

# ტრანსპირტი და მანქანათმშენებლობა

ISSN 1512-3537



სამეცნიერო-ტექნიკური  
ჟურნალი

№2(23) 2012

თბილისი



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

ISSN 1512-3537

# ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა

№2 (24) 2012

სასწავლო – მეთოდური და  
სამეცნიერო – კვლევითი ნაშრომების კრებული



გამომცემლობა „ ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“

თბილისი 2012

# ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა TRANSPORT И МАШИНОСТРОЕНИЕ TRANSPORT AND MACHINEBUILDING

## სარედაქციო კოლეგია

პროფ. გიორგი არჩვაძე; პროფ. თოსებ ბაციკაძე; პროფ. ზურაბ ბოგველიშვილი; პროფ. ბორის ბოქოლიშვილი; პროფ. ალექსი ბურდულაძე; პროფ. ოთარ გელაშვილი (მთავარი რედაქტორი); პროფ. ვახტანგ გოგილაშვილი; პროფ. მერაბ გოცაძე; პროფ. ლია დემეტრაძე; პროფ. დავით თავხელიძე; პროფ. მელორ ელიზბარაშვილი; პროფ. ჯუმბერ იოსებიძე; პროფ. სერგო კარიბიძისი; პროფ. ვასილ კოპალეიშვილი; პროფ. თამაზ მებრელიძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე); პროფ. ენვერ მოისრაფიშვილი; პროფ. თამაზ მჭედლიშვილი; პროფ. გოდერძი ტყეშელაშვილი; პროფ. ჯუმბერ უფლისაშვილი (დამფუძნებელი და გამომცემელი); პროფ. არჩილ შრანბიშვილი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე); პროფ. ავთანდილ შარვაშიძე; პროფ. მიხეილ შილაკაძე; პროფ. მერაბ შენგირაძე; პროფ. ზაურ ჩიტაძე; პროფ. დავით ძოწენიძე; პროფ. გია ჭელიძე; პროფ. ზურაბ ჯაფარიძე.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

проф. Гиорги Арчвадзе; проф. Иосеб Басикадзе; проф. Зураб Богвелишвили; проф. Борис Боколишвили; проф. Алексей Бурдуладзе; проф. ОТАР ГЕЛАШВИЛИ (главный редактор); проф. Вахтанг Гогилашвили; проф. Мераб Гоцадзе; проф. Лиа Деметрадзе; проф. Давит Тавхелидзе; проф. Мелор Елизбарашвили; проф. Джумбер Иосебидзе; проф. Серго Карипидис; проф. Василий Копалеишвили; проф. ТАМАЗ МЕГРЕЛИДЗЕ (зам.главного редактора); проф. Энвер Моисрапишвили; проф. Тамаз Мчедлишвили; проф. Годердзи Ткешелашвили; проф. ДЖУМБЕР УПЛИСАШВИЛИ (основатель и издатель); проф. АРЧИЛ ПРАНГИШВИЛИ (зам. главного редактора); проф. Автандил Шарвашидзе; проф. Михаил Шилакадзе; проф. Мераб Швангирадзе; проф. Заур Читидзе; проф. Давид Дзоценидзе; проф. Гия Челидзе; проф. Зураб Джапаридзе.

## EDITORIAL BOARD

Prof. Giorgi Archvadze; Prof. Ioseb Bacikadze; Prof. Zurab bogvelishvily; prof. Boris Bokolishvily; Prof. Alexy Burduladze; Prof. OTAR GELASHVILY (editor-in-chief); Prof. Vakhtang Gogilashvily; Prof. Merab Gotsadze; Prof. Lia Demetradze; Prof. Davit Tavkheldize; Prof. Melor Elizbarashvily; Prof. Jumber Iosebidge; Prof. Sergo Karibidisy; Prof. Vasil Kopaleishvily; Prof. TAMAZ MEGRELIDZE (deputy editor-in-chief); Prof. Enver Moistsrapishvily; Prof. Tamaz Mchedlishvily; Prof. Goderdzy Tkeshelashvily; Prof. JUMBER UPLISASHVILY (Constituent and editor); Prof. ARCHIL PRANGISHVILY (deputy editor-in-chief); Prof. Avtandil Sharvashidze; Prof. Mikheil Shilakadze; Prof. Merab Svangiradze; Prof. Zaur Chitidze; Prof. David Jotsenidze; Prof. Gia Chelidze; Prof. Zurab Djaparidze.

