

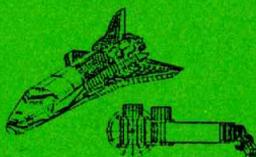
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამეცნიერო-ტექნიკური
კონფერენციის

ParametricCAD'98

შრომები

26-27 ნოემბერი
1998 წელი
თბილისი



საკონსტრუქტორ-ტექნოლოგიური დაპროექტების
სისტემური კვლევის საკითხისადმი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
მექანიკა-მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი, CAD/CAM-ის ჯგუფი
დოც. ალ. შარმაზანაშვილი

საკონსტრუქტორ-ტექნოლოგიური დაპროექტება წარმოადგენს დაპროექტების ერთერთ ნაირსახეობას, რომელიც სრულდება წარმოების ტექნოლოგიური მომზადების სტადიაზე. ამასთან დაპროექტების ობიექტს თავდაპირველად წარმოადგენს ნაკეთობა, ანუ სრულდება საკონსტრუქტორო დაპროექტება, ხოლო შემდგომ ხორციელდება ტექნოლოგიური დაპროექტება, რომელზეც ობიექტი ამ ნაკეთობის დასამზადებლად აუცილებელი წარმოების ტექნოლოგიური პროცესია.

თვისებების დეტალიზაციის დონის მიხედვით, დაპროექტების ობიექტს შეესაბამება იერარქიულად დაქვემდებარებული, მრავალდონიანი აღწერა. ამიტომ საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური დაპროექტება ხორციელდება ეტაპობრივად, თითოეულ ეტაპზე საშუალოდ საპროექტო გადაწყვეტების ფორმირებით. ობიექტის აღწერის თითოეულ დონეს შეესაბამება დაპროექტების გარკვეული ეტაპი, რომელიც აერთიანებს გადაწყვეტილების მიღების მოდელებს, ამოცანის დასმასა და საპროექტო პროცედურებს, დაპროექტების ენებსა და დოკუმენტირების ფორმებს. სისტემური თვალსაზრისით დაპროექტების თითოეული ეტაპი შესაძლებელია წარმოვიდგინოთ როგორც სისტემა, რომელსაც გააჩნია შესასვლელი მონაცემები

- Φ , გამოსასვლელი მონაცემები ρ და გადაწყვეტილების მიღების მოდელები - λ , რომლებსაც გადაჰყავთ შესასვლელი მონაცემები გამოსასვლელ მონაცემებში

$$\lambda: \Phi \Rightarrow \rho$$

შედაგად, საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური დაპროექტების მთლიანი პროცესი ფორმალურად შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ შემდეგი სისტემის სახით:

$$\left\{ \begin{array}{l} \psi_1 = [\{\Phi_1\}, \{\rho_1\}, \{\lambda_1\}] \\ \dots \\ \psi_i = [\{\Phi_i\}, \{\rho_i\}, \{\lambda_i\}] \end{array} \right\}$$

სადაც, $\Psi_1, \Psi_2, \dots, \Psi_i$ - პროექტირების ეტაპებია; $1 \dots i$ - პროექტირების ობიექტის აღწერის იერარქიული დონეებია.

