

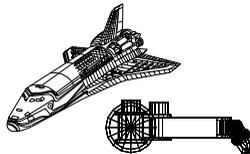
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამეცნიერო-ტექნიკური
კონფერენცია

ParametricCAD'99

ურობები

19-10 ნოემბერი
1999 წელი
თბილისი



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.

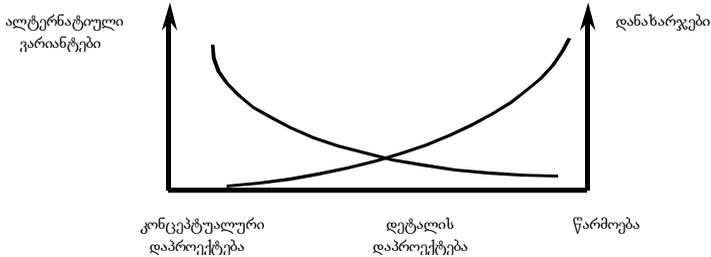
ამასთანავე ცნობილია ნამზადის შერჩევის მეთოდები [1], რომლებიც შეიძლება განზოგადდეს, როგორც შემდეგი ეტაპების თანმიმდევრობა:

- 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 დანახარჯებთანა 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 ჰულის



ნახ.1

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 ნაშადების შერჩევის ამოცანის გადაწყვეტისათვის, ამიტომ ჩატარებული იქნა კვლევა შრომში მოყვანილი მეთოდიკის გაფართოებისათვის.

ამ მიზნით შემუშავდა საშუაოს შესრულების შემდეგი მეთოდური

გეგმა:

1. განსახილველი ნაშადის 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 ნაშადის კომპიუტერული შერჩევის მეთოდი. გამოიყო ნაშადის 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 ნაშადის ტიპები, რომლებიც მიიღება შემდეგი ტექნოლოგიური პროცესებით:

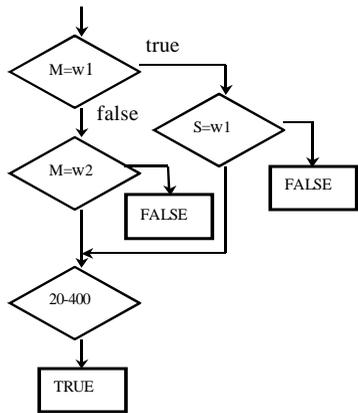
1. ჩამოსხმა ქვიშის ყალიბებში

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 ქეიშის ცალიბებში

```

w1. If((MASALA='ლევირებული ფოლადი')
      or (MASALA='თუთის 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 თუთის შენადნობი, მაშინ წარმოების მოცულობა უნდა იყოს 1-1000 დეტ/წელიწადში. წინააღმდეგ შემთხვევაში პროცესი არ შეიძლება.

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

ამასთან პირველი ან მეორე წესის ჭეშმარიტების შემთხვევაში დაკმაყოფილებული უნდა იქნას მე-3 წესი, რომლის თანახმადაც ნამზადის წონა 20გრ-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 ნაშაღი.

ნაშაღის თვითღირებულება M_i გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

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

სადაც: V - ერთი ნაშაღის 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 ნაშაღის დასამზადებლად საჭირო იარაღების ღირებულება; T - ეტალონური ნაშაღის დასამზადებლად საჭირო დრო გამოხატული 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:

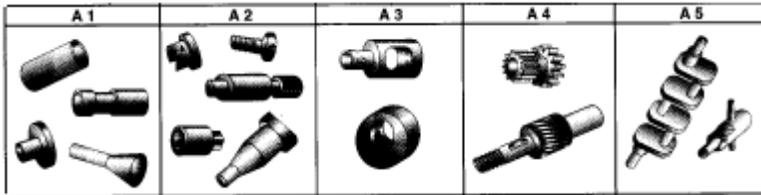
$$R_c = \phi (C_{mp}, C_c, C_s, C_f, C_r)$$

სადაც: C_{mp} - მასალის გამოყენებადობის კოეფიციენტი; C_c - სირთულის კოეფიციენტი; C_s - კვეთის კოეფიციენტი; C_f - სიზუსტის კოეფიციენტი; C_r - 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 შემოწმებული ადეკვატურობაზე.



ნახ.3 ნალოგიურად C_t და C_f კოეფიციენტების განსაზღვრა ხდება აპროქსიმირებით მიღებული დამოკიდებულებებით, თითოეული ტიპისათვის. ქვემოთ მოყვანილია შესაბამისი მათემატიკური მოდელები:

1. ჩამოსხმა ქვიშიან ყალიბებში

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

2. ჩამოსხმა წნევით

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

3. შტამპვა

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

4. დარტყმითი გამოწნევა

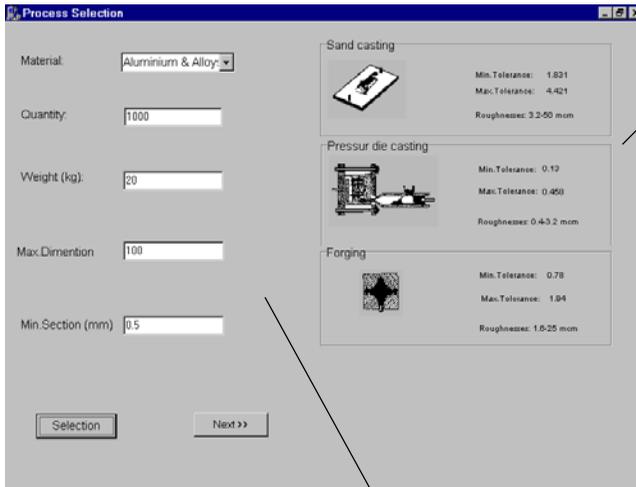
$C_s = 1$	
$C_t = -1.8 \lg t - 1.16$	ადეკვატურობა – 2%
$C_f = -3.81 \lg f + 0.92$	ადეკვატურობა – 2%

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.

მესამე ფორმაზე ნაჩვენებია ოპტიმიზაციის მოდელის თანახმად

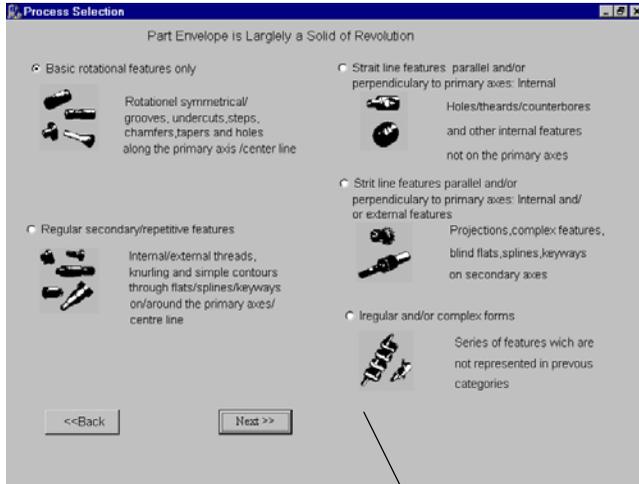


გამოთვლილი იმ ნაშაღის ტიპების თვითღირებულება, რომელთა შერჩევაც მოხდა პირველ ფორმაზე.

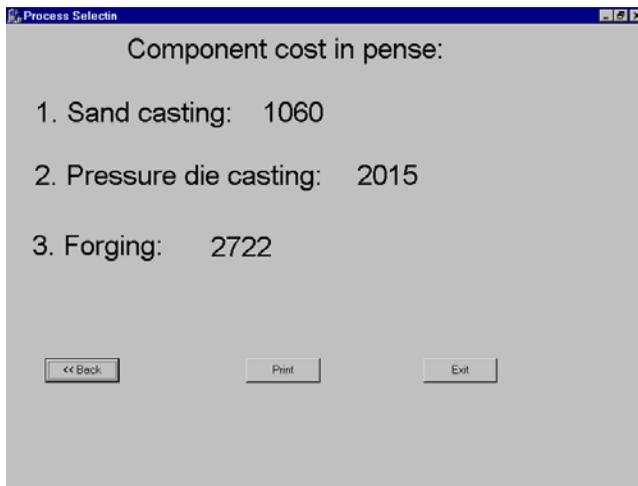
სისტემა შეიქმნა ობიექტზე ირიენტირებულ, ვიზუალურ გარემო C++ Builder-ში, რომელიც განსაზღვრულია ოპერაციული სისტემა Windows' x-ისთვის.

ლიტერატურა

1. È.Ñ. Äíáðëäíáá “Ëóðñíáíá ìðíáèðëðíááíëá ïí ìðááíáðò Òáðííëíëý Ìàøëíñòðíáíëý”.-Ìíñéàà, 1986.



ფორმის სირთულე



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