ჟურნალის საგამომცემლო და ბეჭდვითი პროცესების ტექნოლოგიები შესრულდა სტუდენტთა და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის პოლიგრაფიის მიმართულების თანამშრომელთა და სტუდენტთა აქტიური მონაწილეობით.

Издательские и печатных процессов технологии журнала выполнены при активном участии сотрудников и студентов полиграфического направления транспортного и машиностроительного факультета ГТУ.

The coillabovators and students of Poligraphy direction of Transport and Mechanical Engineering Department of GTU had taken active part in printing and publishing processes of the magazine.

პასუხისმგებელი რედაქტორი: **თეა ბარამაშვილი**  
Ответственный редактор: **Tea Baramashvili**  
Executive editor: **Tea Baramashvily**

რედაქციის მისამართი: თბილისი, კოსტავას 77

Адрес редакции: Тбилиси, Костава 77

Address of the editorial office: 77 Kostava Str., Tbilisi, Georgia

www.satransporto.gtu.ge

Tel: 599 56 48 78; 551 611 611

შპს 681. 3

**პრაქტიკაში ფართოდ გავრცელებული კინემატიკური  
წყვილების კონსტრუქცია სამგანზომილებიანი ბრაფიკული  
რედაქტორით**

**ჯ. უფლისაშვილი, ზ. უფლისაშვილი, თ. ბარამაშვილი, ლ. მძევაშვილი**  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი  
საქართველო)

**რეზიუმე:** მოცემულ სტატიაში წარმოდგენილია მექანიზმი, რომელიც ფურცლის ავტომატური მობრუნების საშუალებას იძლევა. ამ მექანიზმის სტრუქტურული სქემა პრაქტიკაში ფართოდ გავრცელებული კინემატიკური წყვილებისგან შედგება. ესენია: ბრუნვითი, ცილინდრული, წინსვლითი, ხრახნული, სფერული, სფერული თითით. აღნიშნული კინემატიკური წყვილები კონსტრუირებულია სამგანზომილებიანი გრაფიკული რედაქტორის საშუალებით. CREATE (შექმნა) ჩანართიდან: Box (ყუთი), Cylinder (ცილინდრი) და Sphere (სფერო) ფანჯრების გააქტიურებით გამოხაზულია ფიგურები, Modify ბრძანებების პანელიდან მითითებულია ობიექტების პარამეტრები: Height (სიმაღლე), Radius (რადიუსი) ინსტრუმენტთა პანელის MOVE (გადაადგილება) და ROTATE (მობრუნება) საშუალებით კონსტრუირებული მექანიზმის გასწორება ხდება კოორდინატთა ღერძის მიმართ. ის ფიგურები რომელთა მოძრაობები ერთიდაიგივე ვექტორებით არის მიმართული ინსტრუმენტთა პანელის Group (დაჯგუფება) საშუალებით ჯგუფდება. აგებული მექანიზმის ანიმირება ხდება კონტექსტური მენიუდან “Auto Key“ ლილაკის გააქტიურებით. მექანიზმის შესაძლო მდებარეობები ნაწილდება კადრების რაოდენობაზე და Play Animation – ს საშუალებით ხდება მისი ანიმაცია.

**საკვანძო სიტყვები:** კინემატიკური წყვილები, კონსტრუირებული, სამგანზომილებიანი, რედაქტორი, ჩანართი, პანელი, ობიექტი, პარამეტრები, ანიმირება, კონტექსტური, ლილაკი, კადრები, ანიმაცია.