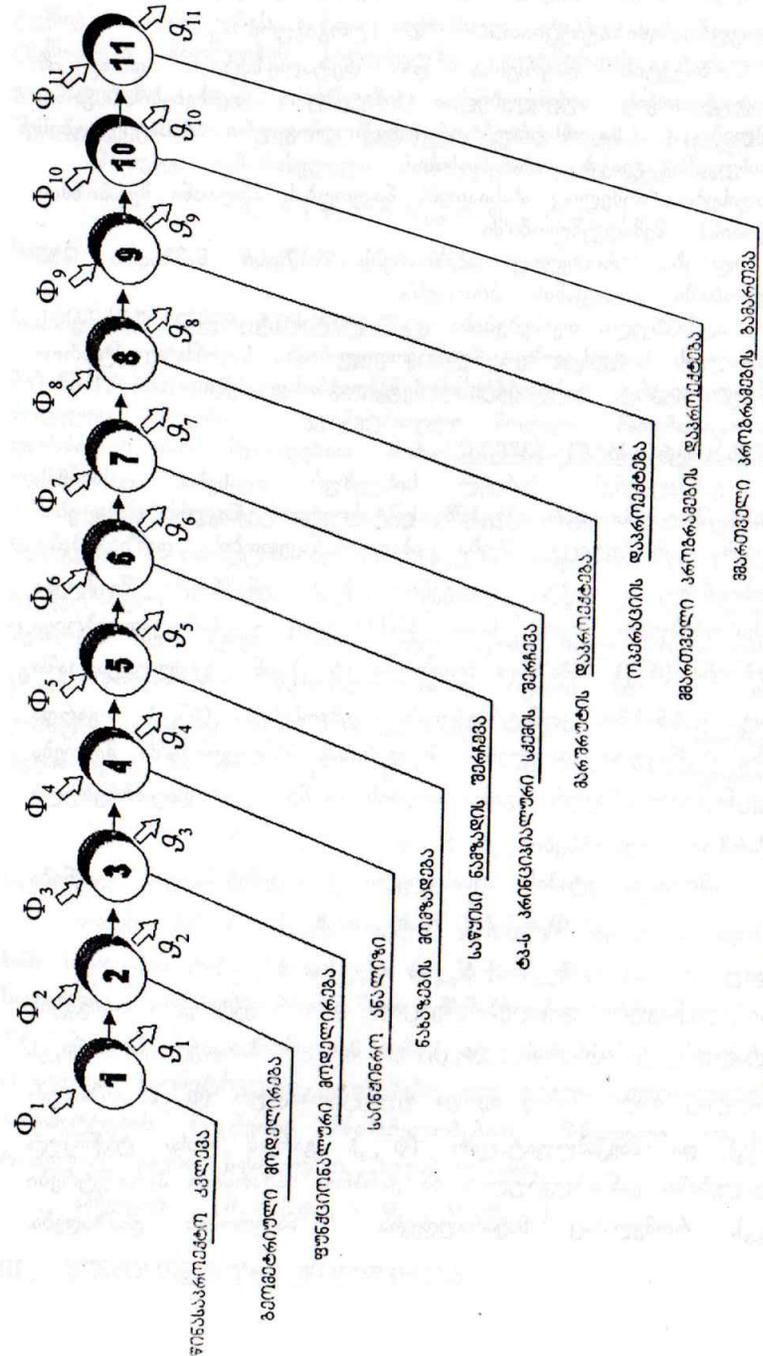
ამ იერარქიაში ფორმალურად შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ რომ გამოსასვლელი პარამეტრები ($i-1$) დონიდან, შეადგენენ i - ეტაპის შესასვლელ პარამეტრებს, ვინაიდან ($i-1$) დონის გამოსასვლელი პარამეტრები აღწერენ დაპროექტების ობიექტს დეტალიზაციის i დონიდან. მაგრამ, მიუხედავად ამისა $\Phi_i = \Psi_{i-1}$ წარმოადგენს კერძო შემთხვევას, რადგან დაპროექტების თითოეულ ეტაპზე არსებობენ ე.წ. „დამოუკიდებელი“ შესასვლელი მონაცემები $\{\alpha_i\}$, რომლებიც არ არიან დამოკიდებული დაპროექტების წინა ეტაპებზე (მაგ. საცნობარო-ნორმატიული ინფორმაცია, უკუკავშირის ან კონტროლის მონაცემები და სხვ.) ამასთან ეტაპის შესასვლელ მონაცემებად შეიძლება გამოყენებულ იქნას გამოსასვლელი მონაცემები არა მხოლოდ წინა ეტაპიდან, არამედ უფრო ადრინდელი ეტაპებიდანაც.

მაშასადამე, ზოგადად დაპროექტების i ეტაპის შესასვლელ მონაცემთა სიმრავლე შესაძლებელია ჩაეწეროს როგორც

$$\Phi_i = \{ (\Psi_{i-1}, \Psi_{i-2}, \Psi_{i-3}, \dots) (\alpha_i) \}$$

დაპროექტების პროცესის სისტემატიზაციისადმი მიძღვნილია მრავალი ნაშრომი - ძირითადი დებულებები ჩამოყალიბებულია ვ.ცვეტკოვის მიერ; ასევე ცნობილია კონცეფციები დამუშავებული ვ.კომისაროვის, ნ.კაპუსტინის, თ.ლოლაძის, რ.გვიროვის, ტ.მოსტალიგინის, მ.გრაუვერის მიერ. მაგრამ აღნიშნულ ნაშრომებში დაპროექტების პროცესი არ განიხილება ერთიანი, საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური დაპროექტების პროცესის პოზიციიდან, შედეგად აღნიშნული ავტორების მიერ დამუშავებული სისტემატიზაციები განეკუთვნება ცალკეულ ეტაპებს და არ ითვალისწინებს გამჭოლი დაპროექტების მოთხოვნებს.

საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური პროცესის სისტემატიზაციისათვის თავდაპირველად ლოგიკურად გავაერთიანოთ პარამეტრები, რომლებიც შედიან დაპროექტების თითოეული ეტაპის შესასვლელ და გამოსასვლელ მონაცემებში. ამასთან პარამეტრები, რომლებიც აღწერენ დასაპროექტებელი ობიექტის სხვადასხვა თვისებას დეტალიზაციის ერთსა და იმავე დონეზე, გავაერთიანოთ ლოგიკური ფუნქციით - 'Λ' (ლოგიკური „და“), ხოლო პარამეტრები, რომლებიც აღწერენ ობიექტის ერთსა



ნახ.1 საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური დაპროექტების ეტაპები

და იგივე თვისებას დეტალიზაციის მიღებულ დონეზე, გავაერთიანოთ ლოგიკური დიზიუნქციით - 'V' (ლოგიკური „ან“).

ობიექტის დაყოფისა და დეტალიზაციის დონეების გამოყოფისათვის აუცილებელია სისტემური თვისებების ქონა, რომლებიც საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური დაპროექტების შემსახვევაში გვაქვს ორი სახის:

1) თვისება, რომელიც ახასიათებს ნაკეთობას მთლიანი მექანიზმის (აწყოების) შემადგენლობაში

2) თვისება, რომელიც ახასიათებს საწყისი ნაშადის მზა ნაკეთობაში გადაყვანის პროცესს.

აღნიშნული თვისებებისა და ლიტერატურული წყაროების მიმოხილვის საფუძველზე გამოყოფილ იქნა საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური დაპროექტების შემდეგი ეტაპები (ნახ. 1).

I. წინასაპროექტო კვლევა

განეკუთვნება პირველ სისტემურ თვისებას და მის მიზანს შეადგენს დაპროექტებაზე დეტალური ტექნიკური დავალების შედგენა, რომელიც იწყება ახალი ნაკეთობის დამზადებაზე მოთხოვნის ფაქტის დადგენით (Φ_{1-1}). აღნიშნული შეიძლება განპირობებული იყოს სამი ფაქტორით - საზოგადოებრივი მოთხოვნა (Φ'_{1-1}), საბაზრო მოთხოვნა (Φ''_{1-1}) ან ექსპლუატაციაში მყოფი მექანიზმის კონსტრუქციის გაუმჯობესება (Φ'''_{1-1}). გარდა ამისა ტექნიკური დავალების შედგენისას მხედველობაში მიიღება სამეცნიერო-ტექნიკური განვითარების დონე (Φ_{1-2}) და არსებული საწარმოო რესურსები (Φ_{1-3}).

ამრიგად, ეტაპის შესასვლელი მონაცემებისათვის გვექნება

$$\Phi_1 = \{ \Phi_{1-1} \wedge \Phi_{1-2} \wedge \Phi_{1-3} \}$$

სადაც $\Phi_{1-1} = \{ \Phi'_{1-1} \vee \Phi''_{1-1} \vee \Phi'''_{1-1} \}$

ტექნიკური დავალება შეიცავს დასაპროექტებელი ობიექტის დეტალურ აღწერას (Φ_{1-1}), მის პარამეტრებს (Φ_{1-2}), რომელიც თავის მხრივ იყოფა ფუნქციონალურ (Φ'_{1-2}), ფიზიკურ (Φ''_{1-2}) და საექსპლუატაციო (Φ'''_{1-2}). გარდა ამისა ტექნიკურ დავალებაში განსაზღვრულია იმ ქარხნის საწარმოო პარამეტრები (Φ_{1-3}), რომელშიც ნაგარაუდევია ნაკეთობის დამზადება.

