

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ალექსანდრე ყაველაშვილი

მექანიკური მოძრავი სისტემების კვლევების

თანამედროვე მეთოდები

სადოქტორო პროგრამა მექანიკის ინჟინერია და ტექნოლოგია

შიფრი 0715

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

აკტორეფერატი

თბილისი

2002 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში
სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის
ფაკულტეტი
სამრეწველო ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: პროფესორი ნია ნათბილაძე

რეცენზენტები: პროფესორი მ.ჯანიკაშვილი (მოწ.რეცენზენტი)
პროფესორი ვაჟა ქირია

დაცვა შედგება 2022 წლის „ 26“ივლისს, 14:00 საათზე.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო
სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის სადისერტაციო
ნაშრომის დაცვის კოლეგიის სხდომაზე,
კორპუსი I,-, აუდიტორია 665.
მისამართი: 0160, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

ფაკულტეტის სწავლული მდივანი ასოც. პროფ. ი. უგრეხელიძე

ნაშრომის საერთო დახასიათება

თემის აქტუალობა: სადისერტციო ნაშრომში ნაჩვენებია გეომეტრიული გარდამნების ინვერსიისა და ჰარმონიული პროპორციების რეალიზება მოძრავ მექანიკურ სისტემებში. ამის შედეგად კონსტრუირებულია ბრტყელი მექანიზმები, რომელთაც წამყვანი და ამყოლი რგოლების ზუსტი თანმხვედრი კინემატიკური წყვილები ახასიათებთ. დამუშავებულია მექანიზმების ისეთი სტრუქტურული სქემები, რომელსაც ტექნიკის სხვადასხვა დარგის ტექნოლოგიური პროცესების და მათი ეკონომიკური ეფექტიანობის გაუმჯობესების შესაძლებლობა გააჩნიათ. ზემოთ ხსენებული გეომეტრიული გარდაქმნა უზრუნველყოფს მოძრავი მექანიკური სისტემების კინემატიკური წყვილების კანონების დადგენას. კვლევების საფუძველზე უამრავი სრულყოფილი მექანიზმი თუ მოწყობილობაა შექმნილი, რომლებიც უადრესად ზუსტ და მნიშვნელოვან სამუშაოებს ასრულებენ. მაგრამ არსებობს, ისეთი საკითხები რომელთა გადაწყვეტაც მრავალი კვლევების საფუძველს წარმოადგენენ.

ნაშრომის ძირითადი იდეა: ა) გეომეტრიული გარდაქმნების თვისებების რეალიზება იმ მექანიზმებში, რომლებიც მრეწველობაში ტექნოლოგიური პროცესების სრულყოფილ ხასიათს განაპირობებს; ბ) შეიქმნას მექანიკური მანქანების არსებული მექანიზმების ახალი კონსტრუქციები, რომელთა კვლევა და სინთეზი მათი ბრტყელი მოდელების საშუალებითაა შესაძლებელი; გ) ჩამოყალიბდეს კონსტრუირებული მექანიზმის მათემატიკური მოდელი, მექანიზმის კინემატიკური კვლევაზე დაყრდნობით და პარამეტრების ცვალებადობით, შესაბამისი შედეგების მისაღებად და გეომეტრიული გარდაქმნების პრინციპის განსახორციელებლად.

ზემოთ ხსენებულიდან გამომდინარე, აუცილებელია შეიქმნას მექანიზმების კვლევისა და კონსტრუირების ისეთი მოდელი, რომელიც ნაწილობრივ მაინც გადაწყვეტს ჩვენს მიერ დასმულ ამოცანებს. მიზანშეწონილდ ჩავთვალეთ ეს მოდელი დაფუძნებულ იქნას გეომეტ-

რიული გარდაქმნების, უაღრესად ზუსტ პრინციპებზე. ამავე დროს მოხდეს გარდაქმნათა თეორიების რეალიზება მოძრავ ბრტყელ და სივრცით მექანიკურ სისტემებში, რომელიც საშუალებას მოგვცემს შეიქმნას ისეთი სამუშაო მექანიზმი, რომელიც ზუსტად შეასრულებს მათდამი ტექნოლოგიური პროცესებით წაყენებულ ნებისმიერ მოთხოვნას.

სამუშაოს მიზანია: მანქანათმშენებლობის დარგის ტექნოლოგიურ პროცესებში მონაწილე მანქანა-დანადგარების ბრტყელი და სივრცითი მოძრავი სისტემების დაპროექტების მარტივი მოდელის შექმნა, რომელიც წინამორბედისაგან განსხვავებული იქნება სასურველი სიზუსტის მიღწევის უნარით, რაც საშუალებას მოგვცემს მნიშვნელოვნად გაიზარდოს მათი გამოყენება მაღალმწარმოებლურ მოწყობილობებში; მოკვლეული ინფორმაციით გათვალისწინებული პრობლემების პუნქტობრივი შესწავლა და მისი გადაწყვეტის თეორიული და პრაქტიკული რეალიზაცია, თეორიული მასალის დამუშავების თანხლებით; შესაბამისი რეკომენდაციების შემუშავება სამეცნიერო ტექნიკური შინაარსის საფუძველზე, ნაშრომის დამუშავება და გამოცემა.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს მექანიკური მოძრავი მექანიზმების კონსტრუირება არსებული ტიპიური კვანძებისა და სტანდარტული დეტალების გამოყენება, გაუმჯობესება ოპტიმალური პარამეტრების შერჩევით, რომელთა ვარიაციები გაამარტივებენ ამოცანის ამოხსნის საკითხებს, სისტემების კვლევების თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით.

კვლევის მიზნები:

- განხილულია გეომეტრიულ გარდაქმნების თვისებების გათვალისწინებით კონსტრუირებული მოძრაობის გარდაქმნილი მექანიზმები;
- გაანალიზებულია მოძრავი სივრცითი მექანიკური სისტემების კონსტრუირების საკითხების მნიშვნელობა ტექნოლოგიური მანქანა-დანადგარების აღმასრულებელ მექანიზმებში.
- განსაზღვრულია დაპატენტებული მექანიზმის ეკონომიკური ეფექტის დადგენისას ჩვენს მიერ გაანგარიშების და დაგეგმვის შეთავა-

ზებული მეთოდის დანერგვით მიღებული ეკონომია საქართველოს მთელი ეკონომიკისათვის.

საღისმართაციო ნაშრომის სამეცნიერო სიახლე მდგომარეობს იმაში, რომ ჩვენს მიერ შერჩეული გეომეტრიული გარდაქმნები განივთვებულია მოძრავ-მექანიკურ სისტემებში, რაც მისი პრაქტიკაში რეალიზების საშუალებას იძლევა. კონსტრუირებული მექანიზმების კინემატიკური სქემები ორიგინალურია და მაღალი ხარისხის ტექნიკურ მახასიათებლებს მოიცავს.

სამუშაოს პრაქტიკული ღირებულება: მდგომარეობს იმაში, რომ გეომეტრიული გარდაქმნების საფუძველზე და მათი მოძრავ-კინემატიკურ-მექანიკურ სისტემებში რეალიზებით შექმნილია ისეთი მექანიზმები, რომელთაც წამყვანი და ამჟამინდელი რგოლების ზუსტი თანმხვედრი კინემატიკური წყვილები ახასიათებთ. დამუშავებულია მექანიზმების ისეთი სტრუქტურული სქემები, რომელსაც ტექნიკის სხვადასხვა დარგის ტექნოლოგიური პროცესების და მათი ეკონომიკური ეფექტიანობის გაუმჯობესების შესაძლებლობა გააჩნიათ.

სამუშაოს აპრობაცია: ნაშრომის შედეგები მოხსენებულ იქნა:

1. სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტი კოლოკვიუმი №1 თებერვალი, 2021წელი.
2. სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტი კოლოკვიუმი №2 მაისი, 2021წელი.
3. სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტი კოლოკვიუმი №3 თებერვალი, 2022წელი.
4. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია - IMPLEMENTATION OF MODERN SCIENCE AND PRACTICE--INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE- НА ГЕОМЕТ-РИЧКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯХ КОНСТРУИРОВАННЫЕ МЕ-ХАНИЗМЫ- ბულგარეთი, ქ.ვარნა; 11-14 მაისი, 2021წ.

