

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

თორნიკე კაპანაძე

ამძრავთა მრავალკონტურიანი სისტემების მოდელირება
და დინამიკური სინთეზი მოცემული გარდამავალი
პროცესების მიხედვით

სადოქტორო პროგრამა: მექანიკის ინჟინერია და ტექნოლოგია
შიფრი 0715

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარმოდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

თბილისი
2022 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტზე № 501 მექანიკის ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების აკადემიურ დეპარტამენტში.

ხელმძღვანელი: ტმკ. ასოც. პროფესორი ხათუნი ამყოლაძე

რეცენზენტები: პროფესორი ვაჟა ქირია

ტმკ ბელა ნავროზაშვილი

დაცვა შედგება 2022 წლის „____“ _____ საათზე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის სადისერტაციო ნაშრომის დაცვის კოლეგიის სხდომაზე, კორპუსი -----, აუდიტორია -----

მისამართი: 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატისა – ფაკულტეტის ვებ გვერდზე.

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი -----

სამუშაოს ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალურობა. სამეცნიერო ტექნიკური პროგრესის თანამედროვე ტენდენციები ხასიათდებიან ეფექტური ტექნოლოგიების, ავტომატიზებული მანქანების და მოწყობილობების ფართო დანერგვით. ინერგებიან ავტომატიზებული მაკოპირებელი და პროგრამული მართვის ჩარხები, საჩარხო ხაზები და საჩარხო რობოტოტექნიკური სისტემები, ავტომატიზებული სატრანსპორტო მოწყობილობები და ა.შ.

როგორც ცნობილია მრავალწილად საწარმოო და სატრანსპორტო მანქანების ძირითადი ფუნქციონალური ელემენტებია ავტომატიზებული ელექტრომექანიკური, ჰიდრო, პნევმო, ელექტროჰიდრო და ელექტროპნევმო ამძრავები. აღნიშნული ამძრავები მრავალწილად მიეკუთვნებიან სტრუქტურულად რთულ ტექნიკურ სისტემებს.

თავის მხრივ ამძრავთა სისტემები განისაზღვრებიან მანქანათა მიერ შესასრულებელი საწარმოო და სატრანსპორტო პროცესების სტრუქტურული და კინემატიკური სირთულით და მათი დინამიკური მაჩვენებლებით.

ტექნოლოგიურ პროცესებს, რომლებიც ხასიათდებიან მნიშვნელოვანი სირთულებით, როგორც სტრუქტურისა და კინემატიკის, მექანიზაციისა და ავტომატიზაციის ხარისხის ამაღლების თვალსაზრისით, განეკუთვნებიან თანამედროვე ტექნიკაში და კერძოდ საავიჯო წარმოებაში ფართოდ გამოყენებული რთულპროფილიანი ზედაპირების დამუშავების პროცესები.

მრავალკონტურიანმა მრავალგანზომილებიანმა ამძრავებმა ფართო გამოყენება ჰპოვეს რთულპროფილიანი დეტალების დამამუშავებელ ჩარხებში.

აღსანიშნავია, რომ მაკოპირებელ საჩარხო სისტემებთან პარალელურად ფართოდ ინერგებიან ციფრული პროგრამული მართვის ჩარხები და რობოტოტექნიკური სისტემები, რომლებიც ფართოდ გამოიყენებიან დეტალების დამუშავების, ტექნოლოგიური პროცესების პრაქტიკული რეალიზაციისათვის.

ამძრავთა მრავალი სახის კონკრეტული საჩარხო მოთვალთვალე მაკოპირებული სისტემების შემუშავებასთან და კვლევასთან

დაკავშირებულ ნაშრომების მიმოხილვა მიგვითითებს იმაზე, რომ თუ რთულპროფილიან საავიჯო დეტალების დასამუშავებელ მოწყობილობებში ფართო გამოყენება ჰპოვებს ჰიდრაულიკურმა და ჰიდრომექანიკურმა სისტემებმა აღნიშნულთან ერთად სხვადასხვა სახის ტექნოლოგიურ სისტემებში ფართოდ ინერგებიან ამჟამად ელექტრომექანიკური და ელექტროჰიდრომექანიკური მოთვალთვალე ამჟამად ხასიათდებიან საკმაოდ მაღალი დინამიკური და საექსპლუატაციო მახასიათებლებით.

ამჟამად აღნიშნული სისტემების შემუშავებასა და კვლევასთან დაკავშირებულ ნაშრომთა მიმოხილვა მიგვითითებს მათში მიმდინარე პროცესების ანალიზისა და სინთეზის მეთოდებისა და მეთოდების ეფექტურობის შემდგომი ამაღლების, მათი ახალი სტრუქტურული და კონსტრუქციული სქემების შემუშავების სამეცნიერო-ტექნიკური ამოცანის აქტუალურობაზე.

ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს

თანამედროვე ავტომატიზებულ მანქანებში და მანქანათა კომპლექსებში ფართოდ გამოყენებული ამჟამად, კერძოდ რთულპროფილიანი დეტალების დამუშავებისათვის გამოიხსნის მრავალგანზომილებიანი მრავალკონტურიანი მაკოპირებელი და პროგრამული მართვის ჩარხებში და რობოტოტექნიკურ სისტემებში მომუშავე მრავალკონტურიანი მოთვალთვალე სისტემების ახალი სქემების და მოდელების, დინამიკური ანალიზისა და სინთეზის მეთოდების შემუშავებას, მიმართული განსახილველი ამჟამად პროექტირების, კვლევის ხარისხისა და ეფექტურობის ამაღლებისაკენ.

დასახული მიზნის მიღწევისათვის კვლევის ამოცანებში ჩართულია:

- ამჟამად საკვლევი სისტემები ფუნქციონირების, სტრუქტურული და კინემატიკური აგების, მათი დინამიკური კვლევის მეთოდებისა და მეთოდების ანალიზი და კვლევის ამოცანების ფორმირება;
- რთულპროფილიანი ზედაპირების დამუშავებისათვის გამოიხსნის პროცესების ფუნქციონალური ანალიზი და როგორც შედეგი

სამკოორდინაციანი კოპირების როტორულ-სახეხი ჩარხის ჰიდრომექანიკური მოთვალთვალე ამძრავის ცალკეული ელემენტებისა და მთლიანობაში სისტემის მოძრაობათა სტრუქტურული მოდელის შემუშავება;

- საკვლევი ჩარხის მრავალგანზომილებიანი მოთვალთვალე ამძრავში სახეხი პნევმოცილინდრების, ნამზადის ზედაპირთან კონტაქტის წერტილების, პნევმოცილინდრების ღერძების, საჩარხო როტორისა და მმართველი რგოლის ფარდობით მოძრაობათა ამსახველი კინემატიკური დამოკიდებულებების შემუშავება ნამზადის გრძივი და როტორის ბრუნვითი მოძრაობების პროცესებთან ურთიერთკავშირში;
- ცალკეული ფუნქციონალური ელემენტებისა და ცალკეული კოორდინატების ჰიდრომექანიკური მექანიზმების მოდელების ანალიზისა და მათი შეთანწყობით მთლიანი მოთვალთვალე სამკოორდინაციანი კოპირების ჰიდრომექანიკური სისტემის დინამიკური მოდელების შემუშავება და დინამიკური სინთეზის მეთოდოლოგიის ჩამოყალიბება;
- რთული სტრუქტურის საკვლევი ელექტრომექანიკური ამძრავის დინამიკური მოდელირება რეგულირებისა და მართვის მაძლიერებელი და გარდამქმნელი ელემენტების ცალკეული მოდელების შერწყმით დრეკადრგოლებიანი მექანიკური ნაწილის აპროქსიმაციულ მოდელებთან;
- მიღებული მოდელების გამოყენებით განხილვადი მოთვალთვალე სისტემების გადამცემი ფუნქციების, დინამიკური სტრუქტურული სქემების ანალიზისა დინამიკური სინთეზის ორიგინალური მეთოდების და მეთოდიკების შემუშავება.

ნაშრომის სამეცნიერო სიახლე მდგომარეობს:

- საკვლევი მრავალკონტურიანი, მრავალგანზომილებიანი როტორულ-სახეხი ჩარხის სამკოორდინაციანი კოპირების ჰიდრომექანიკური მოთვალთვალე ამძრავის შემუშავებულ ორიგინალური სახის სტრუქტურულ სქემაში, მოთვალთვალე სისტემის ორიგინალურ მოდელებში და კვლევის მეთოდებში.

– რთული სტრუქტურის საჩარხო ელექტრომექანიკური ამძრავების მათემატიკური მოდელირების, მოცემული გარდამავალი პროცესების მიხედვით სინთეზის მეთოდში, სინთეზირებადი პარამეტრების ოპტიმიზაციური გაანგარიშების მეთოდიკების და მეთოდების ახალ მეთოდოლოგიურ მიდგომებში.

ნაშრომის პრაქტიკულ ღირებულებას შეადგენენ: მაკოპირებული ჩარხის მრავალკონტურიანი მრავალგანზომილებიანი მოთვალთვალე ამძრავის და საჩარხო მრავალკონტურიანი ელექტრომექანიკური ამძრავის კინემატიკური და დინამიკური მოდელირებას, ორიგინალური კინემატიკური და სტრუქტურული სქემების დინამიკური სინთეზის ორიგინალური მეთოდები და მეთოდიკები, მიმართული ამ სისტემათა ხარისხისა და ეფექტურობის ამაღლებისაკენ:

ნაშრომის აპრობაცია: ნაშრომის ძირითადი შედეგები მოხსენებული იქნა საერთაშორისო კონფერენციაზე, The nternationoe Scitntific Conferenct of Mechanica 2016.

პუბლიკაციები. დისერტაციის მასალები წარმოდგენილია ღია 6 სამეცნიერო ნაშრომში.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა:

სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავალის, ლიტერატურული მიმოხილვის, შედეგებისა და განსჯის და საერთო დასკვნებისაგან. წარმოდგენილი 131 გვერდზე, შეიცავს 23 ნახაზს და ლიტერატურის სიას 144 დასახელებით.

ნაშრომის ძირითადი შინაარსი

შესავალ ნაწილში დასაბუთებულია სადისერტაციო ნაშრომის აქტუალურობა.

ლიტერატურის მიმოხილვა. ჩატარებულია თანამედროვე ტექნიკაში ფართოდ გამოყენებული ამძრავთა, მათ შორის ჰიდრავლიკური და ელექტროჰიდრომექანიკური ამძრავების ზოგადი ფუნქციონალური და სტრუქტურული თავისებურებების მიმოხილვა.

ავტომატიზირებულმა ამძრავებმა ფართო გამოყენება ჰპოვეს მაკოპირებელ ჩარხებში.

რთული ზედაპირის მქონე დეტალების დამუშავებისათვის ფართო გამოყენება ჰპოვეს – საკოპირე ჩარხებმა როგორც მექანიკური, აგრეთვე ელექტრული და ჰიდრავლიკური მართვით; პროგრამული მართვის ჩარხებმა ბრტყელი და სივრცითი ზედაპირებისათვის [21-23].