ტექნიკური დავალების გარდა, აღნიშნულ ეტაპზე, სამეცნიერო-ტექნიკური მიღწევების საფუძველზე, ფორმირდება ტიპური გადაწყვეტილებები (Φ_{1-4}), რომლებიც გამოიყენება დაპროექტების შემდგომ ეტაპებზე, როგორც გადაწყვეტილების მიღების მოდელები. ამრიგად, გამოსასვლელი მონაცემებისათვის გვექნება:

$$\Phi_1 = \{ \Phi_{1-1} \wedge \Phi_{1-2} \wedge \Phi_{1-3} \wedge \Phi_{1-4} \}$$

სადაც $\Phi_{1-2} = \{ \Phi'_{1-2} \wedge \Phi''_{1-2} \wedge \Phi'''_{1-2} \}$

II. გეომეტრიული მოდელირება.

განეკუთვნება პირველ სისტემურ თვისებას და მის მიზანს წარმოადგენს დასაპროექტებელი ობიექტის გეომეტრიული მოდელის შედგენა. გეომეტრიული მოდელი მათემატიკური ფორმალიზაციის მეთოდებით ასახავს ობიექტის გეომეტრიულ თვისებებს.

გეომეტრიული მოდელის შესაქმნელად საჭირო მონაცემებს შეადგენენ - ობიექტის აღწერა (Φ_{2-1}), პარამეტრები (Φ_{2-2}) და გეომეტრიული პრიმიტივები (Φ_{2-3}), რომლებიც თავის მხრივ შეიძლება შეიცავდნენ სტანდარტულ გეომეტრიულ ელემენტებს (Φ'_{2-3}), როგორცაა წერტილი, ხაზი, რკალი და სხვ., ან ტიპურ გეომეტრიულ პრიმიტივებს (Φ''_{2-3}) - ტიპური ზედაპირები, ზედაპირის კომპლექსები ან ტიპური კონტურები. მაშასადამე,

$$\Phi_2 = \{ \Phi_{2-1} \wedge \Phi_{2-2} \wedge \Phi_{2-3} \}$$

სადაც $\Phi_{2-3} = \{ \Phi'_{2-3} \vee \Phi''_{2-3} \}$

თავის მხრივ, გეომეტრიული მოდელი შეიძლება იყოს სამი სხვადასხვა ტიპის: კარკასული (Φ_{2-1}), რომელშიც გამოყოფილია საყრდენი წერტილები და მათი შემაერთებელი ზედაპირები; CGS მოდელი (Φ_{2-2}), რომელიც იგება ცალკეული პრიმიტივებისაგან, რომელთა გეომეტრიული თვისებები მოცემულია ფორმალური პარამეტრების რიცხვითი მნიშვნელობებით; B-მოდელი (Φ_{2-3}), რომელიც იგება სასაზღვრო ზედაპირებიდან.

ამრიგად, $\Phi_2 = \{ \Phi_{2-1} \vee \Phi_{2-2} \vee \Phi_{2-3} \}$

III. ფუნქციონალური მოდელირება

განეკუთვნება პირველ სისტემურ თვისებას, რომლის მიზანიც ნაკეთობის ფუნქციონალური მოდელის დადგენაში მდგომარეობს. ფუნქციონალური მოდელი გამოხატავს თითოეული ზედაპირის დანიშნულებას, ხარისხობრივ და სიზუსტის პარამეტრებს. თითოეული ზედაპირის ფუნქციონალური დანიშნულების, ხარისხობრივი და სიზუსტის პარამეტრების დადგენაში მდგომარეობს.

ეტაპის შესასვლელ პარამეტრებს წარმოადგენენ, ნაკეთობის გეომეტრიული მოდელი (Φ_{3-1}) და წინასაპროექტო კვლევის სტადიაზე ფორმირებული ობიექტების პარამეტრები (Φ_{3-2})

$$\Phi_3 = \{ \Phi_{3-1} \wedge \Phi_{3-2} \}$$

გამოსასვლელი მონაცემების სიმრავლე შედგება - ზედაპირის სიმქისის პარამეტრებისაგან (Φ_{3-1}); სიზუსტის პარამეტრებისაგან - დასაშვები გადახრა ზომიდან (Φ_{3-2}) და ფორმიდან (Φ_{3-3}); ზედაპირის ფიზიკური მახასიათებლების აღმწერი პარამეტრები (Φ_{3-3}) და მასალისაგან (Φ_{3-5})

$$\Phi_3 = \{ \Phi_{3-1} \wedge \Phi_{3-2} \wedge \Phi_{3-3} \wedge \Phi_{3-4} \wedge \Phi_{3-5} \}$$

IV. კონსტრუქციის საინჟინრო ანალიზი

განეკუთვნება პირველ სისტემურ თვისებას და მის მიზანს წარმოადგენს კონსტრუქციის ანალიზი სიზუსტეზე და ტექნოლოგიურობაზე; ნაკეთობის მოდელირება მთლიანი აწყობის შემადგენლობაში და მისი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გამოკვლევა.