ბამოქვეყნება: კვლევების საფუძველზე, დისერტაციის თემატიკასთან დაკავშირებით გამოქვეყნებული გვაქვს ქვემოთ ჩამოთვლილი შრომები:

- 1) სამრეწველო ავტომატიზირებული მექანიზმი;
- 2) ფურცლოვანი მასალების საკეცი მოწყობილობა;
- 3) სხვადასხვა რადიუსიანი დოლების მქონე სახსრული მექანიზმი;
- 4) ინვერსიული გარდაქმნების თვისებების საფუძველზე კონსტრუირებული სახსრულ-ბერკეტული მექანიზმი;
- 5) ჰიდრაულიკური დარტყმის მოვლენა მილსადენებში;
- 6) ჰიდრაულიკურ სისტემებში სითხის რეგულირებით მისაღები ეკონომიკური ეფექტი;
- 7) НА ГЕОМЕТРИЧКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯХ КОНСТРУИРО-ВАН-НЫЕ МЕХАНИЗМЫ- IMPLEMENTATION OF MODERN SCIENCE AND PRACTICE-INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE “
- 8) მცირე და დიდი განივი კვეთის მილსადენების შეერთების უბანში სითხის ნაკადის მარეგულირებელი მექანიზმი - პატენტი სასარგებლო მოდელზე 15591-2;
- 9) ფურცლოვანი ლითონის სალუნი მოწყობილობა- პატენტი სასარგებლო მოდელზე 15590-2;
- 10) მრავალგოლიანი სამრეწველო რობოტი - პატენტი სასარგებლო მოდელზე

სამუშაოს სტრუქტურა და მოცულობა: დისერტაცია შედგება შესავალი ნაწილისაგან, ლიტერატურული მიმოხილვისაგან, შედეგებისა და განსჯისაგან და დასკვნებისაგან. საერთო მოცულობა ნახაზებთან ერთად შეადგენს 124 გვერდს.

სამუშაოს შინაარსი

შესავალ ნაწილში განხილულია ზოგადად ტექნიკის და კერძოდ, მანქანათმშენებლობის მზარდი ტემპის უზრუნველყოფელი მახასიათებლები.

აგრეთვე გაანალიზებულია მოძრავი სივრცითი მექანიკური სისტემების კონსტრუირების საკითხების მნიშვნელობა ტექნოლოგიური მან-

ქანა-დანადგარების აღმასრულებელ მექანიზმებში. ყურადღებაა გამახვილებული წარმოდგენილი ნაშრომის მეცნიერული სიახლის. აქტუალობისა და პრაქტიკული ღირებულების თემებზე. განხილულია ნაშრომის ძირითადი იდეის საკითხები და მოცემულია თემატიკის ირგვლივ მასალები გამოქვეყნებული სტატიებისა, საავტორო უფლებების და პატენტების შესახებ. აგრეთვე მითითებულია კონფერენციებზე მონაწილეობა.

ლიტერატურულ მიმოხილვაში გაანალიზებულია სამეცნიერო კვლევების მეთოდები, აუცილებლობა, დატვირთულობა და სირთულეები, მექანიკური მოძრავი სისტემების კვლევების თანამედროვე მეთოდების აუცილებლობა, სამეცნიერო კვლევის ჩასატარებლად გადასაჭრელი ამოცანების სირთულის განსაზღვრა.

ამ თავში განხილულია ზოგიერთი მეცნიერ-გამომგონებლის პრობლემების გადაჭრის თეორიული და პრაქტიკული საკითხები. როგორც ცნობილია მოძრავი სივრცითი მექანიკური სისტემების კვლევებს საფუძველი ჩაუყარა პროფესორ ნიკოლოზ მერცალოვმა, რომელმაც მთელი თავისი მეცნიერული მიღწევები სივრცითი მექანიზმების შესწავლას მიუძღვნა. ეს კვლევები კიდევ უფრო განავრცო და განავითარა პროფესორ ივანე არტობოლევსკიმ, მის მიერ შემოთავაზებულია სივრცითი კინემატიკური ჯაჭვების წარმოქმნის თეორია, მათი სტრუქტურული დახასიათება და კლასიფიკაცია, არტობოლევსკიმ სწორად ჩამოაყალიბა ის პრინციპები, რომელიც საფუძველად უდევს კინემატიკური და კინეტოსტატიკური გამოთვლების განვითარებას. არტობოლევსკიმ გვიჩვენა, რომ სფერული მოძრაობის შემსრულებელი მექანიზმების სტრუქტურა ეთანადება ბრტყელი მექანიზმების სტრუქტურას. მან დაამტკიცა აგრეთვე რომ ბრტყელი მექანიზმები წარმოადგენენ ზოგიერთი საერთო ჯგუფის მექანიზმების კერძო შემთხვევას. ამ მეცნიერის მიერ ჩამოყალიბებულია კინემატიკური კვლევის მეთოდები სხვადასხვა კლასის მექანიზმებისა. პირველ რიგში განხილულია სფერული მექანიზმები და მათი ანალოგიურობის მიღწევა ბრტყელ მექანიზმებთან. არტობოლევსკი ამტკიცებს, რომ სფერულ და ბრტყელ მექა-

ნიჰმებს შორის არსებობს ისეთი დამოკიდებულება, რომელიც იძლევა საშუალებას მათ შორის გატარდეს ანალოგიურობის პრინციპი და აიგოს სფერული მექანიზმები, რომლებიც ბრტყელი მეთოდით გარდაიქმნებიან. ეს მეთოდი დაფუძნებულია იმ ფაქტზე, რომ სიბრტყე წარმოდგენილია უსასრულოდ დიდ რადიუსიან სფეროდ. სფეროს ასეთი წარმოდგენის შემდეგ ბრტყელი მექანიზმები თითქოს წარმოადგენს სფერული მექანიზმების ზღვარს უსასრულოდ შორს მდებარე ცენტრით, ანალოგიურად ამოიხსნება შებრუნებული ამოცანა.

აღწერილია წლების მანძილზე საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში მიმდინარე მანქანებისა და მექანიზმების კვლევისა და სინთეზის მეტად საინტერესო ამოცანებისა და მეთოდების გადაწყვეტა, რომლითაც ძალზედ აქტუალური იყო კვლევები, რომელმაც ამ დარგის უამრავი სპეციალისტი აღზარდა და ამჟამად საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში წარმატებით განიხილავენ მოძრავი სივრცითი მექანიკური სისტემების ანალიზისა და სინთეზის ამოცანებს, სივრცითი და ბრტყელი მექანიზმების თავისებურებებს, იკვლევენ და აზიარებენ მათი კონსტრუირების შედარებით მარტივ გზებს, მექანიზმების კონსტრუირების ბრტყელი მოდელირების საფუძველზე.

ამ თავში განხილულია დამუშავებული მეთოდებით შექმნილი მექანიზმების რეალიზაცია ტექნიკაში. მანქანების, აპარატების, რობოტებისა და მანიპულატორების შემსრულებელი ორგანოების მუშაობის პრინციპები, მათი შესწავლისა და დაპროექტების რთული და შედარებით მარტივი მეთოდები, მათი ტექნიკაში გამოყენების სფეროები სხვადასხვა სახის ტექნოლოგიური პროცესების ჩასატარებლად.

გადმოცემულია გამოსაკვლევი ამოცანების მოკლე მიმოხილვა და დასაბუთებულია გეომეტრიული გარდაქმნების მეთოდების აქტუალობა, ფართოდ გავრცელებული მრავალრგოლიანი სფერული ბერკეტული მექანიზმების ბრტყელი მოდელების კონსტრუირებისას. სხვა და სხვა მეცნიერთა მიერ განხილულმა და შემუშავებულმა ბრტყელ მოდელირების მეთოდმა შესაძლო გახადა შექმნილიყო და გამოკვლეულიყო სფერული მექანიზმების ახალი კონსტრუქციები.

აქედან გამომდინარე, ჩვენს ნაშრომში მიზნად დავისახეთ, შეგვემუშავებინა მექანიკური მოძრავი სისტემების კვლევების თანამედროვე მეთოდების რეკომენდაციები, რომელთა ოპტიმალური გადაწყვეტა კონსტრუქტორსა და შემსრულებელს მისცემს მარტივი ხერხებით ხელსაყრელი სისტემის დაგეგმარებისა და შერჩევის საშუალებას. კონსტრუქციული შესრულების თავისებურებიდან გამომდინარე მაქსიმალურად ოპტიმიზირდება მექანიზმების კვლევა და მათი რეალიზება სხვადასხვა ავტომატური ტექნოლოგიური მანქანების მოძრავი მექანიკური სისტემების ინოვაციაში.

შედეგებისა და მათი განსჯის თავში ლიტერატურული მიმოხილვის შედეგად განხილულია, გეომეტრიულ გარდაქმნების თვისებების გათვალისწინებით შექმნილი მექანიზმები, მათი უპირატესობანი და რეალიზაცია ტექნიკაში.