გაანალიზებულია ასეთ საჩარხო სისტემებში გამოყენებული მრავალგანზომილებიანი ამძრავთა სისტემების სტრუქტურული თავისებურებები.

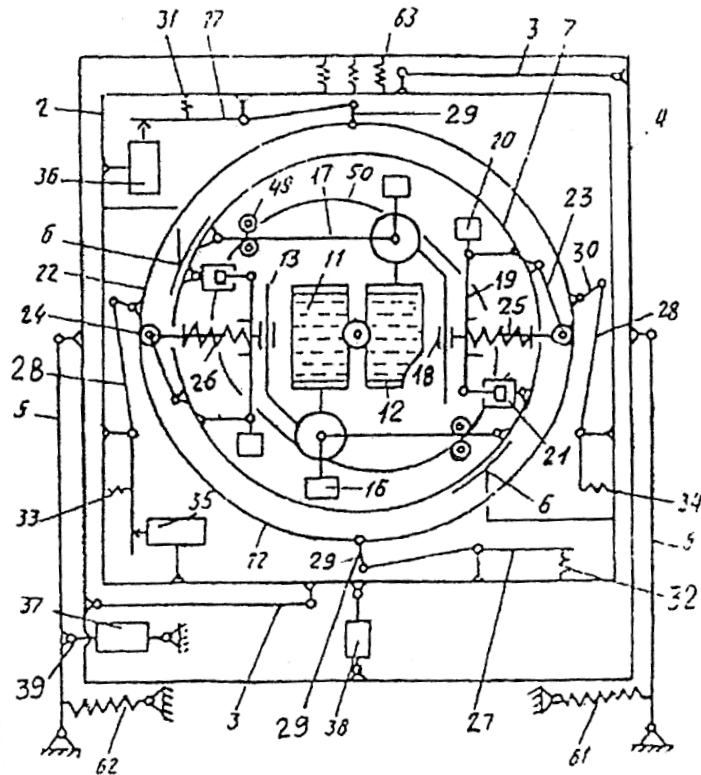
ჩატარებულია განხილვადი დინამიკური სუსტემების მოდელირებისა და კვლევის საკითხების მიმოხილვა. კერძოდ გაანალიზებულია, როგორც მექანიკური ნაწილის მოდელირება-კვლევისათვის საჭირო მათემატიკური კანონზომიერებები, აგრეთვე მოთვალთვალე ავტომატიზებული ამძრავთა სისტემების აგების და კვლევის ძირითადი მეთოდები და მეთოდიკები.

ნაშრომის ძირითადი ნაწილში. განხილულია მრავალგანზომილებიანი მრავალკონტურიანი ამძრავთა სისტემების აღჭურვილი მაკოპირებელი სახეები ჩარხების ჰიდროკინემატიკური სქემები, რომელთა დანიშნულებაა ერთ სიბრტყეში გაღუნული როგორც მრუდწირული, აგრეთვე მრუდწირულ-ფასონური დეტალების დამუშავება.

აღნიშნულია, რომ განხილული მაკოპირებელი სისტემების შემდგომი განვითარების შესაბამისად შემუშავებულია სამკოორდინატიანი მაკოპირებელი სისტემა, რომელიც გამიზნულია ორ სიბრტყეში გაღუნული მრუდწირულ-ფასონური ზედაპირების ხეხვით დამუშავების რეალიზაციისათვის.

ნახ. 1 და 2 მოყვანილია განხილვადი ჩარხის კინემატიკური სქემები შესაბამისად წინხედში და აქსონომეტრიაში.

ჩარხი შემადგენელი ნაწილებია ტრანსპორტიორები 1, შიგა 2 და გარე 4 ჩაკეტილ ოთხრგოლები. შიგა ოთხრგოლა 3 მხრეულებით დაკავშირებულია სახრულად გარე ოთხრგოლასთან 4. უკანასკნელის მხრეულები 5 სახრულად უკავშირდებიან სადგარს. შიგა ოთხრგოლაზე მიმმართველებში



ნახ. 1. სამკოორდინატიანი კოპირების საჩარხო სისტემის კინემატიკური სქემა

6 ჩამონტაჟებულია როტორი 7 და მასზედ თავისუფლად დასმული კბილა თვალი 8. თვალი 8 მოდებამია კბილა თვალთან 9. თვალი 9 დაყენებულია ლილვზე 10. როტორი ზიდავს ორ სახეხ 11 და 12 ცილინდრებს, მათი ღერძები დაყენებულია 13 შტანგების საკისრებში და ამოდრავებენ მათზე დამაგრებულ კბილანებს 14. 13 შტანგები მიერთებული არიან ლილვების 15 ღერძებთან, 11 და 12 სახეხი ცილინდრების გასაწონასწორებლად გამოყენებულია ტვირთები 16. 15 ლილვები დამონტაჟებულია მოქანავე ჩარჩოებზე 17. 13 შტანგები შედიან მილისებში 18 და სახსრულად უერთდებიან ბერკეტებს 19, რომლებიც გაწონასწორებული არიან საპირწონეთი 20. ბერკეტები 19, დემფერების 21 საშუალებით, სახსრულად არის დაკავშირებული როტორთან.

მმართველი რგოლი 22 კონტაქტშია ორი ერთმანეთის მიმართულებით პერპენდიკულარულად დამონტაჟებულ მხრეულებზე 23 დაყენებულ გორგოლაჭებთან 24. მმართველ რგოლს 22 და გორგოლაჭებს 24 შორის

კონტაქტი ხორციელდება 23 მხრეულებთან სახსრულად ჩამაგრებულ კოჭებზე 25 ჩამოცმული სარეგულირებელი 26 ზამბარების დახმარებით, რომლებიც თავის მხრივ ეყრდნობიან ბერკეტებს 19.

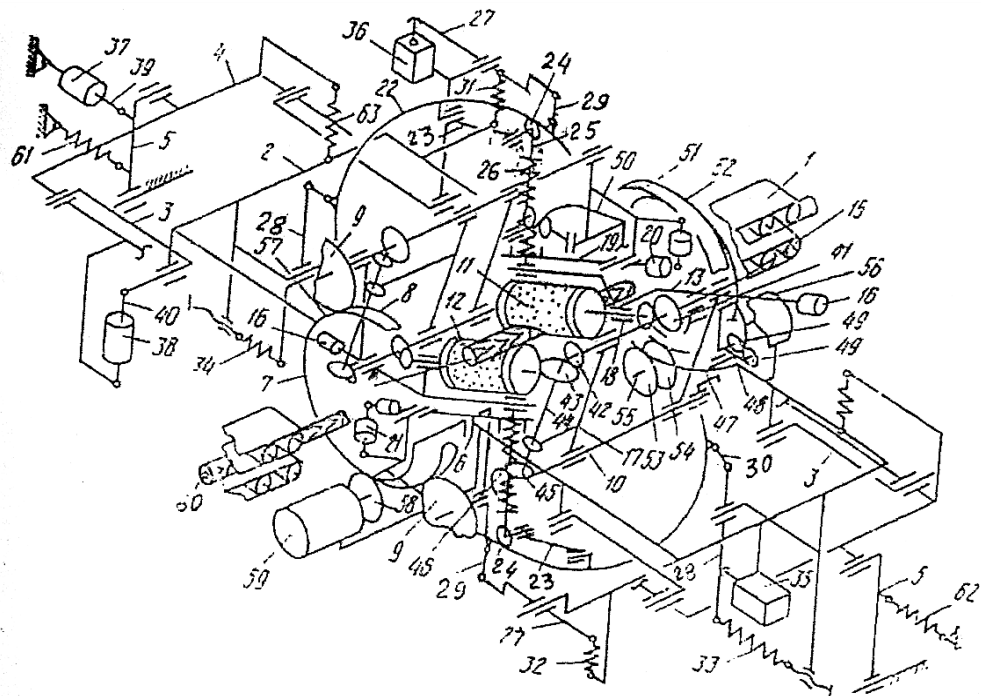
მმართველი რგოლი 22 დაკავშირებულია სახსრულად შიგა ოთხრგოლაზე დაყენებულ ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ 27, 28, 29 და 30 მხრეულებთან. 27 და 28 მხრეულები აღჭურვილი არიან ზამბარებით 31, 32, 33 და 34. ამასთან, ორი (27 და 28 ზამბარებით) კონტაქტშია შიგა ოთხრგოლაზე დამონტაჟებულ ჰიდრავლიკურ მკვეთარებთან 35 და 36 მანაწილებლებთან. მკვეთარებიანი მანაწილებლები 35 და 36 დაკავშირებულია ჰიდროცილინდრებთან 37 და 38. ეს ჰიდროცილინდრები სახსრულად არიან დაყენებულნი სადგარზე და გარე ოთხრგოლაზე, ჭოკებით 39 და 40 სახსრულად უერთდებიან გარე და შიგა ოთხრგოლას 5 და 2 მხრეულებს.

სახეხი პნევმოცილინდრების ლილვებზე 11 და 12 დაყენებული კონუსური კბილანები 14 მოდებაში არიან ლილვზე 15 ხისტად დასმულ კბილანებთან 41. ამ ლილვებზე აგრეთვე, დასმულია კბილანები 42, რომლებიც მოდებაში არიან კონუსურ კბილანებთან 43. უკანასკნელები ხისტად არიან დასმულნი ლილვებზე 44. ამავე ლილვებზე 44 ხისტად დასმულია აგრეთვე კონუსური კბილანები 45, რომლებიც მოდებაში არიან ლილვებზე 10 დასმულ კბილანებთან 46. მოქანავე ჩარჩოებს 17 აქვთ საბიძგებლები 47 ორი გორგოლაჭი 49 შემოგორდება 50 მუშტას ფერსოზე. უკანასკნელი ხისტადაა მიერთებული როტორზე 7 დაყენებულ კბილა თვალთან 51. უკანასკნელის კბილთა რიცხვი 1 ან 2 კბილით ნაკლებია 52 კბილთა რიცხვისა. კბილანა თვლები 51 და 52 მოდებაში არიან 53 და 54 კბილანებთან, რომლებიც ხისტად დასმული არიან შიგა ოთხრგოლაზე 2 დაყენებულ ლილვზე 55. უკანასკნელი ბრუნვით მოძრაობას იღებს ჰიდროამძრავიდან 56. როტორზე დამაგრებული კბილანა თვალი 57 მოდებაშია 58 კბილა თვალთან, რომელიც დასმულია 59 ლილვზე. დასამუშავებელი ნამზადი 60 მოთავსებულია 11 და 12 სახეხ ცილინდრებს

შორის. გარდა ჰიდროცილინდრებისა 37 და 38 ურთიერთკავშირი ოთხრგოლებს 2, 4 შორის აგრეთვე ხორციელდება, მათზე მიერთებული ზამბარებით 63. ანალოგიურად ზამბარების 61 და 62 საშუალებით მხრეულები 5 ურთიერთდაკავშირებულნი არიან სადგართან.