შესასვლელ მონაცემებს ასეთი ანალიზის ჩასატარებლად წარმოადგენენ გეომეტრიული მოდელი (Φ_{4-1}), საწარმოო პარამეტრები (Φ_{4-2}), ფუნქციონალური მოდელი (Φ_{4-3}) და მთლიანი აწყობის აღწერა (Φ_{4-4})

$$\Phi_4 = \{ \Phi_{4-1} \wedge \Phi_{4-2} \wedge \Phi_{4-3} \wedge \Phi_{4-4} \}$$

კონსტრუქციის ანალიზი სიზუსტეზე (Φ_{4-1}) უმრავლეს შემთხვევაში დაიყვანება ზომათა ჯაჭვისა (Φ_{4-1}) და ზედაპირების ურთიერთგანლაგების (Φ_{4-1}) შემოწმებაზე.

ტექნოლოგიურობაზე ანალიზი (Φ_{4-2}) ტარდება ორი, აწყობისა (Φ_{4-2}) და დამზადების (Φ_{4-2}) ტექნოლოგიური

პროცესებისათვის.

ნაკეთობის ანალიზი მთლიან აწყობაში (Φ_{4-1}) ითვლისწინებს დასაყენებელი კვანძის ელემენტების ადგილმდებარეობის კონტროლს (Φ_{4-3}) და კინემატიკურ ანალიზს (Φ_{4-3}), რომლის დროსაც ხორციელდება მთლიან აწყობის, მუშაობის დინამიკის წარმოდგენა.

ნაკეთობის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ანალიზი სრულდება ორი მეთოდით - მას-ანალიზით (Φ_{4-4}), და სასრული ელემენტების მეთოდით (Φ_{4-5}). მას-ანალიზი საშუალებას იძლევა გამოკვლულ იქნას ნაკეთობის ისეთი თვისებები, როგორცაა ზედაპირის ფართობი (Φ_{4-4}), მასა (Φ_{4-4}), სიმძიმის ცენტრი (Φ_{4-4}), მოცულობა (Φ_{4-4}) და ინერციის მომენტი (Φ_{4-4}); ხოლო სასრული ელემენტების მეთოდით შესაძლებელია მექანიკური დაძაბულობების (Φ_{4-5}), დაქიმულობის (Φ_{4-5}), სითბოსა და ველის გავრცელების (Φ_{4-5}) და დინამიური მახასიათებლების (Φ_{4-5}) გამოკვლევა.

ამრიგად,

$$\Phi_4 = \{ \Phi_{4-1} \wedge \Phi_{4-2} \wedge \Phi_{4-3} \wedge \Phi_{4-4} \wedge \Phi_{4-5} \}$$

სადაც

$$\Phi_{4-1} = \{ \Phi'_{4-1} \wedge \Phi''_{4-1} \}$$

$$\Phi_{4-2} = \{ \Phi'_{4-2} \wedge \Phi''_{4-2} \}$$

$$\Phi_{4-3} = \{ \Phi'_{4-3} \vee \Phi''_{4-3} \}$$

$$\Phi_{4-4} = \{ \Phi'_{4-4} \vee \Phi''_{4-4} \vee \Phi'''_{4-4} \vee \Phi''''_{4-4} \vee \Phi''''''_{4-4} \}$$

$$\Phi_{4-5} = \{ \Phi'_{4-5} \vee \Phi''_{4-5} \vee \Phi'''_{4-5} \vee \Phi''''_{4-5} \}$$

V. ნახაზების მომზადება

განეკუთვნება პირველ სისტემურ თვისებას და მისი მიზანია საკონსტრუქტორო ნახაზის მომზადება (Φ_{5-1}). რომელშიც გარკვეული წესით ფორმდება გეომეტრიული და ფუნქციონალური მოდელები. ამასთან ძირითადად სრულდება ისეთი პროცედურები როგორებიცაა ზომების განსაზღვრა, დაშტრიხვა, მასშტაბირება, პროექციის მიღება, იზომეტრიისა და პერსპექტივის აგება და სხვ.