მიღწევები თანამედროვე ტექნიკაში ძირითადად განისაზღვრება იმ დანადგარების ფართო გამოყენებით, რომელთაც შეცვალეს ჯერ ხელით მუშაობის დრო და შრომა, ხოლო შემდეგ მარტივი მექანიზმები. ანსხვავებენ ასეთი მოწყობილობების სამ ჯგუფს. ესენია: მანქანები, აპარატები და ხელსაწყოები. იმ მანქანებში, რომლებიც საწარმოო პროცესებში მონაწილეობენ, გამოიყენებიან მექანიკური მოძრაობის შემსრულებელი მექანიზმები. მანქანე-ბისათვის დამახასიათებელია პერიოდულად განმეორებითი გადაადგილება მისი ძირითადი ნაწილებისა, კერძოდ, მუშა მექანიზმებისა, რომლებიც ასრულებენ საწარმოო ოპერაციებს. როგორც ცნობილია, სამრეწველო მანქანების ძირითადი ელემენტები მათი მუშა მექანიზმებია. იმისათვის რომ მუშა მექანიზმებმა შესრულონ შესაბამისი ოპერაციები, მათ უნდა განახორციელონ დასამუშავებელი ობიექტების მიმართ გარკვეული გადაადგილება, რომლებიც პერიოდულად მეორდებოდეს. ამისათვის მუშა მექანიზმებთან უწყვეტად უნდა მიედინებოდეს მექანიკური ენერგია.

მრეწველობის განვითარება განუყოფლად არის დაკავშირებული ახალი მანქანებისა და მექანიზმების შექმნასთან, რომლებიც ზრდიან შრომის პროდუქტიულობას და ანაცვლებენ მექანიკურ შრომას

მანქანური შრომით. მრეწველობაში ფართოდ გამოიყენება მოძრავი მექანიკური სისტემები, რომლებიც იყოფა მანქანებად, სამანქანო ერთეულებად და მექანიზმებად.

ამჟამად, როგორც ადრე მეცნიერები, ინჟინრები და კონსტრუქტორები ცდილობენ გააუმჯობესონ თანამედროვე ტექნოლოგიები, შექმნან მაღალი ხარისხის მანქანები და მანქანების სისტემები, რომლებიც ათავისუფლებს ადამიანს შრომატევადი და დამღელი პროცესებისგან. განზოგადებული ფორმით, მანქანა არის ადამიანის მიერ შექმნილი მოწყობილობა ფიზიკური და გონებრივი შრომის გასაადგილებლად.

როგორც ავღნიშნეთ, მანქანა მოიცავს ბრტყელ და სივრცით მოძრავ მექანიკურ სისტემებს ანუ ბრტყელ და სივრცით მექანიზმებს, რომლის კინემატიკური და დინამიკური კვლევა საფუძვლად უდევს ყოველისახის მანქანის წარმატებულ კონსტრუირებას. თავის მხრივ კი დინამიკური კვლევა აგებულია კინემატიკური კვლევის ზუსტ მონაცემებზე.

აქედან გამომდინარე, ტექნიკის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე ყოველთვის მიზანშეწონილია ზემოთ აღნიშნული კვლევების შედეგებით ინოვაციური ტექნოლოგიური პროცესებისა და შესაბამისი მოწყობილობების შექმნა-გამოყენება.

ცნობილია, რთული მექანიზმების კვლევის ანალიზური და გრაფიკული მეთოდები, რომელიც გვიჩვენებს: პირველი-ზუსტ მონაცემებს, მაგრამ არა თვალსაჩინოს; მეორე-უაღრესად თვალსაჩინოს, მეტნაკლებად კი ზუსტს.

ჩვენი მიზანია ჩამოვყალიბოთ კვლევის ისეთი ინოვაციური მეთოდი, რომელიც ზუსტი და მეტად თვალსაჩინო იქნება, რაც მნიშვნელოვნად უზრუნველყოფს შევექმნათ თანამედროვე მანქანა დანადგარები, რომლებიც გამოყენებულნი იქნებიან სამრეწველო ინჟინერიის ყველა სფეროში.

ამ თავში მოკლედაა განხილული თანამედროვე ინოვაციური მეთოდებით, კერძოდ, გეომეტრიულ გარდაქმნების თვისებების გათვა-

ლისწინებით ჩვენს მიერ კონსტრუირებული მარტივი მექანიზმები. აღწერილია გეომეტრიული აგებების თანმიმდევრობა, წამყვანი რგოლის ბრუნვის ერთი ციკლის პირობებში, რომლებიც საფუძვლად უდევს უფრო რთული მექანიზმების კვლევას.

როდესაც მანქანის რომელიმე მოწყობილობისათვის საჭიროა შეიქმნას ესა თუ ის მექანიზმი, აუცილებელია შეირჩეს ამ მექანიზმის ისეთი სტრუქტურული სქემა, რომელიც მთლიანად ესადაგება იმ მოძრაობის ტრაექტორიების შესრულებას, რომელსაც კონსტრუქტორი მიზნად ისახავს. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად ნაშრომში წარმოდგენილია ჩვენს მიერ განხილული მექანიზმების სტრუქტურული სქემები, საიდანაც კონსტრუქტორს საშუალება ეძლევა შეარჩიოს მასში არსებული ნებისმიერი კინემატიკური პარამეტრების მქონე მექანიზმი.

ზემო ხსენებულიდან გამომდინარე, ამ თავში მექანიკური მოძრავი სისტემების კვლევის მეთოდების ანალიზისას მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა სამრეწველო ინჟინერიაში არსებული მანქანების მოძრავ-მექანიკური სისტემების მუშაობის პრინციპები და მათი ანალიზისა და კვლევის საფუძვლზე შევქმნათ ახალი ტიპის მოძრავი მექანიკური სისტემები, რომელიც მანქანათმშენებლობის დარგში არსებული პრობლემების გადაწყვეტის საშუალებას მოგვცემს, ამ იდეის განსახორციელებლად საჭიროა ისეთი ბრტყელი და სივრცითი მექანიზმების კონსტრუირება, რომელთა ტექნიკური მახასიათებლებიც სხვადასხვა მოწყობილობებში ამძრავ და გადამცემ მექანიზმებში რეალიზების საშუალებას მოგვცემს. ასეთი სახის კონსტრუირებული სასარგებლო მოდელები გამოყენებულია სამრეწველო ინჟინერიაში გამოყენებულ მექანიზმებში, რომლებიც არსებულისგან მეტი სიზუსტით გამოირჩევა.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, პრობლემების გასამარტივებლად ინოვაციური მეთოდების გამოყენებით, ჩვენს მიერ კონსტრუირებულია მოწყობილობა, რომელიც ზოგადად უზრუნველყოფს წამყვანი და ამყოლი რგოლების სინქრონულ ბრუნვით მოძრაობას და ასრულებს ფურცვლოვანი მასალის კეცვის ოპერაციას მაღალი ხარისხის სიზუსტის დაცვით, რაც გამორიცხავს ჩაჭედვის და დაზიანების

შემთხვევებს, რომელიც თანამედროვე მანქანებში მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს. აღნიშნული სასარგებლო მოდელი განეკუთვნება ლითონების წნევით დამუშავებას, კერძოდ მოწყობილობებს ფურცლოვანი ლითონის ღუნვისათვის.

სასარგებლო მოდელის ტექნიკური შედეგია კონსტრუქციის გამარტივება და დამუშავების ხარისხის ამაღლება. კონსტრუქციის გამარტივება მიღწეულია მარტივი ამპრავი მექანიზმის შექმნის ხარჯზე, კერძოდ, წყვილი მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმის გამოყენების მეშვეობით და ამ მექანიზმების რგოლების სპეციფიკური კავშირებით, რომლებიც კონსტრუირებულია ინვერსიული გარ-დაქმნების თვისებების საფუძველზე, ვინაიდან საჭირო აღარ არის გამოყენებული ჰიდრო თუ პნევმო მექანიზმებან ერთობლიობაში კბილა გადაცემები. ეს კი კონსტრუქციის გამარტივებასთან ერთად ამცირებს ენერგო დანახარჯებს და ზრდის ხანგამხლეობას.