ჩარხი მუშაობა ხორციელდება შემდეგნაირად: დასამუშავებელი ნამზადი 60 მიეწოდება ტრანსპორტიორებში 1, რომლებიც გადაადგილებენ მას სახეხი პნევმოცილინდრებს შორის ღრიჭოში. სახეხი პნევმოცილინდრები ბრუნავენ თავისი ღერძების გარშემო და ასევე როტორთან ერთად დეტალის გარშემო. სახეხი ცილინდრების ბრუნვითი მოძრაობა ხორციელდება ორი ჯაჭვის მიხედვით: ა) 59 ჰიდროძრავადან ჯაჭვით 58-57-8-9-46-45-43-42-41-14;

ბ) 56 ჰიდროამძრავადან – გადაცემა 54-52, როტორი და კბილანები 9 ერთად შემოგორდებიან კბილა კბილანაზე 8 და შემდეგ ბრუნვითი მოძრაობა ჯაჭვით 9-46-45-43-42-41-14. განხილულ სქემაში კბილანები 9 წარმოადგენენ დიფერენციალური მექანიზმის ნაწილებს, რომლებზედაც ცენტრალური თვალიდან 8 და როტორის სატარისაგან ხორციელდება – როტორზე დამაგრებული 52 კბილა თვლით მიწოდებული მოძრაობების შეჯამება.



ნახ. 2. მაკოპირებელი ჩარხის სივრცითი კინემატიკური სქემა

ბრუნვითი მოძრაობების გარდა სახეხი პნევმოცილინდრები, აგრეთვე ასრულებენ უკუქცევით-წინსვლით მოძრაობებს. აღნიშნული რაც ხორციელდება ჩარჩოების 17 ქანაობით სახეხ ცილინდრებთან ერთად. ქანაობა ხორციელდება მუშტას 50-თან ერთად საბიძგებლების 47 საშუალებით. მუშტას პროფილი უზრუნველყოფს საბიძგებლებისა და სახეხი ცილინდრების თანაბარ ქანაობას. მუშტას ბრუნვა როტორის მიმართ ხორციელდება კბილა თვლების 51 და 52 მეშვეობით.

ნამზადზე სახეხი ცილინდრების საჭირო მიჭერის ძალა განხორციელებულია მათში დაჭირხნული ჰაერის წნევით და 26 სარეგულირებელი ზამბარების ძალით. ტვირთებით 16 და 20 ხორციელდება სახეხი ცილინდრების და ბერკეტების დაბალანსება. 21 დემპფერების სქემაში ჩართვა მიმართულია სახეხი ცილინდრების და მმართველი რგოლის 22 რხევების და შემცირებისაკენ.

სწორხაზოვანი სიმეტრიული ცვლადი კვეთის მქონე დეტალის დამუშავებისას, დეტალი, მიეწოდება რა სახეხ პნევმოცილინდრებს შორის ღრიჭოში, სიმეტრიულად გადაადგილებს მათ როტორის ღერძის მიმართ. ტოლი სიდიდით გადაიხრებიან მილისები 18, ბერკეტები 19, რადგანაც ერთნაირი სიდიდით მოქმედებენ ზამბარებზე 26. თავის მხრივ, მხრეულები 27, 28 და მიმმართველი რგოლი 22, როტორის ღერძის მიმართ რადიალური მიმართულებით რჩებიან უძრავ მდგომარეობაში.

ამასთან ერთად მოყვანილი ჩარხის გამოყენება საშუალებას იძლევა ხის სივრცითი მრუდწირული ღერძის მქონე, რთულპროფილიანი დეტალების ხეხვით დამუშავების დროს განხორციელებული იყოს ღერძის ორკოორდინატიანი მიყოლა ნამზადების ღერძის მიმართ.

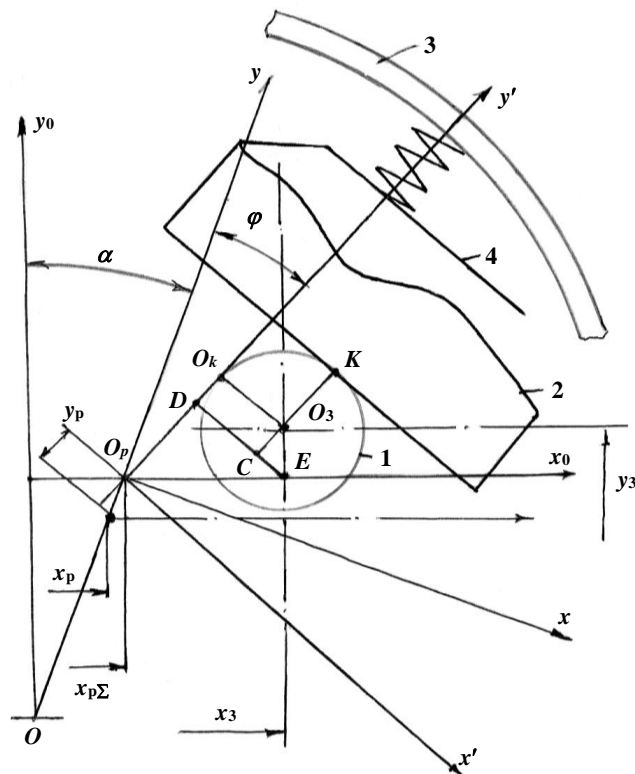
განხილვადი სისტემის შემდგომ კვლევებთან დაკავშირებით გაანალიზებული იქნა ჰიდრავლიკური და ელექტროჰიდრავლიკური ამძრავთა სისტემების დინამიკური მოდელირებისა და გარდამავალი პროცესების ხარისხობრივი ანალიზის საკითხები, ჰიდრავლიკური ნაწილის ძირითადი კანონზომიერებები, კერძოდ სიჩქართი მახასიათებლების განტოლებები. ამასთან ერთად გაანალიზებული იქნა ხახუნის ძალით

გამოწვეული იმპულსური ფუნქციის ზემოქმედებათა კანონზომიერებები. კვლევებმა გვიჩვენეს მისი მადემფირებელი თვისებები.

შემდგომი ამოცანაა განხილვადი სამკოორდინატო კოპირების მრავალკონტურიანი მოთვალთვალე ჰიდრომექანიკური ამძრავის დინამიკური მოდელების შემუშავება.

მოთვალთვალე სისტემის დინამიკის მათემატიკური მოდელის აგებისათვის პირველ რიგში განვიხილავთ ჩარხის მუშა ორგანოების მოძრაობების ფარდობით მოძრაობათა კინემატიკას მაკოპირებელი მოძრაობების რეალიზაციის პროცესში.

აღნიშნულთან დაკავშირებით ნახ. 3 წარმოდგენილია პნევმოცილინდრების, მმართველი რგოლის და ჩარხის როტორის ფარდობით მოძრაობათა სქემა ნამზადის ღერძული გადაადგილების ვექტორის პერპენდიკულარულ სიბრტყეში.



ნახ. 3. ფარდობით მოძრაობათა კინემატიკის სქემა

ნახაზზე: 1 – დასამუშავებელი ნამზადი; 2 – სახეხი პნევმოცილინდრი; 3 – მოთვალთვალე რგოლი; O_p და O_3 – როტორის და ნამზადის ღერძების მიმდინარე მდებარეობა, რომლებიც შესაბამისად ხასიათდებიან

კოორდინატებით O_p და O_3 უძრავ კოორდინატთა სისტემაში $O_0x_0y_0z_0$; O_k – რგოლის ღერძის მიმდინარე მდებარეობა; φ – როტორის ბრუნვითი მოძრაობის კუთხური კოორდინატი; α – კუთხური მოძრაობების კოორდინატი მხრეულისა, რომელიც ზიდავს გარე ბარბაცას მასზედ დამაგრებულ შიგა ბარბაცას და როტორს; 4 – მხრეული, კინემატიკურად დაკავშირებული პნევმოცილინდრების რადიკალურ გადაადგილებებთან; 5 – ზამზარა, დაყენებული კინემატიკურ ჯაჭვში.

ნამზადის მიმდინარე ღერძი O_3 განისაზღვრება მიმდინარე კოორდინატებით x_3 და y_3 . როტორის ღერძი მიმდინარე მდებარეობა კიდევ განისაზღვრება მიმდინარე კოორდინატით $x_{p\Sigma}$, რომელიც თავის მხრივ განისაზღვრება მიმდინარე კუთხით α და მასთან შესაბამისი ხაზოვანი გადაადგილებით x_p გარე ბარბაცის საწყის ღერძული წერტილით O_{p1} და გადაადგილებით $y_p = O_p - O_{p1}$ შიგა ბარბაცას როტორთან ერთად.

ასეთ შემთხვევაში მოთვალთვალე რგოლის გადაადგილება y' ღერძის მიმართ განისაზღვრება $O_k O_p$ მონაკვეთით პლიუს ნამზადის რადიუსის მიმდინარე მნიშვნელობა.

პნევმოცილინდრის ნამზადთან კონტაქტის წერტილის მიმდინარე გადაადგილება y' კოორდინატთა ღერძის მიმართ განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$y_k = x_k |\sin \varphi| + r_3, \quad (1)$$

სადაც $x_k - K$ წერტილის კოორდინატი და r_3 – ნამზადის კვეთის რადიუსი.

პნევმოცილინდრების ბრუნვის ცენტრების მდებარეობები განისაზღვრებიან დამოკიდებულებებით:

$$y_{u1} = x_{31} |\sin \varphi| - x_{p*} |\sin \varphi| + (y_{31} - y_{p*}) |\cos \varphi| (R - \delta_1) \cos \gamma_1 + r_{31}(x_{k1}); \quad (2)$$

$$y_{u2} = x_{32} |\sin \varphi| - x_{p*} |\sin \varphi| - (y_{32} - y_{p*}) \cos \varphi - (R - \delta_2) \cos \gamma_2 - r_{32}(x_{k2}), \quad (3)$$

სადაც δ_1 და δ_2 – შესაბამისად პირველი და მეორე პნევმოცილინდრების მიმდინარე დეფორმაციები; γ_1 და γ_2 – მხების დახრის კუთხეები პირველი და მეორე პნევმოცილინდრების K_1 და K_2 კონტაქტის წერტილებში; x_{31} და

x_{32} – ნამზადის ღერძის კოორდინატები კონტაქტის წერტილებში; y_{u1} და y_{u2} – პნევმოცილინდრების ბრუნვის ცენტრების კოორდინატები; R – პნევმოცილინდრის რადიუსი; $y_{p^*} = y_p \cos \alpha$; $\varphi_* = \alpha - \varphi$.

აქ x_{31} და x_{32} წარმოადგენენ ფუნქციებს

$$x_{31} = f(x_k) \text{ და } x_{32} = f(x_k)$$

და თავის მხრივ ფუნქციით $r(x_k)$ განისაზღვრება ნამზადი კვეთის რადიუსი, რომელიც მრუდწირულ-ფასონური ზედაპირების შემთხვევაში არის ცვლადი ურთიერთკავშირში კონტაქტის წერტილების K_1 და K_2 ღერძულ მდებარეობებთან.