ეტაპის შესასვლელ პარამეტრებს წარმოადგენენ, გეომეტრიული (ϕ_{5-1}) და ფუნქციონალური მოდელები (ϕ_{5-2})

$$\Phi_5 = \{ \phi_{5-1} \wedge \phi_{5-2} \}$$

ხოლო გამოსასვლელს

$$\Psi_5 = \{ \phi_{5-1} \}$$

VI. სავსისი ნამზადის შერჩევა

განეკუთვნება მეორე სისტემურ თვისებას და მის მიზანს წარმოადგენს ნამზადის მიღების ოპტიმალური მეთოდის შერჩევა.

შესასვლელი მონაცემები შეიცავენ - გეომეტრიულ (ϕ_{6-1}) და ფუნქციონალურ (ϕ_{6-2}) მოდელებს, პარტიის სიდიდეს (ϕ_{6-3}) და საწარმოს მაჩვენებლებს (ϕ_{6-4})

$$\Phi_6 = \{ \phi_{6-1} \wedge \phi_{6-2} \wedge \phi_{6-3} \wedge \phi_{6-4} \}$$

ტექნიკურ-ეკონომიური ანალიზის შედეგად დგინდება ნამზადის ტიპი (ϕ_{6-1}) , მიახლოებითი გეომეტრიული პარამეტრები (ϕ_{6-2}) , სიზუსტის კვალიტეტი (ϕ_{6-3}) და ზედაპირების სისუფთავე (ϕ_{6-4}) .

ამრიგად,

$$\Psi_6 = \{ \phi_{6-1} \wedge \phi_{6-2} \wedge \phi_{6-3} \wedge \phi_{6-4} \}$$

VII. ტექნოლოგიური პროცესის პრინციპიული სქემის შერჩევა

განეკუთვნება მეორე სისტემურ თვისებას. ტექნოლოგიური პროცესის პრინციპიული სქემა შეიცავს ნამზადის დამუშავების ეტაპებს საბოლოო ნაკეთობის მისაღებად. დამუშავების ეტაპი თავის მხრივ წარმოადგენს ტექნოლოგიური პროცესის ნაწილს, რომელიც მოიცავს ცალკეული ზედაპირებისა და მთლიანად დეტალის, ხასათითა და სიზუსტით ერთგვაროვან დამუშავებას.

შესასვლელ მონაცემებს ამ ეტაპის ამოცანებისათვის შეადგენენ, ნაკეთობის გეომეტრიული (ϕ_{7-1}) და ფუნქციონალური (ϕ_{7-2}) მოდელები, მონაცემები ნაკეთობის შესახებ (ϕ_{7-3}) , ნამზადის პარამეტრები (ϕ_{7-4}) , პარტიის სიდიდე (ϕ_{7-5}) , საწარმოს პარამეტრები (ϕ_{7-6}) და ტიპური გადაწყვეტები (ϕ_{7-7})

$$\Phi_7 = \{ \phi_{7-1} \wedge \phi_{7-2} \wedge \phi_{7-3} \wedge \phi_{7-4} \wedge \phi_{7-5} \wedge \phi_{7-6} \wedge \phi_{7-7} \}$$

გამოსასვლელ მონაცემებში შედიან, რაციონალურად შერჩეული დამუშავების ეტაპების ერთობლიობა (ϕ_{7-1}) და მათი შესრულების თანმიმდევრობა (ϕ_{7-2}) , რომელიც აუცილებელი და საკმარისია ნაკეთობის საწყისი ნამზადის მდგომარეობიდან საბოლოო სახეში გადასაყვანად

$$\Psi_7 = \{ \phi_{7-1} \wedge \phi_{7-2} \}$$

VIII. ტექნოლოგიური მარშრუტის დაპროექტება

განეკუთვნება მეორე სისტემურ თვისებას და მის მიზანს შეადგენს ტექნოლოგიური ოპერაციების შემაღვენლობისა და თანმიმდევრობის განსაზღვრა.