დამუშავების ხარისხის ამაღლება, მიიღწევა იმით, რომ პირველი მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმის, შესაბამისად, პირველი მრუდმხარას და პირველი ბარბაცას თავისუფალი ბოლოები სახსრულადაა დაკავშირებული სადგართან, ხოლო მეორე მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმის მეორე მრუდმხარას თავისუფალი ბოლოა ასევე სახსრულადაა დაკავშირებული სადგართან, მეორე ბარბაცას თავისუფალი ბოლო კი ხსენებულ ცოცისთან, გარდა ამისა, პირველი მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმის პირველი ბარბაცა ტელესკოპურია და მასზე დასმულ პირველ ცოციასთან სახსრულად დაკავშირებულია ძრავასთან სახსრულ კავშირში მყოფი პირველი ბერკეტი, მეორე მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმის მეორე მრუდმხარასა და მეორე ბარბაცასთან სახსრული შეერთების წერტილი მეორე ბერკეტით დაკავშირებულია პირველ მრუდმხარასთან, პირველი მრუდმხარას სადგართან და პირველ ბარბაცასთან სახსრული მიერთების წერტილებს შორის წერტილში, ვინაიდან ამგვარი კონსტრუქციული შესრულების ფორმა უზრუნველყოფს მღუნავი პუანსონის პირის მდორე შეხებას გადასაღუნ მასალასთან. ხოლო უკუსვლას კი სწრაფი მოძრაობით. აქედან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასვენათ,

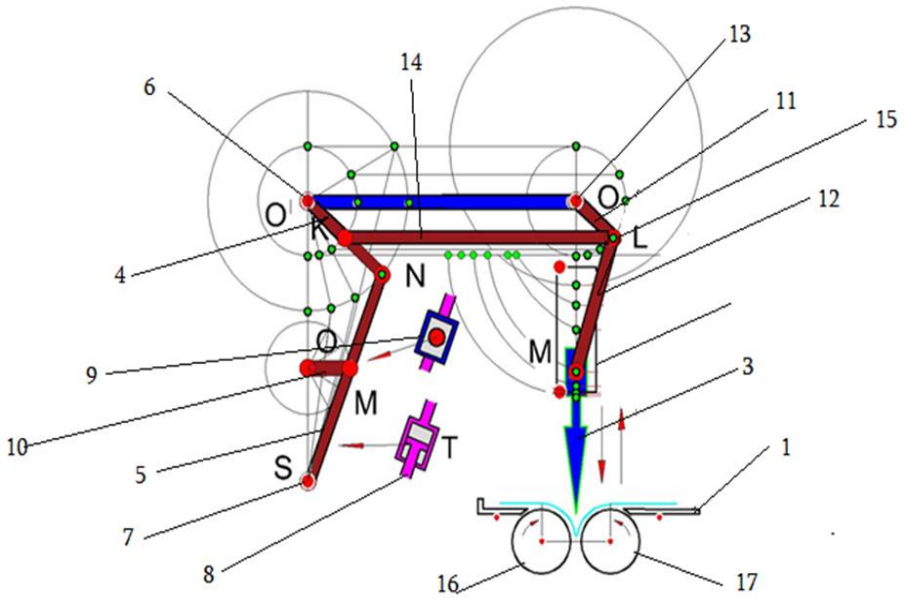
რომ ფურცლოვანი მასალის საღუნო მექანიზმის მუშაობა მიმდინარეობს დევექტების გარეშე. მუშაობის ეფექტურობაზე ასევე გავლენას ახდენს ასევე, ისიც რომ მაგიდა გაყოფილია ორ ნაწილად, სადაც ნაწილებს შორის განთავსებულია ურთიერთ საწინააღმდეგოდ მბრუნავი ლილვაკები, რადგან დეფორმაციის ძალა ერთმიმართულიაა მაღალი ალბათობით აღმოფხვრილი იქნება დეფორმირების პროცესის არათანაბრად წარმართვა.

სასარგებლო მოდელი გახსნილია ნახაზით: 2.12-ნახაზზე წარმოდგენილია ფურცლოვანი ლითონის საღუნო მოწყობილობის სქემატური გამოსახულება. მოწყობილობა შეიცავს სადგარს (ნახაზზე ნაჩვენები არ არის), მაგიდას 1, ძრავას (ნახაზზე ნაჩვენები არ არის), სადგარზე დამაგრებულ ვერტიკალურ მიმმართველს 2 და მასში უკუქცევით-წინსვლითი გადადგილების შესაძლებლობი მქონე მღუნავი პუანსონს 3. მოწყობილობა ასევე აღჭურვილია ამძრავი სისტემით, რომელიც შეიცავს ორ მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმს. პირველი მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმი შედგება პირველი მრუდმხარასაგან 4 და მასთან სახსრულად დაკავშირებული პირველი ბარბაცასაგან 5. პირველი მრუდმხარა 4 და პირველი ბარბაცა 5 თავისუფალი ბოლოებით სახსრულად დაკავშირებულია სადგარზე ხისტად მიერთებულ საყრდენებთან 6 და 7. პირველი მრუდმხარა ტელეს-კოპურია 8, მასზე ასევე დასმულია ცოცია 9, რომელთანაც სახსრულად დაკავშირებული პირველი ბერკეტი 10. ეს უკანასკნელი კი ძრავსთან. მეორე მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმი შედგება მეორე მრუდმხარასაგან 11 და მასთან სახსრულად დაკავშირებული მეორე ბარბაცასაგან 12. მეორე მრუდმხარას თავისუფალი ბოლო სახსრულად დაკავშირებულია სადგართან ხისტად დაკავშირებულ საყრდენთან 13. მეორე ბარბაცას თავისუფალ ბოლოსთან კი მოხსნის შესაძლებლობით მიერთებულია მღუნავი პუანსონი. მექანიზმი წარმოადგენს, სახსრულ-ბერკეტული მექანიზმების ჯგუფს, რომელიც კონსტრუირებულია ინვერსიული გარდაქმნების თვისებების საფუძველზე. მოწყობილობის კონსტრუირებისას პირველ მრუდმხარაზე (O/N რგოლზე) საყრდენი წერტილში შემოწერილი იყო პირვე-

ლი ბერკეტის (*OM* რადიუსის) ტოლი რკალი. ხსენებული რკალის და მრუდმხარას ღერძის გადაკვეთის წარმოსახვით *K* წერტილში ფორმირებული იყო სახსარი, რომელიც მეორე ბერკეტის 14 (*L* რგოლი) მეშვეობით დაკავშირებული იქნა მეორე მრუდმხარასა და მეორე ბარბაცას შემაერთებელ სახსართან 15. მაგიდა 1 შედგება ორი ნაწილისაგან, რომელთა შორის განთავსებულია ორი ურთიერთ საწინააღმდეგოდ მბრუნავი ლილვაკი 16 და 17. ლილვაკების აძვრა შესაძლოა განხორციელებული იქნას მოწყობილობის ძრავადან (მაგ. ღვედური და კბილანური გადაცემის მეშვეობით ან ტექნიკის დონიდან ცნობილი ნებისმიერი საშუალებით თუ ხერხით) ან ცალკეული ამძრავიდან.

მოწყობილობა მუშაობს შემდეგნაირად: მაგიდაზე ფურცლოვანი მასალის განთავსების შემდეგ რთავენ მოწყობილობას, ძრავადან პირველი ბერკეტის მეშვეობით მოძრაობა გადაეცემა პირველ მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმს, ხოლო მეორე ბერკეტის მეშვეობით კი მეორე მრუდმხარა ბარბაცა მექანიზმს. შედეგად განხორციელდება მღუნავი პუანსონის წინსვლითი მოძრაობა ფურცლივანი მასალის დეფორმირება ლილვაკებს შორის სივრცეში. დეფორმაციის პროცესის დასრულების შემდგომ პუანსონი უკუქცევითი მოძრაობით უბრუნდება საწყის მდებარეობას, რომლის შემდგომ მაგიდაზე მორიგი ფურცლოვანი მასალის განთავსების შემდგომ დეფორმაციის პროცესი მეორდება.

ამრიგად, ჩვენს მიერ გეომეტრიულ გარდაქმნაზე შექმნილია მექანიზმი, რომელიც მეშვეობითაც გამარტივებულია ავტომატიზირებული მანქანების მუშა მექანიზმების სირთულე. აღნიშნული მექანიზმი ჩვენთვის სასურველ დარგში შეუფერ-ხებელად ასრულებს ოპერაციებს და აკმაყოფილებს ძირითად ტექნიკურ მოთხოვნებს.



ნახ. 1. ფურცლოვანი ლითონის საღუნის მოწყობილობა

მეცნიერული და ტექნოლოგიური პროგრესის შედეგებზე საუბრისას არ შეიძლება არ ითქვას სპეციალური დანიშნულების კომპლექსურ მექანიზმებზე და მანქანებზე, რომლებსაც აქვთ კონკრეტული ფუნქცია და გამოიყენება კონკრეტული მიზნებისთვის.