თანახმად (2) და (3)-ის

$$\delta_1 \cos \gamma_1 = (x_{31} - x_{p^*}) |\sin \varphi_*| + (y_{31} - y_{p^*}) |\cos \varphi| R \cos \gamma_1 + r_3(x_{k1}) - y_{u1}; \quad (4)$$

$$-\delta_1 \cos \gamma_2 = (x_{32} - x_{p^*}) |\sin \varphi_*| - (y_{31} - y_{p^*}) |\cos \varphi| R \cos \gamma_2 + r_3(x_{k2}) - y_{u2}. \quad (5)$$

აღნიშნული დამოკიდებულების გამოყენებით შემუშავებული იქნა ცალკეული ელემენტების და მთლიანობაში საკვლევი სისტემის პოტენციური და კინეტიკური ენერგიების, დისიპაციური ფუნქციების და მოქმედ განზოგადოებულ ძალთა გამოსახულებები.

ლაგრანჟის მეორე გვარი განტოლების გამოყენებით ზოგადი სახით მმართველი რგოლის (ზემოქმედი მოწყობილობებთან ერთად) დინამიკა ჩაიწერება ასე:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T_k}{\partial \dot{y}_k} \right) - \frac{\partial T_k}{\partial y_k} = - \frac{\partial \Pi}{\partial y_k} - \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{y}_k} + Q_1 + Q_2, \quad (6)$$

სადაც:

$$T_k = \frac{1}{2} m_p (\dot{x}_p)^2 + \frac{1}{2} m_k (\dot{y}_k)^2 + \frac{1}{2} m_u (\dot{y}_{u1})^2 + \frac{1}{2} m_{u2} (\dot{y}_{u2})^2;$$

$$\Phi_k = \frac{1}{2} b_k \left[\frac{d}{dt} (x_p |\sin \varphi| - y_k) \right]^2 + \frac{1}{2} b_{u1} (\dot{y}_{u1} - \dot{y}_k)^2 + \frac{1}{2} b_{u2} (\dot{y}_{u2} - \dot{y}_k)^2; \quad (7)$$

სადაც: C_δ – პნევმოცილინდრების სიხისტე, C_1 – მოთვალთვალე რგოლისა და პნევმოცილინდრების მხრეულებს შორის დაყენებული ზამბარების სიხისტე; C_2 – გარე ოთხრგოლას მმართველი მოთვალთვალე სისტემის

ჰიდრავლიკური მკვეთარის და მოთვალთვალე რგოლს შორის დაყენებული ზამბარების ხისტები; C_3 – შიგა ოთხრგოლას მმართველი მოთვალთვალე სისტემის ჰიდრავლიკური მკვეთარის და მოთვალთვალე რგოლს შორის დასმული ზამბარების სიხისტე.

T_κ , Π_κ და Φ_κ – შესაბამისად ანალიზირებადი სისტემის კინეტიკური და პოტენციური ენერგიები და დისიპაციური ფუნქცია, m_1 – ბარბაცა 5-თან ერთად ჩარხის გადაადგილებადი ელემენტების დაყვანილი ჯამური მასა; m_2 – შიგა ოთხრგოლას ყველა გადაადგილებადი ელემენტების დაყვანილი მასა; b_{u1} და b_{u2} – დისიპაციური ფუნქციის კოეფიციენტები.

გადავდივართ გაშლილ ფორმაზე, რომელიც გამოისახება შემდეგი სისტემით:

$$m_{u1}\ddot{y}_{u1} + b_{u1}(\dot{y}_\kappa - \dot{y}_{u1}) + C_\delta \frac{1}{\cos^2 \gamma_1} [(x_{31} - x_p)|\sin \varphi| + (y_{31} - y_{p*})|\cos \varphi| + R \cos \gamma_1 + r(x_{\kappa 1}) - y_{u1}] + C_{11}(y_{u1} - y_\kappa) = Q_{p1}; \quad (8)$$

$$m_{u2}\ddot{y}_{u2} + b_{u2}(\dot{y}_{u2} - \dot{y}_\kappa) + C_\delta \frac{1}{\cos^2 \gamma_2} [(x_{32} - x_p)|\sin \varphi| - (y_{31} - y_{p*})|\cos \varphi| + R \cos \gamma_2 + r(x_{\kappa 2}) - y_{u2}] + C_{12}(y_{u2} - y_\kappa) = Q_{p2}; \quad (9)$$

$$m_\kappa \ddot{y}_\kappa + b_{u1}(\dot{y}_\kappa - \dot{y}_{u1}) + b_{u2}(\dot{y}_\kappa - \dot{y}_{u2}) + C_{11}(y_\kappa - y_{u1}) + C_{12}(y_\kappa - y_{u2}) + C_2(y_\kappa |\sin \varphi| - x_p) |\sin \varphi| + C_3(y_\kappa |\cos \varphi| - y_p) |\cos \varphi| = 0. \quad (10)$$

ამ განტოლებებში: m_{u1} , m_{u2} – მასები, რომლებიც განსაზღვრულია სახეხი პნევმოცილინდრების მასებით და მათზე დაყვანილი ერთობლივად გადაადგილებადი მექანიკური რგოლების მასებით,

საკვლევი ამძრავი სისტემის ჰიდრავლიკური ნაწილების დინამიკის განტოლებები შეგვიძლია ჩავწეროთ ასე:

$$\frac{d}{dt} F_{z\gamma} + k_{\gamma c} \dot{x} = k_{\gamma c} k_{v1} \sqrt{1 - \frac{1}{P_n F} (F_{z\gamma} + B_2 \ddot{x} + B_1 \dot{x}) \text{sign} \varepsilon \cdot \varepsilon}, \quad (11)$$

$$\frac{d}{dt} F_{z\gamma B} + k_{\gamma c} y_p = k_{\gamma c} k_{vB} \sqrt{1 - \frac{1}{P_n F_\varepsilon} (F_{z\gamma B} + B_2 \ddot{y}_p + B_1 \dot{y}_p) \text{sign} \varepsilon_\varepsilon \cdot \varepsilon_\varepsilon}, \quad (12)$$

სადაც p_n – მმართველი ოთხხვერიანი მკვეთარასთან მოყვანილი სითხის წნევა, $k_{\omega c}$ და k_{v1}, k_{vB} – შესაბამისად ჰიდრავლიკური სისტემების სიხისტისა და ჰიდრავლიკური სისტემების სიჩქარის მიმართ გამლიერების კოეფიციენტები; B_1 – კოეფიციენტი, რომელიც აღრიცხავს ბლანტი ხახუნის დანაკარგებს ზეთსადენებში; B_2 – კოეფიციენტი, რომელიც აღრიცხავს ზეთსადენებში სითხით შექმნილი ინერციულ დატვირთვებს; x და y_p – ჰიდროცილინდრების დგუშების გადაადგილებათა კოორდინატები; F_{zu} , F_{zUB} – ჰიდროცილინდრთა ჭოკებზე მოდებული ძალები.

თავის მხრივ:

$$F_{zu} = k_r \left(m_p \ddot{x}_p + b_p \dot{x}_p + \frac{\partial \Pi_{\Sigma c}}{\partial x_p} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{x}_p} + Q_{mpx} \right) + F_{mpx} \text{sign} \dot{x}_p, \quad (13)$$

$$F_{zUB} = k_{rB} \left(m_y \ddot{y}_p + b_y \dot{y}_p + \frac{\partial \Pi_{\Sigma c}}{\partial y_p} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{y}_p} + Q_{mpy} \right) + F_{mpy} \text{sign} \dot{y}_p, \quad (14)$$

სადაც k_r – როტორის ღერძზე და ძალოვანი ჰიდროცილინდრი დგუშზე მოდებული ძალების დაყვანის კოეფიციენტი;

$$Q_{mpx} = f_{mp} C_\delta (\delta_1 + \delta_2) |\cos \phi| \text{sign} \dot{x}_p; \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_{\Sigma c}}{\partial x_p} &= 2C_1 \sin^2 \phi x_p - 2C_1 |\sin \phi| y_k + 2C_2 \sin^4 \phi x_p - \\ &- 2C_2 \sin^2 \phi |\sin \phi| y_k = 2(C_1 \sin^2 \phi + C_2 \sin^4 \phi) x_p - \\ &- 2(C_1 |\sin \phi| + C_2 \sin^2 \phi |\sin \phi|) y_k, \end{aligned} \quad (16)$$

f_{mp} – მშრალი ხახუნის ძალის კოეფიციენტი; m_p – გადაადგილებადი ნაწილების ჩარხის როტორის ღერძზე დაყვანილი მასა; b_p – დემპფირების კოეფიციენტი; F_{mpx} – გამომავალ კოორდინატებზე დაყვანილი ჰიდროცილინდრში და ჩარხის მექანიზმებში აღძრული ხახუნის ძალები; Φ – დისიპაციური ფუნქციები.

გარკვეული გარდაქმნების შემდეგ შეგვიძლია ჩავწეროთ:

$$k_z m_p \ddot{x}_p + k_z b_p \dot{x}_p + k_{\omega cp} \dot{x}_p + k_z b_p \dot{x}_p + C_2 x_p |\sin \phi| +$$

$$\begin{aligned}
& + k_e \left| \sin^2 \varphi \left(\frac{1}{\cos^2 \gamma_1} + \frac{1}{\cos^2 \gamma_2} \right) x_p + k_e \Delta x_3 + k_e \Delta R_\gamma |\sin \varphi| + \right. \\
& + r_e \Delta x_{31} + r_e \Delta R_\gamma |\sin \varphi| + k_e \Delta \tau_{3\kappa} |\sin \varphi| - k_e \frac{|\sin \varphi|}{\cos^2 \gamma_1} y_{u1} + k_e \frac{|\sin \varphi|}{\cos^2 \gamma_2} y_{u2} = \\
& = k_{\kappa} k_v \sqrt{1 - \frac{1}{p_n F} (F_{zu} + B_2 \ddot{x} + B_1 \dot{x}) \text{sign}(y_\kappa - x_p |\sin \varphi| \sin \varphi)} \times \\
& \times (y_\kappa - x_p |\sin \varphi|) |\sin \varphi|, \tag{17}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& k_e m_y \ddot{y}_p + k_e b_y \ddot{y}_p + k_e b_y \dot{y}_p + C_3 y_p |\cos \varphi| + \\
& + k_e \left| \cos^2 \varphi \left(\frac{1}{\cos^2 \gamma_1} + \frac{1}{\cos^2 \gamma_2} \right) y_p + k_e \Delta x_3 + k_e \Delta R_\gamma |\cos \varphi| + \right. \\
& + r_e \Delta y_{31} + k_e \Delta \tau_{3\kappa} |\cos \varphi| - k_e \frac{|\cos \varphi|}{\cos^2 \gamma_1} y_{u1} + k_e \frac{|\cos \varphi|}{\cos^2 \gamma_2} y_{u2} = \\
& = k_{\kappa} k_e \sqrt{1 - \frac{1}{p_n F_e} (F_{zue} + B_2 \ddot{y}_p + B_1 \dot{y}_p) \text{sign}(y_\kappa |\cos \varphi| - y_p)} \cdot (y_\kappa |\cos \varphi| - y_p), \tag{18}
\end{aligned}$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც საქმე გვაქვს ბრტყლად გაღუნული და მრუდწირულფასონური (ბრტყლადმრუდწირული) დეტალების დამუშავებასთან საკვლევი სამკოორდინატული კოპირების სისტემა გარდაიქმნება შესაბამისად ორ და ერთკოორდინატიანი კოპირების სისტემებად: კოპირება ხდება ნამზადის ღერძისა და მეორე შემთხვევაში ნამზადის დიამეტრისა და მისი ღერძის x კოორდინატის ცვლადობის შესაბამისად.