ეტაპის საწყის მონაცემებს შეადგენენ, ნაკეთობის გეომეტრიული (ϕ_{8-1}) და ფუნქციონალური (ϕ_{8-2}) მოდელები, ტექნოლოგიური პროცესის პრინციპიული სქემა (ϕ_{8-3}) , ნაკეთობის საკონსტრუქტორო ნახაზი (ϕ_{8-4}) , ნამზადის პარამეტრები (ϕ_{8-5}) , დანადგარებისა (ϕ_{8-6}) და სამარჯვებისა და ინსტრუმენტების კომპლექსის შემაღვენლობა და ტექნიკური მახასიათებლები (ϕ_{8-7}) , პარტიის სიდიდე (ϕ_{8-8}) და ტიპური გადაწყვეტები (ϕ_{8-9})

$$\Phi_8 = \{ \phi_{8-1} \wedge \phi_{8-2} \wedge \phi_{8-3} \wedge \phi_{8-4} \wedge \phi_{8-5} \wedge \phi_{8-6} \vee \phi_{8-7} \wedge \phi_{8-8} \wedge \phi_{8-9} \}$$

მარშრუტის დაპროექტებისას ხორციელდება ოპერაციების შემაღვენლობისა (ϕ_{8-1}) და თანმიმდევრობის (ϕ_{8-2}) დადგენა; თითოეული ოპერაციისათვის ისაზღვრება გადასვლების სიმრავლე (ϕ'_{8-1}) , დანადგარი (ϕ''_{8-1}) , ნამზადისა (ϕ'''_{8-1}) და დეტალის (ϕ''''_{8-1}) ოპერაციათაშორისი ზომები, ნამზადისა (ϕ''''_{8-1}) და დეტალის (ϕ''''''_{8-1}) ზედაპირების სიზუსტის პარამეტრები

$$\Psi_8 = \{ \phi_{8-1} \wedge \phi_{8-2} \}$$

$$\text{სადაც } \Phi_{8-1} = \{ \phi'_{8-1} \wedge \phi''_{8-1} \wedge \phi'''_{8-1} \wedge \phi''''_{8-1} \wedge \phi''''''_{8-1} \wedge \phi''''''_{8-1} \}$$

IX. ტექნოლოგიური ოპერაციის დაპროექტება

განეკუთვნება მეორე სისტემურ თვისებას. ეტაპის შესასვლელ მონაცემებს წარმოადგენენ, გადასვლების სიმრავლე (Φ_{9-1}) რომელიც სრულდება ოპერაციაში, ფორმა და ოპერაციათაშორისი ზომები ნამზადის (Φ_{9-2}) და დეტალის (Φ_{9-3}), ნამზადისა (Φ_{9-4}) და დეტალის (Φ_{9-5}) სიზუსტისა და ხარისხის პარამეტრები, დანადგარებისა (Φ_{9-6}) და სამარჯვების (Φ_{9-7}) შემადგენლობა და ტიპური გადაწყვეტები (Φ_{9-8}).

$\Phi_9 = \{ \Phi_{9-1} \wedge \Phi_{9-2} \wedge \Phi_{9-3} \wedge \Phi_{9-4} \wedge \Phi_{9-5} \wedge \Phi_{9-6} \wedge \Phi_{9-7} \wedge \Phi_{9-8} \}$
დაპროექტების შედეგად, ხდება ნამეტების ანგარიში (Φ_{9-1}), ინიშნება დაჟნებისა და ბაზირების სქემები (Φ_{9-2}), ირჩევა ჩარხი (Φ_{9-3}) და სამარჯვი (Φ_{9-4}), ფორმირდება ოპერაციის სტრუქტურა (Φ_{9-5}), დგინდება ინსტრუმენტი (Φ_{9-6}) და ჭრის რეჟიმები (Φ_{9-7}).

ამრიგად,

$$\Phi_9 = \{ \Phi_{9-1} \wedge \Phi_{9-2} \wedge \Phi_{9-3} \wedge \Phi_{9-4} \wedge \Phi_{9-5} \wedge \Phi_{9-6} \wedge \Phi_{9-7} \}$$

X. მმართველი პროგრამების დაპროექტება

განეკუთვნება მეორე სისტემურ თვისებას. მმართველი პროგრამა წარმოადგენს ტექნოლოგიური პროცესის, ჩარხის საშემსრულებლო ორგანოებისთვის საჭირო ელემენტარული ბრძანებების დონემდე დეტალიზებულ, აღწერას. ამასთან, ძირითადი ინფორმაცია მმართველ პროგრამაში შეიცავს, ინსტრუმენტის გადაადგილების ტრაექტორიას, რომელიც მოცემულია საყრდენი წერტილების კოორდინატთა თანმიმდევრობით და დამუშავების რეჟიმის პარამეტრებს.

