukos" is constructed according to an abstract model on "KNOW HOW" principle and will be realised on modern computers. The work is differentiated between expert and traditional intelligent information systems and the role of ES "Leukos" as of computer-aided expert system is marked out. The way of information support program solution according to "ES Leukos" casing components (data and knowledge basis, construction peculiarities of logic solution-making apparatus interface)

is given. Abstract model of ES "Leukos" is formulated using illegible set theory basis, concept theory and neurone nets. The possibility of using the so-called "cognition style" is introduced in design of ES "Leukos" and the peculiarities of its construction and use are determined. ES "Leukos" is constructed as ready program-instrumental product which could be commercially implemented in different level medical emergency computer-aided centres of Georgia and other countries.

UDC 621.81:539.4

ABOUT TWO SYSTEMS OF GUIDING BASIS RIGIDITY CHARACTERISTICS AND THEIR INTERCONNECTION

G.Shanshiashvili

The paper presents the analytical substantiation that the recommended model is equivalent to plane joint (conjugated pair of plane basis surface) elastic system, the so-called, theoretical point model. Determined interdependences of rigidity characteristics of the mentioned models are stated and the advantage of methodical character of the recommended model is shown.

UDC 621.921

BUILDING, FACING AND DECORATED NATURAE STONES MACHINING

A.Siradze

The technological project of slabs of naturae stones is described in the work; the technical-economical indices of the worked out technology and the researches of stones machining processes are presented.

UDC 621.921

PRODUCTION DIAMOND STOMATOLOG OF BORONS. G.Ò.U. FAC. MECHANICAL ENGINEERING TECHNIQUE

À. Siradze, D. Malasidze, G. Sologashvili, B. Bacradze.

In activity the technical process of production of diamond is considered stomatologists of borons, the technological parameters are submitted the designed technological project. The problem of necessity of a personal complete set of diamond is considered stomatologists of borons for each patient kinds and approximate also are adduced quantity.

UDC 621.914.2
THE EFFICIENCY OF FACE MILLING CALIBRATION OF WOOD PARTICLE BOARDS

Z. Chitidze, I. Gelashvili, Q. Tkemaladze

Calibration process of wood particle boards (WPB) is investigated with the help of sharp blade tools. Recommendations for choosing rational tool materials and cutting conditions are presented. The advantage of board sizing with sharp blade tools compared to abrasive ones is shown. The necessity of construction of a new model of milling-and-calibration machine is substantiated.

UDC 621.914.2
EFFICIENCY INCREASE OF WOOD PARTICLE BOARDS DIMENSIONAL MACHINING

Z. Chitidze

The attempt of using superhard materials (Elbore-P, carbo-nado, natural diamond) at dimensional machining of wood particle boards is done. The advantage of these materials compared to hard-alloys and abrasive tools is shown. Technical indices for design of new milling'-and-calibration machines is worked out.

UDC 621.914.2
THE EFFICIENCY OF hard-alloy WOOD WORKING TOOLS

Z. Chitidze

The efficiency of hard-alloy wood working tool (circular sawa, cutters) operation has been investigated.. The effect of carbide phase and binder material, as well as, wear-resistive coating (titanium nitride - TiN") on tool durability has been. studied.

UDC 621.9
TO THE PROBLEM OF LASER CUTTING PROCESS OF NONMETALLIC MATERIALS

E. Semiletova, B. Bokolishvili

The paper is devoted to the problem of laser cutting process of nonmetallic materials as plastics, monoplastics, ceramics, the composite materials created on the basis of boron and carbon. Here is investigated the physician essence of cutting mechanism and determined the specific energy of process.

UDC 62-50**LIGHT INDUSTRY PRODUCTION FORECASTING BY RANK OF LINK**

O.Verulava, M.tabatadze

In this article is shown fashion's process development and it's description through the view rank of link method. It is customary that the clusters created by rank of link. On the basise of cluster's parameters it is possible elaborate how well the feature set is structured which is obtained by production's trait. There is working out the method of reformation this traits to quantitative parameters depending on there value.

UDC 62-50**THE METHOD OF FINDING CLUSTER'S SURFACE POINTS AND ITS ALGORITHMICALLY ELABORATION**

M.madzagua, L. Verulava

The finding of cluster's surface points and corresponding algorithm and programmed modulus in multidimensional space are described in this article. The concept of cluster's surface points is worked out through the view of rank of link method. To check the method and programmed modulus were used cluster's of arbitrary shape in two-dimensional space i.e. on the plane. The results which were achieved from the work of programmed modulus especially the fact that finding of the cluster's surface points doesn't depending on the forms of the cluster are shown in this article.

UDC 62-50**CHOOSING THE CODED INFORMATION FOR THE RECOGNITION OF FACES**

K. Kamkamidze, L. Kadagishvili, M. Zakutashvili

For the Parametres of the Coded Information the Hypothesis were chosen by wich such algorithm of recognizing is very impout and fromthe point of view of using.

UDC 621.039**COMPUTING REPORT OF ENERGY SYSTEMS OPERATIONS BY PERSONAL COMPUTERS**

K. Kamkamidze, L. Viatkina

It is preferable to use personal computers in solving complex algorithm tasks and computing programmes and analyses of static transmit process

in energy systems. In this case it will have a great deal of opportunity to collaborate facilities of computer hardware and regulation systems in real time. It is offered an example which illustrates a report of SAKENERGO operations.

UDC 621.039

THE METHODS FOR CALCULATION OF ESTABLISHED REGIME PARAMETERS OF POWER SYSTEMS

N. Turkia, G. Mariamidze

Two algorithms of the calculation of regime parameters established by power systems is described in the work. The former is based on the equations of the main voltages and is intended for the work basically in autonomous regime. The influence of the voltage regulator maintenance on an electric system is foreseen. The other algorithm, using the so-called fast method of finding stream distribution, is intended for the inclusion in the structure of global problems (tasks). Avoidance of iterative process is achieved in it. The article also examines the foresight algorithms of the existence of various voltage stages in an electric system.

UDC 621.9.06

STRUCTURE AND DYNAMICS OF THE NEW MODEL OF THE HUNG PENDULUM MACHINE-TOOL

K. Sulamanidze, T. Mchedlishvili, N. Sulamanidze, G. Nioradze

In the article there is a description of the structural scheme of the new model of the machine-tool. It has been worked out a dynamical calculating scheme and made a mathematical model of the dynamics of the investigated system of vibroprotection of the machine-tool operator putting into practice the principle of dynamical reduction of vibrations.

UDC 621.9.06

TO SYNTHESIS OF OPERATION SYSTEM OF VESSEL COURSE WITH ELECTRO HYDRAULIC ACTUATOR OF A ROLLER

Kochviri M.Z.

The description of one of variants of functional scheme of operation system of vessel course is given in this work. A bigger functional scheme of viewed systems synthesis method by the given transient processes.