საკვლევი სისტემის შემდგომი დინამიკური კვლევების ცნობილი მიდგომების თანახმად. ნაშრომში განხორციელებულია მიღებული არაწრფივი არასტაციონარული მათემატიკური მოდელის გაწრფივებელი გასაშუალებელი სტაციონარულ მოდელებზე გადაყვანა.

განხილული განტოლებების გაწრფივებულ სტაციონარულ ფორმას აქვს შემდეგი სახე

$$\begin{aligned}
m_{u1} \ddot{y}_{u1} + b_{u1} \dot{y}_{u1} + (C_{\delta 1} + C_{11}) y_{u1} &= C_{\delta 1} (x_{31} - x_p) \sin \varphi_c + \\
& + C_{\delta 1} (y_{31} - y_{px}) \cos \varphi_c + C_{11} y_k + b_{u1} \dot{y}_k; \tag{19} \\
m_{u2} \ddot{y}_{u2} + b_{u2} \dot{y}_{u2} + (C_{\delta 2} + C_{12}) y_{u2} &= C_{\delta 2} (x_{32} - x_p) \sin \varphi_c +
\end{aligned}$$

$$+C_{\delta 1}(y_{31}-y_{px})\cos \varphi_c+C_{11}y_k+b_{u2}\dot{y}_k ; \quad (20)$$

$$m_{\kappa}\ddot{y}_{\kappa}+b_{ue}\dot{y}_{\kappa}+2C_1y_{\kappa}=C_{\varepsilon}y_u+C_2x_p\sin \varphi_c+C_3y_p\cos \varphi_c ; \quad (21)$$

$$m_{px}\ddot{x}_p+(b_{px}+2b_x\sin \varphi_c)\dot{x}_p+[k_{\kappa c}+2(C_1\sin \varphi_c+C_2)]\dot{x}_p+ \\ +k_{\kappa c}k_vx_p=k_{\kappa c}k_vy_{\kappa}\sin \varphi_c+2(C_1\sin \varphi_c+C_2)\sin \varphi_c\dot{y}_{\kappa}+2b_{\kappa}\sin \varphi_c\dot{y}_{\kappa} . \\ m_y\ddot{y}_p+(b_{yp}+2b_{\kappa}\sin \varphi_c)\dot{y}_p+[k_{\kappa cy}+2(C_1\cos \varphi_c+C_3)]\dot{y}_p+ \\ +k_{\kappa cy}k_{vy}y_p=k_{\kappa cy}k_{vy}y_{\kappa}\cos \varphi_c+2(C_1\cos \varphi_c+C_3)\cos \varphi_c\dot{y}_{\kappa}+2b_{\kappa}\cos \varphi_c\dot{y}_{\kappa} . \quad (22)$$

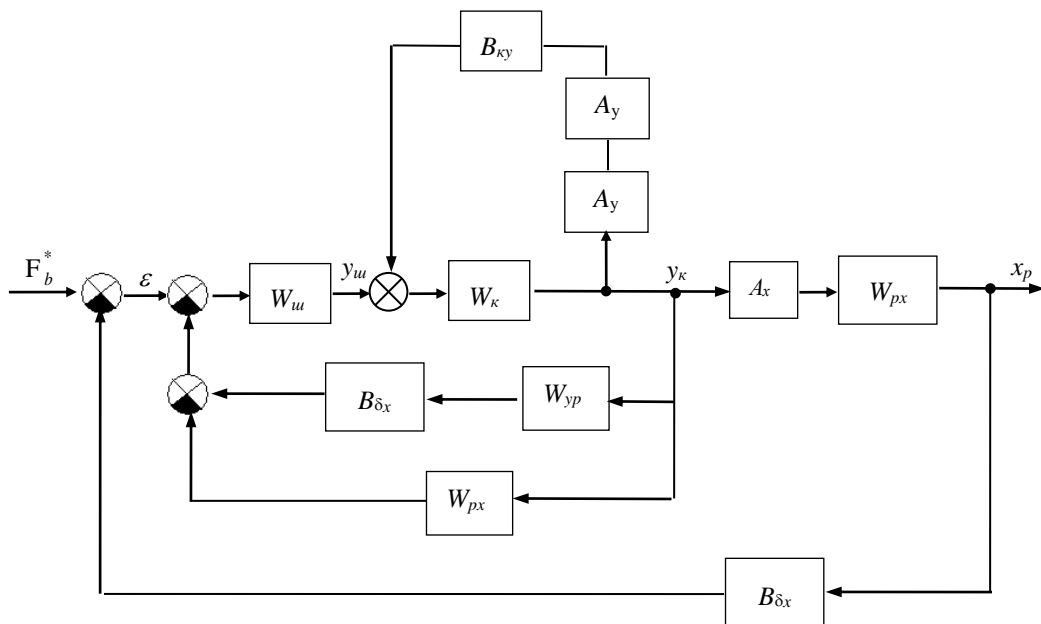
უფრო გამსხვილებული სახით თუ შემდგომ კვლევებში დავუშვებთ, რომ საქმე გვაქვს მუდმივი კვეთის მქონე დეტალის გადაადგილებასთან φ_c კუთხის მიმართულებით O_0x_0 ღერძის მიმართ შეგვიძლია შემოვიტანოთ ტოლობები:

$$C_{11}=C_{12}=C, \quad m_{u1}=m_{u2}=m_u \text{ და } y_{u1}=y_{u2}=y_u$$

და განტოლებები (19) და (20) ჩავანაცვლოთ ერთი განტოლებით:

$$m_{\varepsilon u}\ddot{y}_u+b_{\varepsilon u}\dot{y}_u+C_{u\varepsilon}y_u=2C_{\delta}F_{bx}-2C_{\delta}x_p\sin \varphi_0- \\ -2C_{\delta}y_{p^*}\cos \varphi_c+2C_1y_{\kappa}+2b_{u}y_{\kappa}, \quad (23)$$

ზემოთ მოყვანილი გაწრფივებული სისტემის სტრუქტურული სქემა შეგვიძლია წარმოვიადგინოთ ნახ. 4 მოყვანილი სახით.



ნახ. 4. გაწრფივებული სისტემის სტრუქტურული სქემა

ზემოთ მოყვანილის თანახმა განხილვადი სისტემის მთლიანი გადამცემი ფუნქცია გამოისახება ასე:

სადაც

$$W_{od} = \frac{C_\varepsilon A_* (m_{py} s^3 + a_{py} s^2 + b_{cy} s + b_{uy} k_{oy})}{(D_{10} s^{10} + D_9 s^9 + D_8 s^8 + D_7 s^7 + D_6 s^6 + D_5 s^5 + D_4 s^4 + D_3 s^3 + D_2 s^2 + D_1 s + D_0) + \frac{B_{op}(s)}{A_{ob}(s)}}, \quad (24)$$

პარამეტრული სინთეზის ამოცანის გადაჭრისათვის სამკოორდინატო სისტემაში მთლიანი გადამცემი ფუნქციის W_{ob} -ის გამოსახულებას ვიყენებთ შემდეგი სახით:

$$W_{ob}(s) = \frac{B_{ob}(s)}{E_{ob}(s) + E_{ob1}(s) b_{cx} + E_{ob2}(s) k_v}, \quad (25)$$

სადაც:

$$E_{ob}(s) = D_{10} s^{10} + D_9 s^9 + D_8 s^8 + D_7 s^7 + D_6 s^6 + D_5 s^5 + D_4 s^4 + D_3 s^3 + D_2 s^2 + D_1 s^0,$$

$$E_{ob1}(s) = A_7 s^6 + A_6 s^7 + A_5 s^6 + A_4 s^5 A_3 s^4 + A_2 s^3 + A_1 s^2$$

$$E_{ob2}(s) = A_7 k_{\gamma c} s^7 + A_6 k_{\gamma c} s^6 + A_5 k_{\gamma c} s^5 + A_4 k_{\gamma c} s^4 + A_3 k_{\gamma c} s^3 + A_2 k_{\gamma c} s^2 + A_1 k_{\gamma c} s + A_0 k_{\gamma c}.$$

სასურველი პროცესის სახით ვიხილავთ ფუნქციას

$$x_{p\gamma c}(p) = \frac{A_0 \left(\frac{a_{x1}}{2} z_m p + 1 \right)}{a_{x0} z_m^2 p^2 + a_{x1} z_m + 1} = \frac{A_0 M^0(p)}{N^0(p)}, \quad (26)$$

სადაც $A_1 = 0,5 A_0$ – კარსონის ოპერატორია და z_m – დროის მასშტაბური კოეფიციენტი.

დასმული ამოცანის ამოსახსნელად მოცემული გარდამავალი პროცესების სინთეზის თანახმად, ვწერთ კოორდინატა შემდეგ საწყის ტოლობას

$$x_p(p) \approx x_{p\gamma c}(p).$$

განხილვაში შემოგვაქვს წარმოსახვითი სიხშირეები $\delta = j\omega$, წონითი კოეფიციენტები λ_m და ვწერთ პირობით განტოლებათა სისტემას.

$$\lambda_{mv} \Phi_1(\delta_v, z_m) k_{v1} + \lambda_{mv} \Phi_2(\delta_v, z_m) b_{cx} + \lambda_{mv} \Phi_3 k_{vy} = \lambda_{mv} \Phi_0(\delta_v, z_m), \quad (27)$$

$$v = 1, 2, 3, \dots, \ell.$$

მნიშვნელობებს δ_v და λ_{mv} -თვის ვსაზღვრავთ თანახმად ცნობილი დამოკიდებულებებისა.

მიღებული პირობით განტოლებებს ვამუშავებთ უმცირეს კვადრატთა მეთოდით და ვიღებთ ნორმალურ განტოლებათა საანგარიშო სისტემას, რომლის თანახმად ვსაზღვრავთ საძიებელ პარამეტრებს b_{cx} , k_v და k_{vy} -ს.

მდგრადობის პირობების შემოტანის პროცედურის რეალიზაციისათვის ვიხილავთ სისტემის მახასიათებელ განტოლებებს.

გაშლილი სახით გვექნება:

$$x_p(s) = \frac{b_3 s^3 + b_2 s^2 + b_1 s + b_0}{a_{10} s^{10} + a_9 s^9 + a_8 s^8 + a_7 s^7 + a_6 s^6 + a_5 s^5 + a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + 1} = \frac{A_L(s)}{B_L(s)}, \quad (28)$$

$$\text{სადაც } b_3 = \frac{C_\varepsilon A_*}{D_{0*}} m_{py};$$

$$b_2 = \frac{C_\varepsilon A_*}{D_{0*}} a_{py};$$

$$b_1 = \frac{C_\varepsilon A_*}{D_{0*}} b_{cy};$$

$$b_0 = \frac{C_\varepsilon A_*}{D_{0*}} k_{\text{ac}} k_{py}.$$

შემდგომი ამოცანა – პროცესების ინტეგრალური მიახლოება არაწრფივ და გაწრფივებულ სისტემებში, რაც მოყვანილია წინამორბედ ნაშრომებში.