ცნობილია, რომ საერთო დანიშნულების, დიდ გაბარიტიანი, ცილინდრული ფორმის, სითხე გამტარი დახურული სადინარები, შესასრულებელი სამუშაოსა და ტექნოლოგიური პროცესის გათვალისწინებით, ისეთ პარამეტრებს უნდა მოიცავდეს, რომლის მიხედვითაც უზრუნველყოფილი იქნება შესასრულებელი სამუშაოს წარმატებული დასასრული. ამის მისაღწევად, მრავალი კვლევაა ჩატარებული, მაგრამ ჩვენ შევეცადეთ ზემოთ აღწერილი პრინციპები გაგვეთვალისწინებინა სითხის მარეგულირებელ სისტემებში, რაც ძალზედ მნიშვნელოვანია. ნახზზე 2 წარმოდ-გენილია ჩვენს მიერ კონსტრუირებული ინვერსიულ

გარდაქმნებსა და ოქროს კვეთის პრინციპებზე აგებული ფირფიტების მამოძრავებელი მექანიზმი, რომელიც არეგულირებს დაწნევისა და გასატარებელი სითხის კუბამეტრობის საჭირო რაოდენობას, დიდი და მცირე დიამეტრიან კვანძებში.

სასარგებლო მოდელი განეკუთვნება ჩამკეტ-მარეგულირებელ არმატურას მილსა-დენებისავის და შეიძლება გამოყენებულ იყოს წყლისა ან სხვა დენადი ან აირისმაგვარი გარემოს ჩაკეტვის ან ნაკადის რეგულირებისათვის.

სასარგებლო მოდელის ამოცანას წარმოადგენს გაზრდილი ფუნქციური შესაძლებლობის მქონე სითხის ნაკადის მარეგულირებელი მექანიზმის შექმნა, რომლის გამოყენება შესაძლებელი იქნება მცირე და დიდი განივი კვეთის მილსადენების შეერთების უბანში, იმავდროულად იქნება მარტივი, და ექნება შესაძლებლობა შეინარჩუნოს მცირე დიამეტრში გამავალი და დიდ დიამეტრში გამავალი სითხის ნაკადებს შორის პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულება სრული ციკლის განმავლობაში, რითაც უზრუნველყოფილი იქნება შესასრულებელი სამუშაოს წარმატებული დასასრული.

აღნიშნული ამოცანა უზრუნველყოფილია მცირე და დიდი განივი კვეთის მილსადენების შეერთების უბანში სითხის რაოდენობის მარეგულირებელი მოწყობილობით, რომელიც შეიცავს კორპუსს, ორ დისკოსმაგვარ ჩამკეტ საშუალებას, კორპუსში განთავსებულ პირველ უნაგირს მამჭიდროვებელი ელემენტით ხსენებული საშუალებებიდან ერთის ჩასადგმელად, დისკოსმაგვარი ჩამკეტი საშუალების საბრუნ კვანძს ამძრავით, სადაც, კორპუსი შესრულებულია ერთმანეთთან შეერთებული მცირე და დიდი განივი კვეთის მილების ფორმით, შესაბამისად, მცირე და დიდი განივი კვეთის მილსადენებთან მიერთებისათვის და შედეგად შეერთების უბნის ფორმირებისათვის, ამასთან, პირველი უნაგირი მამჭიდროვებელი ელემენტით შესრულებულია

კორპუსის მაფორმირებელი მილებიდან ერთში, რომელშიც სხსენებული პირველი ჩამკეტი საშუალებაა ჩადგმული, გარდა ამისა, იგი დამატებით აღჭურვილია მეორე მამჭიდროებელ ელემენტთან უნაგირით, რომელიც განთავსებულია კორპუსის მაფორმირებელ მეორე მილში და რომელშიც ჩადგმულია მეორე დისკოსმაგვარი ჩამკეტი ელემენტი, დისკოსმაგვარი ჩამკეტი საშუალებების საბუნო კვანძი კი შესრულებულია სახსრულ-ბერკეტული მექანიზმის სახით, რომლის სხვადასხვა რგოლებთან მიერთებულია ხსენებული საშუალებების საბრუნო ლილვები და ამძრავი.

სასარგებლო მოდელი გახსნილია ნახაზით: ნახაზზე 2.13 წარმოდგენილია მცირე და დიდი განივი კვეთის მილსადენების შეერთების უბანში სითხის რაოდენობის მარეგულირებელი მოწყობილობის სქემატური გამოსახულება. მოწყობილობა შეიცავს კორპუსს ფორმირებულს მცირე და დიდი დიამეტრის მილებით (ნახაზზე ნაჩვენები არ არის), ხსენებულ მილებში განთავსებულ უნაგირს მამჭიდროებელი ელემენტებით და მათში ჩადგმულ შესაბამისს დიამეტრის მქონე პირველ და მეორე დისკოსმაგვარ ჩამკეტ საშუალებებს 1 და 2. მოწყობილობა ასევე შეიცავს ამძრავს (ნახაზზე ნაჩვენები არ არის). ჩამკეტი საშუალებებთან დაკავშირებულია საბრუნო ლილვები 3 და 4. მოწყობილობა აღჭურვილია საბრუნო მექანიზმით, რომელიც შესრულებულია სახსრულ-ბერკეტული მექანიზმის სახით. ხსენებულ სახსრულ ბერკეტული მექანიზმის სხვადასხვა რგოლებთან მიერთებულია საბრუნო ლილვები და ამძრავი.

AEBFC მექანიზმის რგოლების პარამეტრები ე.წ. „ოქროს კვეთი“ პრინციპის მიხედვითაა შესრულებული.

როგორც ცნობილია, ფიბონაჩის რიცხვთა თანმიმდევრობა შემდეგია: 2,5,8,13...=1,6; ანუ ესაა ოქროს კვეთის პარამეტრი. ავიღეთ 130სმ სიგრძის მქონე მონაკვეთი, რომელზედაც ავაგეთ მართკუთხა სამკუთ-

ხედი ABC , რომლის გვერდების თანაფარდობა ეყრდნობა ოქროს კვეთის პრინციპს და ელემენტარული გეომეტრიის საფუძველზე შევქმენით $AEBFC$ მექანიზმი, სადაც ყველა სახსრის სიგრძეები, იგივე თანაფარდობაში დარჩებიან, როგორც AE და EB რგოლების შემთხვევაშია მოცემული, კერძოდ, $\frac{EB}{AE} = \frac{80}{50} = 1.6$. ასეთივე თანაფარდობით აისახება ABC სამკუთხედში განლაგებული რგოლების სიგრძეთა პარამეტრები, რომელთა დეტალიზაცია შემდეგია: $\frac{BC}{CF} = \frac{AC}{FE} = 1.6$.

შესაბამისად, EF და AC რგოლების მობრუნების კუთხეთა თანაფარდობებიც ოქროს კვეთის პარამეტრს ექვემდებარება და იგი დამოკიდებულებაშია სახსრულ ბერკეტული მექანიზმის რგოლების თანაფარდობასთან, ანუ უნაგირი 2-ის ფართობი ისე შეეფარდება უნაგირი 1-ის ფართობს, რომ მივიღებთ ოქროს კვეთის პარამეტრს 1,6.

აქედან გამომდინარე კი, რგოლებზე მიერთებული სითხის მარეგულირებელი უნაგირები, მოძრაობას იგივე თანაფარდობით ასრულებენ.