შესასვლელი მონაცემები შეიცავს - დეტალის (Φ_{10-1}) და ნამზადის (Φ_{10-2}) გეომეტრიას, გადასვლების შემადგენლობასა და თანმიმდევრობას (Φ_{10-3}), ინსტრუმენტის პარამეტრებს (Φ_{10-4}), ჭრის რეჟიმებს (Φ_{10-5}), ჩარხის ტექნიკურ მახასიათებლებს (Φ_{10-6}) და ტიპურ გადაწყვეტებს (Φ_{10-7})

$$\Phi_{10} = \{ \Phi_{10-1} \wedge \Phi_{10-2} \wedge \Phi_{10-3} \wedge \Phi_{10-4} \wedge \Phi_{10-5} \wedge \Phi_{10-6} \wedge \Phi_{10-7} \}$$

ეტაპის გამოსასვლელ მონაცემებს შეადგენენ, ინსტრუმენტის გადაადგილების ტრაექტორიის გეომეტრიული პარამეტრები (Φ_{10-1}), ჭრის რეჟიმების შესწორებელი მნიშვნელობები (Φ_{10-2}) და მმართველი პროგრამის ლისტინგი (Φ_{10-3})

$$\Phi_{10} = \{ \Phi_{10-1} \wedge \Phi_{10-2} \wedge \Phi_{10-3} \}$$

XI. მმართველი პროგრამის ბამართვა

განეკუთვნება მეორე სისტემურ თვისებას და მის მიზანს წარმოადგენს მუშაუნარიანი, ანუ ისეთი მმართველი პროგრამის მიღება, რომელიც ვარგისიანი დეტალის მიღების საშუალებას იძლევა. გამართვის დროს ხდება მმართველ პროგრამაში შეცდომების გამოვლენა, რომლებიც დაკავშირებულია ინსტრუმენტის მუშაობის თანმიმდევრობასთან, გადაადგილების სქემასთან, დამატებითი ინსტრუმენტების რაოდენობასთან, ჭრის რეჟიმებთან, ინსტრუმენტის გავლებთან და გადარბენებთან. ამავე დროს ხორციელდება ამ უზუსტობების გასწორება.

ეტაპის შესასვლელ მონაცემებს წარმოადგენს, მმართველი პროგრამის ლისტინგი (Φ_{11-1}), სისტემის - ჩარხი-სამარჯვი-ინსტრუმენტი-დეტალი ფაქტიური პარამეტრები (Φ_{11-2})

$$\Phi_{11} = \{ \Phi_{11-1} \wedge \Phi_{11-2} \}$$

ხოლო გამოსასვლელ მონაცემებს შეადგენს გამართული მმართველი პროგრამა (Φ_{11-1})

$$\Phi_{11} = \{ \Phi_{11-1} \}$$

დასკვნები

1. საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური დაპროექტება წარმოადგენს რთულ, მრავალეტაპიან პროცესს, რომელშიც შესაძლებელია გამოიყოს 11 განზოგადოებული ეტაპი.
2. როგორც ცხადყო ანალიზმა, ცალკეული ეტაპის ამოცანები მჭიდროდ არიან დაკავშირებული ერთმანეთთან, ამიტომ მათ გადასაწყვეტად საჭიროა კომპლექსური მეთოდების დამუშავება.
3. დაპროექტების პროცესი, როგორც სისტემა განიცდის ღრმა უკუკავშირებს ცალკეულ ეტაპებს შორის.
4. ცალკეული ეტაპის ამოცანების კომპლექსური გადაწყვეტა და უკუკავშირების რეალიზაცია, წარმოადგენენ ძირითად მოთხოვნებს რომლებიც უნდა დააკმაფილოს საკონსტრუქტორო-

ლიტერატურა

1. Цветков В.Д. Система автоматизации проектирования технологических процессов/М.:Машиностроение.-1972.-239с.
2. Капустин Н.М. Разработка технологических процессов обработки деталей на станках с помощью ЭВМ.- М.:Машиностроение, 1976.-288с.
3. Мосталыгин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения.М.:Машиностроение.-1990.-287с.
4. ლოაძე თ.ნ. Основные вопросы оптимизации технологии машиностроительного производства."Сაბჭოთა საქართველო", Тბილისი.-1987.-248ს.
5. Горнев В.Ф., Савинов А.М., Валиков В.Н. Комплексные технологические процессы ГПС. Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы.-М.:Высшая школа, 1989.-кн.2.-108с.