რაც შეეხება არასტაციონარული მოდელის დინამიკური კვლევის საკითხებს ჩვენის აზრით ყველაზე მიზანშეწონილია ანალიზი ბონჯიორნოს კრიტერიუმის გამოყენებით იგი საშუალებას გვაძლევს სისტემისათვის

$$\frac{dy}{dt} \{y\} = A(t)y,$$

სადაც $A(t)$ არის პერიოდული კოეფიციენტების მატრიცა და y – მდგომარეობის ვექტორი, მივიღოთ მდგრადობის საკმარისი პირობები.

მეორე მიდგომით მდგრადობის ანალიზი აგებულია გასაშუალებული მოდელების გამოყენებაზე მ.ზ.კოლოვსკის ვიბრომდგრადობასთან შეთავსებით.

სინთეზის მეთოდის აპრობაციისათვის ვატარებთ საანგარიშო გამოკვლევებს. სასურველი პროცესის საწყის პარამეტრებად არჩეული იქნა $u_1 = 35 \frac{1}{\sqrt{g}}$ და $u_2 = 50 \frac{1}{\sqrt{g}}$. თვით საკვლევი სისტემის არარეგულირებადი

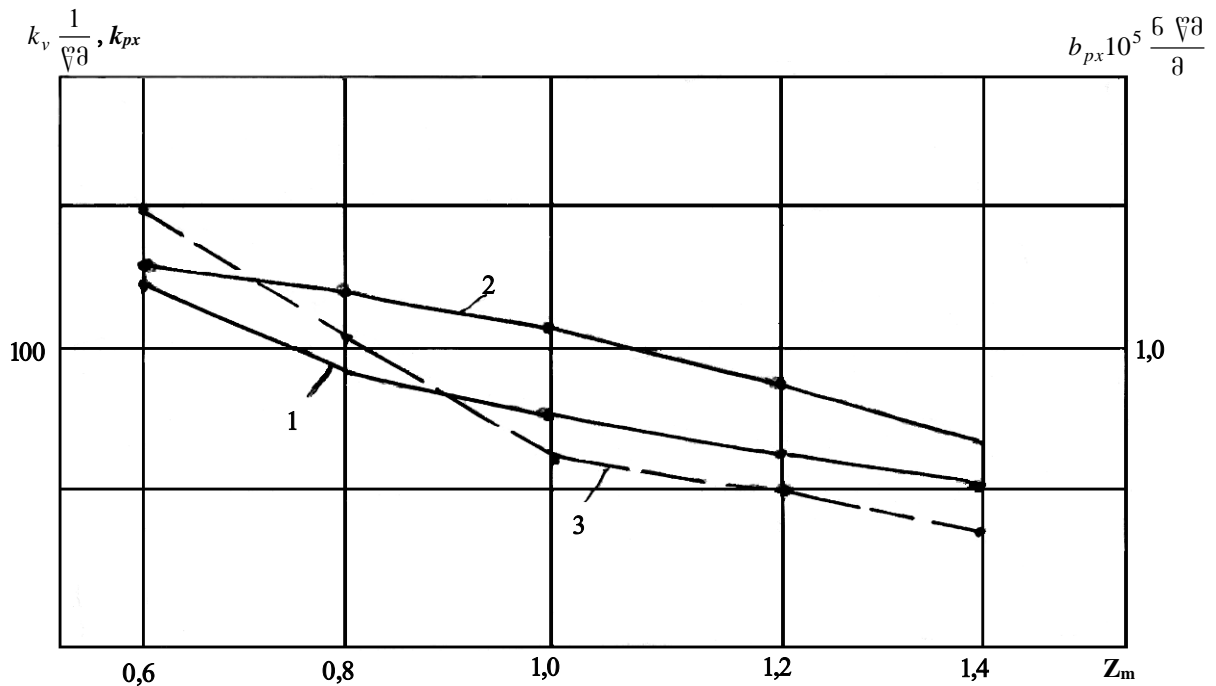
პარამეტრების მნიშვნელობებად შერჩეული იქნენ:

$$C_\delta = 4200 \frac{6}{g}, C_1 = 2100 \frac{6}{g}, C_2 = 2100 \frac{6}{g}; b_x = 510 \frac{6s}{g}, k_{xc} = 10^8 \frac{6}{g}, m_k = 12 \text{ კბ}, m_p = 200 \text{ კბ}, C_3 = 2100 \frac{6}{g}, m_4 = 170 \text{ კბ}, k_{vy} = 80 \frac{1}{\sqrt{g}}.$$

საკვლევი სისტემის სინთეზის საფუძველზე მიღებული იქნა b_{cx} , k_v , k_{vy} პარამეტრების მნიშვნელობები ურთიერთკავშირში კომპლექსურ z_m პარამეტრთან.

აღნიშნული დამოკიდებულებები მოყვანილია ნახ. 5.

სადაც: 1 - $k_v(z_m)$ ფუნქციის, 2 - $b_{px}(z_m)$ და 3 - კიდევ k_{vy} ფუნქციის ამსახველი მრუდებია.



ნახ. 5. სინთეზის შედეგად მიღებული ფუნქციონალური დამოკიდებულებები:
1 - $k_v(z_m)$; 2 - $b_{px}(z_m)$; 3 - $k_{vy}(z_m)$

გაწრფივებული სისტემის დინამიკური მდგრადობის ანალიზისათვის გამოყენებული იქნა λ_i კოეფიციენტები.

ამასთან ერთად აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ ნაშრომში მოყვანილი გარდამავალი პროცესების მრუდები ნათლად გვიჩვენებენ მათ სიახლოვეს სასურველთან და იმას, რომ მიღებული პარამეტრები ამ მრუდებთან შეთანწყობაში იძლევიან სინთეზირებადი პარამეტრების შერჩევის საშუალებას დინამიკური პროცესების საჭირო მაჩვენებლებთან მიმართებაში.

როგორც ეს იყო აღნიშნული ჩვენი ნაშრომის შესავალ ნაწილში მაკოპირებელ საჩარხო სისტემების პარალელურად თანამედროვე ტექნიკაში სხვადასხვა სახის ტექნოლოგიური პროცესების რეალიზაციისათვის ფართოდ ინერგებიან პროგრამული მართვის ჩარხები, რომლებშიც ფართოდ გამოყენება ჰპოვეს ამძრავთა მოთვალთვალე ელექტრომექანიკურმა სისტემებმა, რომლებიც თავის სტრუქტურაში ფართოდ მოიცავენ მექანიკური სახის გადამცემ მექანიზმებს, კერძოდ მექანიკურ რედუქტორებს და გადაცემებს ხრახნი-ჭანჭიკი.

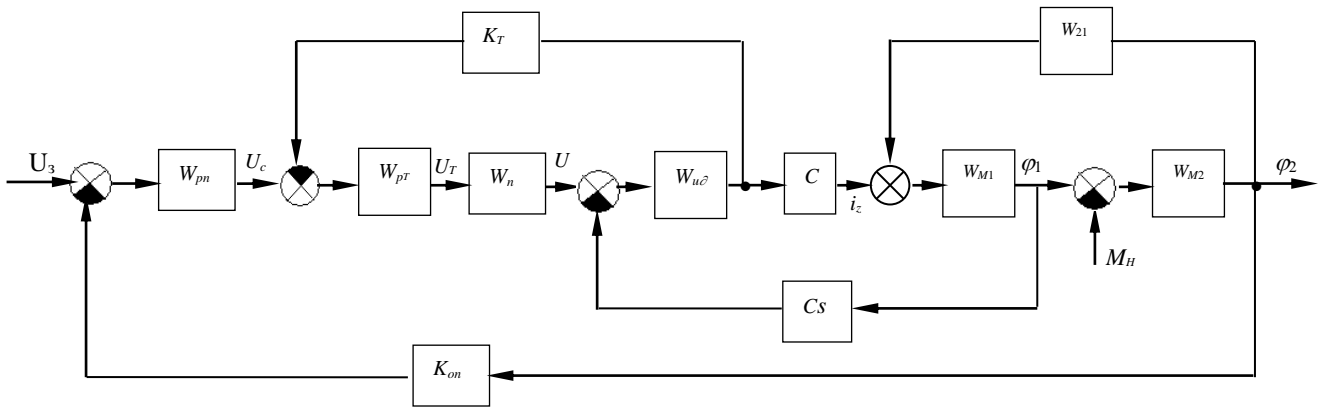
ასეთი სისტემების ოპტიმიზაციური აგების ამოცანები ეფექტური გადაჭრის ხარისხის დონე, როგორც ეს ცნობილია, მრავალწილად დაკავშირებულია მექანიკური ნაწილის მოდელეებში დრეკადი კავშირების მახასიათებლების ადეკვატურ ასახვასთან.

ნახ. 6 მოყვანილია მექანიკურ ნაწილში დრეკადრგოლებიანი ელექტრომექანიკური სისტემის სტრუქტურული სქემა, რომელიც ხასიათდება იმით, რომ სისტემაში წარმოდგენილი არიან მიმდევრობითი მაკორექტირებელი რგოლები: მდებარეობის Π – რეგულატორი და დენისა და სიჩქაროს კონტურების PII – რეგულატორები.

ნახ. 6 მოყვანილია შემდეგი აღნიშვნები:

W_{pn} – მდებარეობის W_{pc} – სიჩქარის და W_{pr} – დენის კონტურთა რეგულატორების გადამცემი ფუნქციები; W_{θ_6} – ელექტროძრავას, W_{κ} – ტირისტორული გარდამქმნელის და W_{m1} , W_{m2} , W_{21} – მექანიკური გადაცემის გადამცემი ფუნქციები.

C – მუდმივი დენის ძრავას მუდმივა;



ნახ. 6. ელექტრომექანიკური სისტემის სტრუქტურული სქემა

K_c და K_T – სიჩქარისა და დენის ჩაკეტილი კონტურების უკუკავშირთა კოეფიციენტები; k_{on} – მდებარეობის უკუკავშირის კოეფიციენტი;

φ_1 და φ_2 – ორმასიანი მექანიკური სისტემის რეგულირებადი კოორდინატები; M_H – გარე დატვირთვის მომენტი.

მათი გადამცემი ფუნქციები აღნიშნულნი არიან სიმბოლოებით W_{pn} , W_{pr} და W_{pc} .