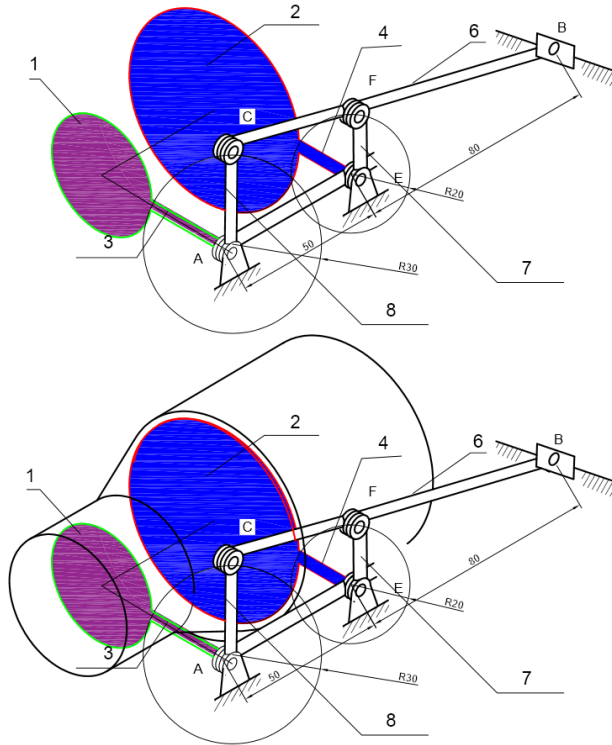
ზემოთ აღნიშნული, თავისმხრივ უზრუნველყოფს, A და E წერტილებში მიერთებული 1 და 2 უნაგირების წრიულ ბრუნვას, სითხე გამტარ მილებში. უნაგირების ვერტიკალური მდებარეობა, ახდენს შესაბამის მილებში სითხის გადინების რეგულირებას, შეწყვეტას ან თავისუფლად მოძრაობას. მექანიზმის C და F წერტილების მოძრაობა, როგორც ჩანს წრიულია. აქედან გამომდინარე, მათი გადაადგილება 1 და 2 უნაგირების 90° ბრუნვას განაპირობებს. როდესაც C და F წერტილები AB წრფეზე განლაგდება, 1 და 2 ფირფიტები ჰორიზონტალურ მდებარეობას დაუბრუნდება, რაც სითხის მთელი ნაკადით გადინებას უზრუნველყოფს. ფირფიტების ვერტიკალურიდან-ჰორიზონტალურ მდებარეობამდე მოძრაობა და სითხის გატარების სიმძლავრე ერთმანეთის პროპორციულია.

ამ თავში განხილულია ჰიდრავლიკური დარტყმების პრობლემები

მილსადენებში, რომლებიც წარმოიქმნება მაშინ, როდესაც სითხის კინეტიკური ენერჯია გარდაიქმნება დრეკადი დეფორმაციის ენერჯიად. თუმცა, ასეთი ეფექტს იწვევს მხოლოდ ნაკადის სიჩქარის მხოლოდ უეცარი ცვლილებები, როგორცაა ჩამკეტი სარქველის უეცარი დახურვა ან ტუმბოს გაუმართაობა. ინერციის გამო, სითხის ნაკადის სიჩქარე ამ შემთხვევაში ვეღარ ადაპტირდება ახალ სიტუაციასთან. სითხე დეფორმირებულია და დეფორმაციის პროცესს თან ახლავს წნევის ცვალებადობა. ჰიდრავლიკური დარტყმის მაღალი საშიშროება მდგომარეობს იმაში, რომ, თითქმის წნევის შემცირების გარეშე, ის მოძრაობს ხმის სიჩქარით და იწვევს მილსადენის სისტემის ელემენტების განადგურებას. ყველაზე ხშირად, ჰიდროდარტყმების მიზეზებია მილსადენის სარქველების სწრაფი დახურვა ან გახსნა, ასევე ტუმბოების მუშაობის რეჟიმის შეჩერება, გაშვება ან შეცვლა.

ტექნიკაში ჰიდრავლიკური დარტყმის მოვლენა რაოდენობრივად აღწერა მეცნიერმა ნ.ე.ჟუკოვსკიმ., რომელმაც მისი თეორიის თანახმად განსაზღვრა ჰიდრო დარტყმის დროს წნევის მატება.იმის გამო, რომ პრინციპში შეუძლებელია წნევის ცვალებადობის თავიდან აცილება მილსადენის სისტემის მუშაობის დროს, ყველაზე მნიშვნელოვანი წერტილი არის წნევის დინამიური ცვლილებების შენარჩუნება კონტროლირებად საზღვრებში. სიტუაციას ართულებს ის ფაქტი, რომ წნევის დაუშვებელი რყევებით გამოწვეული ზიანი ყოველთვის არ ჩანს. ხშირად მათი მოქმედების შედეგები, როგორცაა მილში ბზარების წარმოქმნა, მილის ფლანგების შესუსტება, ჩნდება დიდი ხნის შემდეგ. ამ შემთხვევაში დაზიანების მიზეზი უცნობია.

სწორედ ზემოთ აღწერილი მოვლენაა, გათვალისწინებული და შეძლებისდაგვარად უგულვებელყოფილი ჩვენს მიერ კონსტრუირებულ სითხის მარეგულირებელი მექანიზმში.



ნახ. 2. სითხის მარეგულიებელი მექანიზმი

ჰიდრავლიკური დარტყმების თავიდან ასაცილებლად ვაყალიბებთ რამოდენიმე რეკომენდაციას:

- ჟუკოვსკის ფორმულიდან გამომდინარე (რომელიც განსაზღვრავს წნევის მატებას წყლის დარტყმის დროს) და იმ მნიშვნელობებზე, რომლებზეც დამოკიდებულია დარტყმითი ტალღის გავრცელების სიჩქარე, ამ მოვლენის ძალის შესუსტების ან მისი სრულად აღკვეთის მიზნით, შესაძლებელია მილსადენში სითხის მოძრაობის სიჩქარის შემცირება მისი დიამეტრის გაზრდით.

- ამ მოვლენის ძალის შესუსტების მიზნით, საჭიროა გაიზარდოს ჩამკეტის დახურვის დრო - როდესაც სარქველი შეუფერხებლად დაიხურება, მილსადენში წნევა თანდათან გათანაბრდება. ამ შემთხვევაში დარტყმის ტალღას ექნება უმნიშვნელო ძალა და, შესაბამისად, ჰიდრავლიკური დარტყმის სიმძლავრე მინიმალური იქნება. მაგრამ ყველა შემთხვევაში აღნიშნული არ არის შესაძლებელი.

- დემფირების (ამორტიზაციის) მოწყობილობების დამონტაჟება - აღნიშნული მოწყობილობა უნდა დამონტაჟდეს სამუშაო სითხის მოძრაობის მიმართულეობით. ამორტიზატორის სახით გამოიყენება ელასტიური პლასტმასისგან ან რეზინისგან დამზადებული მილის ნაჭერი, რომელიც ცვლის თერმოსტატის წინ ხისტი მილის ნაწილს. როდესაც ჰიდრავლიკური დარტყმა ხდება, ელასტიური სეგმენტი იჭიმება და დარტყმის ძალა ნაწილობრივ იკლებს.

იმისათვის, რომ ნაშრომის მიზანი და პრაქტიკული ფასეულობა სწორად იყოს მიმართული იმ, სამიზნე აუდიტორიისაკენ, რომლის წარმომადგენლებიც გამოიყენებენ ჩვენი მუშაობის შედეგებს, მოვალდინოთ სითხის ნაკადის მარეგულირებელი სახსრულ-ბერკეტული მექანიზმის კინემატიკური კვლევა, რომლებზეც დაყრდნობით და პარამეტრების ცვალებადობით მიიღება შესაბამისი შედეგები. გეომეტრიული გარდაქმნების პრინციპის განსახორციელებლად. სითხის გადინება-ჩაკეტვის რეგულირების უზრუნველსაყოფად. უნაგირის საყრდენი ღეროების სიმტკიცეზე გაანგარიშების მიზნით ჩატარებულია ღუნვის დეფორმაციისა და კვეთის მობრუნების კუთხეები. გაანგარიშებულია გარე ძალების მოქმედებით ობიექტის დამაბული მდგომარეობა. აგებულია ძაბვათა განაწილების გრაფიკები. მიღებული შედეგებიდან ჩანს, ადგილობრივი ძაბვების მნიშვნელობების საკმარისად მაღალი სიზუსტე. მიღებული ძაბვების მნიშვნელობათა საფუძველზე, განისაზღვრება საკვლევი ობიექტის, როგორც ჩალუნვის დეფორმაცია,

ასევე მოზრუნების კუთხის სიდიდე, ამ უკანასკნელის საფუძველზე კი, დაიანგარიშება, კვლევის ობიექტის სიმტკიცე, რაც მნიშვნელოვანია მექანიზმის მდგრადი მუშაობის უზრუნველსაყოფად.

განსჯისა და შედეგების თავში გაანგარიშებულია ჰიდრავლიკურ სისტემებში სითხის რეგულირებით მისაღები ეკონომიკური ეფექტი, რომლის შედეგადაც მიღებული ციფრობრივი მონაცემები, ადასტურებენ ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევითი სამუშაოს შედეგების დანერგვის ეფექტურობას.

ჰიდრავლიკურ სისტემებს ფართო გამოყენება გააჩნია არა მარტო მანქანათმშენებლობაში, არამედ ეკონომიკის სხვა სექტორებშიდაც. ძნელია დასახელდეს ეკონომიკის არა მხოლოდ დარგი, არამედ ქვედარგებიც კი,სადაც ჰიდრავლიკური მოწყობილობების გამოყენებას გვერდს აუვლიან. ასე მაგალითად, დღეისათვის ეკონომიკას ჰყოფენ შემდეგ შემადგენლებად: მრეწველობა, სოფლის მეურნეობა, მშენებლობა, ტრანსპორტი და კავშირგაბმულობა, ვაჭრობა. მრეწველობას მიეკუთვნება მანქანათმშენებლობა, როგორც მსხვილი კომპლექსური დარგი და მასში ყველაზე ინტენსიური გამოყენება აქვს ჰიდრავლიკურ მოწყობილობებს სხვადასხვა პრესებში, საჭედ დანადგარებში, ჩარხებში და ა.შ. სოფლის მეურნეობა წარმოუდგენელია მანქანების (ტრაქტორების) და მექანიზმების გარეშე, სადაც თითქმის არ არსებობს მათი შედარებით ძლიერი ნიმუშები რომ ჰიდროამძრავები არ გამოიყენებოდეს. მაგალითად, ტრაქტორების მუშა ნაწილების საკიდი სისტემებისთვის, მუხრუჭებისთვის და სამართი მოწყობილობებისთვის. ასევეა მშენებლობაშიც. თანამედროვე ამწეები, რკინის კონსტრუქციების ჭრის, ღუნვის და სხვა შემადგენლები ეფუძნება ჰიდრავლიკას. მითუმეტეს წარმოუდგენელია სატრანსპორტო საშუალებები-ავტომობილები, რკინიგზის ტრანსპორტი, ავიაცია, საზღვაო ტრანსპორტი ჰიდრავლიკური დანადგარების გარეშე. ამით იმის თქმა გვინდა, რომ ჰიდრავ-

ლიკური მექანიზმების გამოყენებას ძალიან ფართო სპექტრი გააჩნია.

ჰიდრავლიკა ეფუძნება სხვადასხვა დიამეტრის მილების შეერთებისას მათში არსებული სითხის წნევის თანაბრობას, ამასთან სითხის გადაქაჩვის პროცესში ძალიან მნიშვნელოვანია წნევა შეიქმნას მხოლოდ იმ ზომამდე, რაც აუცილებელია მოცემული სამუშაო ამოცანების გადასაწყვეტად, რამდენადაც ნაკლები წნევა შეუძლებელს გახდის დასმული ამოცანის შესრულებას, ხოლო საჭიროზე მაღალი წნევით სითხის მიწოდება იწვევს მექანიზმის ცალკეული კვანძების და დეტალების დროზე ადრე გამოსვლას მწყობრიდან. ზოგჯერ, არცთუ იშვიათად, საჭიროა წნევის რაღაც გარკვეული სიდიდე, მაგალითად, დასაწყობებაში. წინააღმდეგ შემთხვევაში მივიღებთ ტარა მასალის მტვრევას და უდიდეს დანაკარგებს.

ყოველივე ზემოთქმულის საფუძველზე შეიძლება ეკონომიკური ეფექტის გაანგარიშებისას გავითვალისწინოთ ჩვენს მიერ გაანგარიშების და დაგეგმვის შეთავაზებული მეთოდის დანერგვით მიღებული ეკონომია საქართველოს მთელი ეკონომიკისათვის.

წლიური ეკონომიკური ეფექტის განსაზღვრა ემყარება საბაზო და ახალი მეთოდის დანერგვით შემცირებული ხარჯების შედარებას. ზემოთ აღნიშნული ხარჯები არის ინვესტიციებზე დანახარჯების და სტანდარტული ეკონომიის ჯამი:

$$Z = (C - E_n \cdot K) \cdot N, \quad (181)$$

სადაც,

Z - ჯამური ეკონომიკური ეფექტიანობის სიდიდეა;

C - ჯამური ეკონომიის მოცულობა ერთეულზე გაანგარიშებით;

K - კონკრეტული კაპიტალის ინვესტიციების ჯამური სიდიდე ერთეულზე გაანგარიშებით;

E_n - არის კაპიტალის ინვესტიციების ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი.

N - წლიური პროგრამის მოცულობაა.

აღნიშნული გაანგარიშებისათვის საქართველოს ეკონომიკისათვის შეიძლება გამოვიდეთ შემდეგი მსჯელობიდან:

1. მცირე და დიდი განივი კვეთის მილსადენების შეერთების უბანში სითხის ნაკადის მარეგულირებელი მექანიზმის ტიპის და ტექნიკური პარამეტრების გამოყენება დამოკიდებულია ჰიდრავ-ლიკური მოწყობილობების ზომებზე და იმ სამუშაოს შესრულებაზე, რომლისთვისაც ის გამოიყენება. ჰიდროტექნიკურ ნაგებებებში (ჰიდროელექტრო სადგურები) გამოყენებული მექანიზმებისათვის მოითხოვება მაღალი წნევის შექმნა და დიდი სიმძლავრის მიღწევა, მაშინ როცა ავტომობილების საჭის მექანიზმისათვის მარეგულირებელი მექანიზმის მასშტაბები გაცილებით მოკრძალებულია. თუ გავითვალისწინებთ საქართველოში არსებულ ჰიდრომექანიზმების სტრუქტურას, შეგვიძლია ვივარაუდოთ ასეთი მექანიზმის შემენის (მისი დაპროექტების, დამზადების, მოგების გათვალისწინებით) ღირებულება საშუალოდ 200 ლარის ფარგლებში, ხოლო არსებული მექანიზმის სალიკვიდაციო ღირებულება საშუალოდ დაახლოებით 50 ლარი იქნება.

თუ ამ მსჯელობას მივიღებთ ციფრობრივ პარამეტრად, მაშინ დანახარჯები ერთეულოვან ჰიდრავლიკურ მოწყობილობაზე 150 ლარის ტოლია (200-50);

2. ეკონომია ჩვენს მიერ შეთავაზებული პარამეტრების გაანგარიშების და დაპროექტების გამოყენებით, მიიღწევა ამძრავი სისტემის გამოსაყენებელი სიმძლავრის ოპტიმიზაციით და შესაბამისად ენერჯის ეკონომიით, რაც ერთეულოვან დანადგარზე შეიძლება მივიღოთ წლიურად საშუალოდ 40 ლარის ტოლფასად. ამავე დროს დანადგარის შემადგენელი კვანძების საექსპლოატაციო პერიოდის გაზრდით შემცირდება მიმდინარე და კაპიტალურ რემონტზე დანახარჯები, რომლის საშუალო სიდიდე განვსაზღვროთ ერთეულზე 10 ლარის ოდენობით,

ხოლო ავარიული სიტუაციების საგრძნობი შემცირებით მისაღები ეკონომია გავითვალისწინოთ კიდევ 10 ლარის მოცულობით. მაშინ ეკონომიის ჯამური სიდიდე ერთეული ჰიდრავლიკური დანადგარისათვის იქნება 60 ლარი წლიურად (40+10+10);

3. ეფექტიანობის ნორმატიული კოეფიციენტი ზოგ ქვეყნებში ნორმატიულადაა დადგენილი (მაგალითად, რუსეთში 0,15, აზერბეიჯანში და უკრაინაში ცვალებადია დარგობრივად 0,12-დან 0,2 -მდე, ხოლო დასავლეთის სახელმწიფო ინსტიტუტები რეკომენდაციას იძლევიან ამ კოეფიციენტად გამოყენებული იქნას სარგებლის საშუალო პროცენტის კოეფიციენტური მნიშვნელობა) ზოგში კი არა. ჩვენთანაც არ არის ამ მიმართებით რაიმე მოქმედი ნორმატივი, ამიტომ ჩვენ ავიღოთ ყველაზე მაღალი არსებულთაგან - 0,2.

4. იმისათვის, რომ გამოვთვალოთ იმ ჰიდრავლიკური დანადგართა რაოდენობა, რომლებიც ფუნქციონირებენ საქართველოში, ვისარგებლოთ ეკონომიკის დარგებში ძირითადი აქტივების სტატისტიკური მონაცემებით და მათში ჰიდრავლიკურ დანადგართა წილის ექსპერტული შეფასებების სიდიდით, რაც წარმოდგენილი ცხრილში 1.

ცხრილი 1.

ჰიდროდანადგარების რიცხვი საქართველოს სამეწარმეო დარგებში 1920 წ-ს.