ორმასიანი მექანიკური ნაწილის განტოლებათა სისტემა შემსრულებელ ძრავასთან ერთად აღიწერება ასე:

$$I_1\ddot{\varphi}_1 + b_1\dot{\varphi}_1 + b_{12}(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) + c_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) = C_{ia} - M_{H1}; \quad (29)$$

$$I_2\ddot{\varphi}_2 + b_2\dot{\varphi}_2 + b_{12}(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) - c_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) = -M_{H2}; \quad (30)$$

$$L_{\gamma} \frac{d i_{ia}}{dt} + R_{ia} = U_{\gamma} - C\dot{\varphi}_1. \quad (31)$$

გარდაქმნილი სახით შეგვიძლია ჩავწეროთ:

$$I_1\ddot{\varphi}_1 + b_1\dot{\varphi}_1 + b_{12}\Delta\dot{\varphi} + c_{12}\Delta\varphi = C_{ia} - M_{H1}, \quad (32)$$

$$I_2\ddot{\varphi} + -I_2\Delta\ddot{\varphi}_1 + b_2\dot{\varphi}_1 - b_2\Delta\dot{\varphi} - b_{12}\Delta\dot{\varphi} - c_{12}\Delta\varphi = M_{H2}. \quad (33)$$

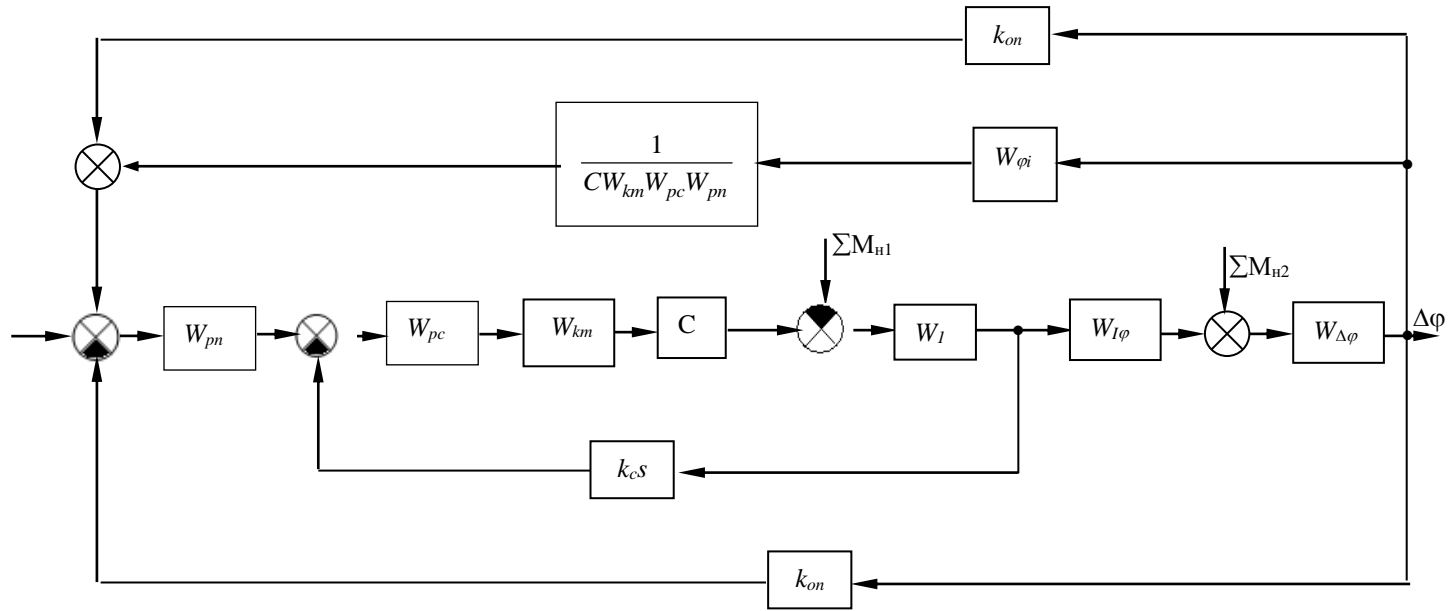
სადაც $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$.

ამის შემდეგ გადავდივართ დამოკიდებულებებზე

$$(I_1 + I_2)\ddot{\varphi}_1 + (b_1 + b_2)\dot{\varphi}_1 = C_{ia} + I_2\Delta\ddot{\varphi} + b_2\Delta\dot{\varphi} - M_{H1} - M_{H2}; \quad (34)$$

$$I_2\Delta\ddot{\varphi} + (b_1 + b_{12})\Delta\dot{\varphi} + c_{12}\Delta\varphi = I_2\ddot{\varphi}_1 + (b_1 + b_2)\Delta\dot{\varphi} + M_{H0}, \quad (35)$$

რომელთა გამოყენებით სისტემის სტრუქტურული სქემა შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ სახით, რომელიც მოყვანილია ნახ. 7-ზე.



ნახ. 7. გარდაქმნილი სტრუქტურული სქემა

აქ

$$W_I(s) = \frac{1}{I_{\Sigma} s^2 + b_{\Sigma 1} s};$$

$$W_{I\varphi} = I_2 s^2 + b_2 s;$$

$$W_{I\varphi}(s) = I_2 s^2 + c_{2\Sigma} s;$$

$$W_{\Delta\varphi} = \frac{1}{I_2 s^2 + b_{2\Sigma} s + c_{12}};$$

$$b_{\Sigma 1} = b_1 + b_{12};$$

$$b_{\Sigma 2} = b_2 + b_{12}.$$

სტრუქტურული სქემების ანალიზის საფუძველზე მივდივართ დასკვნამდე, რომ შიგა კონტურის სახით საქმე გვაქვს ხისტი რგოლების მქონე სისტემასთან. გამომდინარე უკანასკნელიდან შიგა კონტურის პარამეტრების შერჩევით შიგა კონტურის შეგვიძლია ვიხელმძღვანელოთ დაქვემდებარებული რეგულირების ცნობილი თეორიით.

გადავდივართ მთლიანი სისტემის გადამცემ ფუნქციაზე

$$W_0(s) = \frac{M_{o\Delta\varphi}}{N_{o\Delta\varphi}} = \frac{W_{BK} W_{\Delta\varphi} W_{I\varphi}}{1 - W_{BK} W_{\Delta\varphi} W_{on}}, \quad (36)$$

გადავდივართ მახასიათებელი განტოლების გამოსახულებაზე:

$$N_{0\Delta\varphi} = \left[(A_{B5} s^5 + A_{B4} s^4 + A_{B3} s^3 + A_{B2} s^2 + A_{B1} s + k_{on} K_n c_{12})(T_{kc} s + K_{pc}) \right] = \\ - (K_n k_{on}) (I_2 s^2 + b_2 s) (T_{kc} s + K_{pc}) - \frac{K_m}{c} (2\tau s + 1)(I_2 s^2 + b_2 s)^2 T_{pc} s. \quad (37)$$

საბოლოოდ მთლიანი მახასიათებელი განტოლება მიიღებს სახეს:

$$N_{0\Delta\varphi} + A_{x6} s^6 + A_{x5} s^5 + A_{x4} s^4 + A_{x3} s^3 + A_{x2} s^2 + A_{x1} s + A_{x0}, \quad (38)$$

გადავდივართ სიხშირით განტოლებაზე და ვწერთ:

$$A_{x6} a_{s6} + A_{x5} a_{s5} + A_{x4} a_{s4} + A_{x3} a_{s3} + A_{x2} a_{s2} + A_{x1} \varepsilon + A_{x0} = 0; \quad (39)$$

$$A_{x6} b_{s6} + A_{x5} b_{s5} + A_{x4} b_{s4} + A_{x3} b_{s3} + A_{x2} b_{s2} + A_{x1} \omega = 0. \quad (40)$$

შემდგომი ამოცანაა სიხშირით განტოლებათა სისტემის ამოხსნა ε და ω პარამეტრების მიმართ.

ამ ამოცანის ამოხსნის მიმართულებით შემოგვაქვს გამარტივებული მიდგომები აგებული მიმდევრობითი სახის მიახლოებათა გამოყენებაზე.

პირველი მიდგომის თანახმად ε -ისა და ω -ს პირველად მიახლოებებად ε_* და ω_* ვიღებთ მათ მნიშვნელობებს, რომლებიც გაითვლებიან $W_{\Delta\varphi}$ გადამცემი ფუნქციის მახასიათებელ ნაწილიდან;

მეორე მიდგომის თანახმად სისტემის $\Delta\varphi$ მიმართ შედგენილი სტრუქტურული სქემის $W_{\Delta\varphi}$ გადამცემი ფუნქციის შემავალ და გამავალ კოორდინატა შემაერთებელ გადამცემ ფუნქციას ინტეგრალურად (წარმოსახვით სიხშირეთა მახასიათებელთა აპარატის გამოყენებით) აპროქსიმაციულად ვცვლით მეორე ხარისხის მქონე მახასიათებელი ნაწილის მქონე გადამცემი ფუნქციით. უკანასკნელის გამოყენებით, რის შედეგადაც საკვლევი სისტემის მახასიათებელი განტოლება დაიყვანება მე-4-ე ხარისხის ალგებრულ განტოლებაზე.

დასკვნა

1. სამეცნიერო ტექნიკური პროგრესის თანამედროვე ტენდენციები ხასიათდებიან ეფექტური ტექნოლოგიების, ავტომატიზებული მანქანების და მოწყობილობების ფართო დანერგვით. ინერგებიან ავტომატიზებული მაკოპირებული და პროგრამული მართვის ჩარხები, საჩარხო ხაზები და საჩარხო რობოტოტექნიკური სისტემები, ავტომატიზებული სატრანსპორტო მოწყობილობები და ა.შ., რომელთა ძირითად ფუნქციონალურ ელემენტებს წარმოადგენენ ამძრავთა ავტომატიზებული, მათ შორის ჰიდრომექანიკური, ჰიდრომექანიკური და ელექტრომექანიკური სისტემები.

აღნიშნულია, რომ მრავალ შემთხვევაში ეს ამძრავები წარმოადგენენ რთულ ტექნიკურ სისტემებს, რაც განპირობებულია მანქანათა მიერ შესასრულებელი საწარმოო და სატრანსპორტო პროცესების სტრუქტურული და კინემატიკური სირთულეები და მათი საექსპლუატაციო ნახასიათებლებით.

2. რთულპროფილიანი დეტალების დამუშავებისათვის გამიზნული მაკოპირებელი და პირველ რიგში როტორულ-სახეხი მაკოპირებელი

ჩარხების ფუნქციონალური შესაძლებლობების და მათი მექანიკური მაჩვენებლების ანალიზიდან გამომდინარე განხილვაში შემოტანილია სამკოორდინატო კოპირების ჰიდრომექანიკური ამბრავით აღჭურვილი საჩარხო სისტემა, რომელიც საშუალებას იძლევა რათა განხორციელებული იქნას რთული სივრცითი სახის მრუდწირულ-ფასონურ პროფილის მქონე დეტალების მაკოპირებელი დამუშავება.

3. სახეხი პნევმოცილინდრების ღერძების, მმართველი რგოლის და მაკოპირებელი როტორის ნამზადის გრძივი მოძრაობით გამოწვეული განივი და მართობული სიბრტყეების მიმართულებით აღძრულ ფარდობით მოძრაობათა კინემატიკური ანალიზის საფუძველზე შემუშავებულია სახეხი ცილინდრების ღერძების გადაადგილებათა ამსახველი არაწრფივი ფუნქციები, საჩარხო როტორისა და მოთვალთვალე რგოლის ფარდობით მოძრაობათა კანონზომიერებები ფუნქციონალურ კავშირში ნამზადის მიწოდებასთან გრძივი მიმართულებით და ჩარხის როტორის კუთხურ მოძრაობასთან.
4. კოპირების დინამიკურ პროცესში ცალკეული რგოლების ფარდობით მოძრაობათა ანალიზის შედეგად გამოვლენილია დინამიკური მოდელების აგებისათვის საჭირო განზოგადოებული კოორდინატები. შემუშავებულია პოტენციალური და კინეტიკური ენერგიების, დისიპაციური ფუნქციებისა და ძალთა განზოგადოებული გამოსახულებები და მათი ადრე გამოვლენილ მდებარეობათა შეთანწყობით ლაგრანჟის მეორე რიგის განტოლებაში შემუშავებულია მმართველი რგოლის დინამიკის მათემატიკური მოდელი.

შემუშავებული იქნა აგრეთვე საკვლევი სისტემის მოთვალთვალე ჰიდრავლიკური ელემენტების დინამიკის აღწერისათვის საჭირო კანონზომიერებები, რომლებიც ეფუძნებიან ძალთა ბალანსისა და სითხის ხარჯების ცნობილ განტოლებებს.

ცალკეული ფუნქციონალური ელემენტებისა და ცალკეული კოორდინატების ჰიდრომექანიკური მოთვალთვალე მექანიზმების

მოდელების ანალიზისა და მათი შეთანწყობით შემუშავებული იქნა მთლიანი სამკოორდინატიანი კოპირების ჰიდრომექანიკური სისტემის დინამიკის მათემატიკური მოდელები.

5. საკვლევი მაკოპირებელი მოწყობილობის ფუნქციონალური ანალიზის გვიჩვენებს, რომ შემდგომი კვლევების თვალსაზრისით საქმე გვაქვს რთული სამრეჟიმიან მოთვალთვალე სისტემასთან: პირველ რეჟიმში გამორიცხულია ვერტიკალური მაკოპირებელი და ჩარხის როტორის ბრუნვითი მოძრაობები; მეორე რეჟიმში დაფიქსირებულია ვერტიკალური მაკოპირებელი მოძრაობა; მესამე რეჟიმში საქმე გვაქვს მოძრაობებთან სამივე აღწერილი მიმართულებებით.
6. დინამიკის შემუშავებული მოდელების ხარისხობრივი ანალიზის საფუძველზე შემუშავებულია საკვლევი სისტემის სინთეზის გამოყენებითი თეორია, რომელიც აგებულია სტაციონარიზებული სისტემების მოცემული გარდამავალი პროცესების მიხედვით სინთეზის და ვიბრომდგრადობის ანალიზზე არასტაციონარულ მოდელებში.
სტაციონარიზებული სისტემების სინთეზის ძირითადი პროცედურებია: სასურველი პროცესების ჩამოყალიბება, ინტეგრალური მიახლოება გაწრფივებულ და არაწრფივ მოდელებში და მდგრადობის პირობის უზრუნველყოფა.
7. გამოსაკვლევი მრავალრეჟიმიანი ჰიდრომექანიკური სისტემების კვლევის ჩამოყალიბებული მეთოდოლოგიის პრაქტიკული რეალიზაციის თვალსაზრისით, ნაშრომში ჩატარებულია საანგარიშო გამოკვლევების გარკვეული წრფე, რომლებმაც გვიჩვენა სინთეზის შემუშავებული მეთოდოლოგიის საშუალება. რომელიც პირველ რიგში იძლევა ჩავატაროთ საკვლევი სისტემის შესარჩევი პარამეტრების მიზანდასახული შერჩევა, ხოლო მეორეს მხრივ კიდევ ნაჩვენებია, რომ სინთეზის შედეგად მიღებული გარდამავალი პროცესები საკმაოდ ახლოს არიან სასურველ პროცესებთან.

8. თანამედროვე ჩარხებში და რობოტოტექნიკურ სისტემებში ფართოდ გამოყენებული ამპრავთა ელექტრომექანიკურ სისტემებთან მიმართებაში არსებული კვლევების ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ანალიზი მიგვანიშნებს იმაზე, რომ ეს სისტემები ტექნიკური მაჩვენებლების ამაღლების თვალსაზრისით მეტად აქტუალურია, შესაბამისად მექანიკურ ნაწილში არსებული დრეკადი კავშირების გათვალისწინება და მათი ეფექტური შეთანწყობა მთლიანი სისტემის დინამიკური მოდელირებისა და დინამიკური კვლევის საკითხებია.
9. შემუშავებული რხევითი მდგენელის გამოყოფაზე აგებული მათემატიკური მოდელი, რომლის თანახმად სისტემას ვიხილავთ ორკონტურიანი სახით და რომელშიც შიგა კონტური წარმოადგენს ხისტი რგოლებიანი მექანიკური სისტემის სტრუქტურას. ცნობილია დინამიკური კვლევების ანალიზის საფუძველზე ნაშრომში წარმოდგენილია საკვლევი ელექტრომექანიკური სისტემის დინამიკური კვლევის ორიგინალური მეთოდოლოგია, რომლის ძირითადი შემადგენელი ნაწილებია: შიგა კონტურის პარამეტრული ანალიზი და სინთეზი დაქვემდებარებული რეგულირების თეორიის და მთლიანი სისტემის გარდამავალ პროცესებში აღძრული რხევით მოძრაობათა პარამეტრების კვლევა. აღნიშნულია შემუშავებული მეთოდოლოგიის მიზანშეწონილობა, როგორც პარამეტრული ანალიზის, ასევე სინთეზის მიმართულებით.

დისერტაციის ძირითადი შინაარსი გამოქვეყნებულია შემდეგ შრომებში:

1. T. Mhedlishvili, M. Kashibadze, T. Kapanadze, L. Marsagishvili, Kh. Amkoladze. To optimizarion synthesic of Follow-UP. Drive with elastic in Mechanical Part // Problems of Mechanics 2016, Tbilisi, pp. 105-110.
2. Мчедлишвили Т., Капанадзе Т., Тедиашвили Л., Елердашвили И., Марсагишвили Л. К вопросу динамики переходных процессов в

- гидравлических и электрогидравлических следящих приводах // Транспорт, № 1-2 (65-66). Тбилиси, 2017, с. 3-6.
3. T. Mchedlishvili, Z. Surmava, V. Iobadze, T. Kapanadze, G. Bagdavadze. To issue of optimization of dynamic Leads in multimes mechanical Drive System // Problems of Mechanics, № 1(66), Tbilisi, 2017, pp. 33-38.
 4. Капанадзе Т.В., Панквелашвили К.И., Амколадзе Х.М., Марсагишвили Л.Г., Никвашвили Н.К. К моделированию динамики станка для трехкоординатного копирующего шлифования сложнопрофильных поверхностей // Транспорт и машиностроение, № 2(39), Тбилиси, 2017, с.22-30.
 5. T. Mchedlishvili, T. Kapanadze, Z. Balamtsarashvili, Kh. Amkoladze, N. Nikvashvili. On construction of Rotor-Grinding Machines three condinate systems Matematical model // Problems of Mechanics”, № 4(69), Tbilisi, 2017, pp. 43-46.
 6. T. Kapanadze. To the dynamic Researcher of electromechanical Drice with taking into account elasticity of links in the mechanical Part // „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ №1 (53) 2022წ.

Abstract

Modern tendencies in scientific technical progress are characterized by a wide implementation of effective technologies, automated machines and devices. Are implementing automated copying and program control machine tools, lines and robotic robotics systems, automated transport equipment, etc.

As is commonly known, the main functional elements of industrial and transport vehicles are automated drivers.

Multi-contour multidimensional automated drives have been widely used in complex shape detail's processing on machine tools.

It also states that in devices for processing of complex shape furniture details were widely used hydraulic and hydro-mechanical follow-up drive, in addition with a variety of technological systems has been widely implemented in follow-up and electromechanical drives that are carried out effectively through their involvement in programmed control systems.

The purpose of the paper is

The modern automated machines and machine complexes are widely used in the drive, in particular in complex shaped details intended for processing multidimensional multi-contour reproduction and control programs and the machine robotic systems operational multi-contour follow-up schemes and systems for new models, dynamic annals and synthesis methods, the research directed towards to improving the quality and efficiency.

In order to achieve the stated goal, the following research tasks are involved:

- Analysis of the functionality, structural and kinematic structure of the drive systems, their dynamic research methods and methodologies, and the formulation of the research tasks;
- Functional analysis of processes intended for the processing of complex-shaped surfaces and, as a result, the development of individual elements of the three-coordinate rotor-grinding rotary-machine hydraulic actuator drive and a structural model of whole system's movements;
- Development of kinematic dependencies of the longitudinal and rotational movements of the preprocessor in the multidimensional follow-up drive of grinding pneumatic cylinders, point of contact with the surface, pneumatic cylinders axes, anchor rotor and control inot relative rotational movements;
- Development of models of separate functional elements and separate coordinate hydromechanical mechanisms and their dynamic modeling of a fully integrated three-coordinate copy hydraulic system;
- Dynamic modeling of the electromechanical drive for studying the complex structure by combining separate models of regulation and control elements with approximation models with elastic links in mechanical part;
- Develop of original methods and techniques for analyzing the transmission functions of dynamic computational systems, dynamic structural circuits using the obtained models.

Issues related to modeling and research of dynamic quadratic systems are considered. The basic methods and methods of constructing and researching both the mechanical part and the whole dynamic systems are analyzed.

Structural and constructive analysis of copy machine tools with multidimensional multi-contour follow-up drive computing systems, applied hydraulic drive models and transient processes is carried out in the work.

Based on the carried out analysis, a three-coordinate copy drive system equipped with a hydraulic drive is introduced on consideration for the processing of details of a complex spatially curved profile.

By analyzing the relative motion of individual links in the dynamic process of copying, generalized coordinates is necessary to construct dynamic models are identified. Generalized images of potential and kinematic energies, dissipative functions, and forces are developed, and in accordance with the functions of their previously identified locations, a second-order Lagrangian equation mathematically models the dynamics of the control unit. The necessary rules for describing the dynamics of the hydraulic elements of the study system were also developed. Mathematical models of the dynamics of the whole three-coordinate copy hydraulic system were developed using the obtained images.

Functional analysis of the research copying device shows that for further research we are considering with a complex three-dimensional follow-up system: a qualitative analysis of the dynamics models developed provides a useful theory of the dynamics of the systems studied. In terms of the practical realization of the determined research methodology, a number of research studies have demonstrated the effectiveness of the developed synthesis methodology. Robotic systems and modern machine tools is widely used in electromechanical follow-up drive systems with regard to the qualitative and quantitative analysis of existing studies indicate that these systems improve the technical properties of this system is the most relevant part of the flexible mechanical connections into account and the layout of the entire system dynamic modeling and dynamic research issues.

A mathematical model is developed based on the construction of outlining the oscillator component, according to which the system will be viewed in two-contoured form and the inner contour represents the structure of a rigid link of mechanical system.

Based on the known dynamic analysis of the research work presents the study of the dynamic electromechanical system of the original methodology of the study, whose main components are: the inner contour parametric analysis and synthesis of theory and subject to the regulation of the entire system of transitional processes instituted by oscillating movements research settings a. The feasibility of the developed methodology in both parametric analysis and synthesis is indicated