№	დარგები	ძირითადი აქტივები მლნ. ლარი	ჰიდრავლიკური დანადგარების რიცხვი ყოველ მლნ. ლარზე	სულ ჰიდრავლიკური დანადგარების რიცხვი (ცალი)
1.	სოფლის, სატყეო და თევზის მეურნეობა	827.8	5	54135
2.	სამთომოპოვებითი მრეწველობა და კარიერების დამუშავება	480.2	12	5760

3.	დამამუშავებელი მრეწველობა	4 201.4	21	88221
4.	ელექტროენერჯის, აირის, ორთქლის და კონდიციონერ-ბული ჰაერის მიწოდება	6 485.0	18	116730
5.	წყალმომარაგება; კანალიზაცია, ნარჩენების მართვა და დაბინძურებისგან გასუფთავების საქმიანობები	1 402.5	16	22440
6.	მშენებლობა	4 556.2	19	86564
7.	საბითუმო და საცალო ვაჭრობა; ავტომობილების და მოტოციკლების რემონტი	3 852.7	28	107856
8.	ტრანსპორტირება და დასაწყობება	5 522.1	21	115962
9.	განთავსების საშუალებებით უზრუნველყოფის და საკვების მიწოდების საქმიანობები	1 983.2	2	3966
10	ინფორმაცია და კომუნიკაცია	1 693.2	0	0
11	უძრავ ქონებასთან დაკავშირებული საქმიანობები	735.6	2	1470
12	პროფესიული, სამეცნიერო და ტექნიკური საქმიანობები	107.1	0	0

	ადმინისტრაციული და დამხმარე მომსახურების საქმიანობები			
13	განათლება	423.7	0	0
14	ჯანდაცვა და სოციალური მომსახურების საქმიანობები	1 764.2	9	15876
15	ხელოვნება, გართობა და დასვენება	735.6	0	0
16	სხვა სახის მომსახურება	107.1	1	107
17	სამეწარმეო სფერო – სულ	38 730.8		619087

ამრიგად, საქართველოს სამეწარმეო სფეროში არსებული ჰიდრაულიკური დანადგარების საერთო რიცხვმა შეადგინა 619087 ერთეული. დავუშვათ, რომ მილსადენების შეერთების უბანში სითხის ნაკადის მარეგულირებელი მექანიზმის ცვლილებაზე მოთხოვნილება შეადგენს მთელი მოწყობილების 40%-ს, მაშინ საანგარიშო ფორმულის N სიდიდე იქნება 247634 ერთეული ($619087 \cdot 0,4$).

მონაცემთა გენერირებით მივიღებთ:

$$Z = (C - E_n \cdot K) \cdot N = (60 - 0,2 \cdot 150) \cdot 247634 = 7429020 \text{ (ლარი).}$$

$$\text{დანახარჯების გამოსყიდვის ვადა იქნება: } T = K/C = 2,5 \text{ (წელი)}$$

აღნიშნული ციფრობრივი მონაცემები, ადასტურებენ ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევითი სამუშაოს შედეგების დანერგვის ეფექტურობას.

მუსაგმ თაგში ჩამოყალიბებულია კვლევის შედეგად მიღებული შემდეგი სახის დასკვნები:

1. **განხილულია** გეომეტრიულ გარდაქმნების თვისებების გათვალისწინებით კონსტრუირებული ბრუნვითი მოძრაობის სწორხაზობრივ მოძრაობად გარდაქმნილი მექანიზმები.
2. **კონსტრუირებულია** მოწყობილობა, რომელიც ზოგადად უზრუნველყოფს წამყვანი და ამჟღავნებელი რგოლების სინქრონულ ბრუნვით მოძრაობას და ასრულებს ფურცვლოვანი მასალის კეცვის ოპერაციას მაღალი ხარისხის სიზუსტის დაცვით. აღნიშნულ მოწყობილობაზე მიღებულია დადებითი გადაწყვეტილება საქართველოს ინტელექტუალურ ცენტრში.
3. **დაპატენტებულია** ინვერსიულ გარდაქმნებსა და ოქროს კვეთის პრინციპებზე აგებული სითხის მარეგულირებელი მექანიზმი, რომელიც არეგულირებს დაწნევისა და გასატარებელი სითხის კუბამეტრობის საჭირო რაოდენობას, დიდი და მცირე დიამეტრიან კვანძებში.
4. **განხილულია** ჰიდროდარტემების თავისებურებები მილსადენებში და ჩამოყალიბებულია რეკომენდაციები.
5. **ჩატარებულია** სითხის ნაკადის მარეგულირებელი სახსრულბერკეტული მექანიზმის კინემატიკური კვლევა.
6. **გამოთვლილია** ღუნვის დეფორმაციისა და კვეთის მობრუნების კუთხეები, აგრეთვე გარე ძალების მოქმედებით ობიექტის დამაბული მდგომარეობა.
7. **გაანგარიშებულია** ჰიდრაულიკურ სისტემებში სითხის რეგულირებით მისაღები ეკონომიკური ეფექტი. მიღებული ციფრობრივი მონაცემები, ადასტურებენ ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევითი სამუშაოს შედეგების დანერგვის ეფექტურობას.

Abstract

In the presented dissertation "Modern methods of research of mechanical moving systems", the inversion of geometric transformation and the realization of homothety in moving mechanical systems are shown. As a result, flat mechanisms are constructed that are characterized by precise matching cinematic pairs of the drive and drive rings. Structural schemes of mechanisms have been developed, which have the ability to improve technological processes in various fields of technology and their economic efficiency. The above geometric transformation ensures the determination of the laws of kinematic pairs of moving mechanical systems.

All equipment used in the field of mechanical engineering consists of separate details and nodes that perform relative motion in a certain way, and when one of the devices of a machine needs to create this or that mechanism, it is necessary to select modern methods of mechanical rolling systems that solve difficult tasks easily. This method allows us to formulate complex mathematical systems for flat models and adapt them to space.

The scientific novelty of this work is that the selected geometric transformations are embedded in moving-mechanical systems, which allows them to be realized in practice. Kinematic circuits of constructed mechanisms include high quality technical characteristics.

In the presented work aims to analyze the modern scientific and technical problems in the field of engineering and to lay out comprehensive recommendations with the latest technologies, which aims to solve the problems of small, medium and large businesses in this field.

In the work discusses the mechanisms of transforming rotational motion constructed into linear motion based on the properties of geometric transformations, in particular structural schemes based on inverted transformations. The constructions performed are the basis for the study of more complex mechanisms.

In analyzing the research methods of mechanical rolling systems, we aimed to study the principles of operation of rolling-mechanical systems of machines in industrial engineering and based on their analysis and research to create new types of rolling mechanical systems that will allow us to solve problems in the field of mechanical engineering. Construction of spatial mechanisms, the technical characteristics of which allow us to realize in

various devices moving and transmitting mechanisms. These types of constructed utility models are used in mechanisms used in industrial engineering that are more accurate than existing ones.

In this work, we have designed and patented a device that generally ensures the synchronous rotational motion of the drive and drive wheels and performs the folding operation of the sheet material with high degree of precision, which eliminates cases of jamming and damage, which is a significant problem in modern machines. This utility model applies to the pressure treatment of metals, in particular devices for sheet metal bending. Its technical result is simplification of construction and improvement of processing quality. Simplification of construction is achieved at the expense of creating a simple driving mechanism. This mechanism performs operations smoothly in the field we want and meets the basic technical requirements.

It is known in the art that in general, large-sized, cylindrical, liquid-conducting closed ducts, taking into account the work to be done and the technological process, must include parameters that will ensure the successful completion of the work to be performed. Numerous studies have been conducted to achieve this, but we have tried to apply the principles described above in fluid regulatory systems, which is very important.

Constructed and patented a fluid regulating mechanism built on inverted transformations and gold carving principles is designed and patented to regulate the required amount of pressure and fluid volume in large and small diameter nodes. It will be easy to use at the junction of small and large cross-section pipelines, at the same time simple, and will be able to maintain a direct proportional relationship between small-diameter outgoing and large-diameter fluid flows throughout the cycle, thus ensuring a successful completion of the work to be performed.

Mentioned above constructing this utility model, great attention is paid to the phenomenon of hydraulic shock, which in many cases can lead to damage to networks. The causes of hydrofoils are identified and the necessary recommendations for their prevention are outlined, taking into account the theory of the scientist Zhukovsky.

In the work research has been done a kinematic study of the fluid-lever mechanism regulating the fluid flow, in order to properly direct the purpose and practical value of the paper to the target audience, whose representatives will use the results of our work, based on the kinematic research of the regulatory mechanism. In order to calculate the stiffness of the saddle

supports, the bending deformation and shear rotation angles are carried out. The tense state of the object under the action of external forces is calculated.

In the work are calculated the economic effect of fluid regulation in hydraulic systems. The obtained digital data confirm the effectiveness of the implementation of the results of our research work.