ბუნებაში ფართოდ გავრცელებული კინემატიკური წყვილების აგების თანმიმდევრობას ვახდენთ სამ განზომილებიანი გრაფიკული რედაქტორის 3D max-ზე ორიენტირებული კომპიუტერული სისტემის საფუძველზე. დაგეგმარებას ვიწყებთ სამუშაო მაგიდაზე Top (ზედხედი), Front (წინხედი), left (მარცხენა ხედი), perspective (თვალსაჩინო) ხედების გასწორებით. პროექტირების ფანჯარა, რომელშიც ვიწყებთ მუშაობას შემოსაზღვრულია ყვითლად და ნიშნავს, რომ ის აქტიური ფანჯარაა. აგებას ვიწყებთ left ხედით, რომელსაც ვააქტიურებთ. აქტიური ფანჯარის მთელ ეკრანზე გაშლას ვახდენთ ღილაკ Min/Max TOGGLE (პროექტირების ფანჯრის მინიმალიზაცია / მაქსიმალიზაცია) საშუალებით.

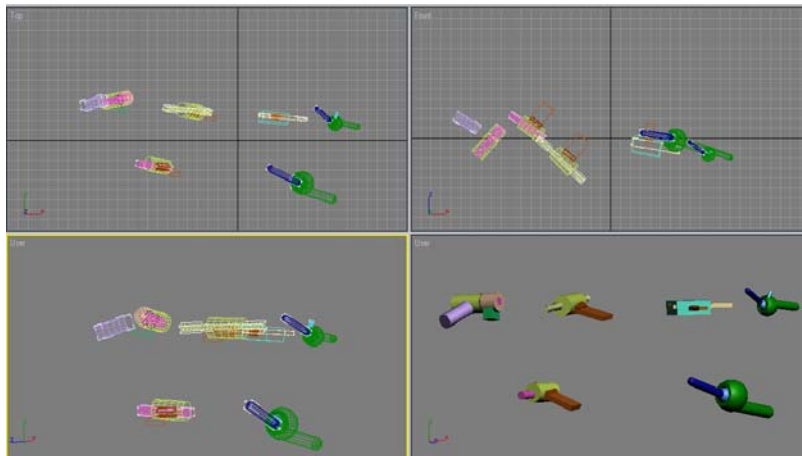
კინემატიკური წყვილებიდან თავდაპირველად ვიწყებთ ბრუნვითი კინემატიკური წყვილის აგებას. ბრუნვითი კინემატიკური წყვილი შედგება ორი ცილინდრისა და ღერძისაგან, რომელიც მიერთებულია რგოლთან და უზრუნველყოფს მათ ურთიერთგადაადგილებას. left ხედში, რომელიც გააქტიურებულია და მთელს ეკრანზეა გაშლილი სამგანზომილებიანი გეომეტრიული ფიგურებიდან ცილინდრის საშუალებით ვაგებთ ღერძის ხაზს. ცილინდრის ფორმას ვიღებთ ყველზე ხშირად გამოყენებადი ბრძანებების პანელის CREATE (შექმნა) ჩანართიდან. მოცემულ ჩანართს გააჩნია სამგანზომილებიანი გეომეტრიული ფიგურების სხვადასხვა ვარიანტები. ცილინდრების ასაგებად საჭირო ჩანართში ვააქტიურებთ CYLINDER ფანჯარას. Left ხედში დავხაზავთ ცილინდრს. ცილინდრის ზომების რეგულირებას ვახდენთ ბრძანებების პანელის Modify - ის საშუალებით, სადაც, მოცემულია ობიექტის Radius (რადიუსი), Height ( სიმაღლე). მივანიჭებთ ობიექტს ზომებს და გავასწორებთ X, Y, Z, XY, YZ, XZ მიმართულებით. ობიექტის გადაადგილების კოორდინატების მითითება ხდება MOVE TRANSFORM TYPE – IN (გადაადგილების მნიშვნელობის შეყვანა), რომელიც გამოდის F12 ღილაკზე მოქმედებით. პროექტირების ფანჯარაში გვიწევს ობიექტების გადაადგილება ერთმანეთთან გათანასწოებისათვის. პროექტირების ფანჯრებში ვახდენთ ობიექტის მობრუნებას, კონტექსტური მენიუდან ინსტრუმენტთა პანელის Rotate (მობრუნება) - მეშვეობით ინსტრუმენტთა პანელის Move (გადაადგილება) საშუალებით.

ბრუნვითი კინემატიკური წყვილის ღერძის ხაზის გამოხაზვის შემდეგ ვიწყებთ ორი ცილინდრის ხაზვას. ცილინდრის გამოხაზვის დროსაც ვიყენებთ ზუსტად იმ თანმიმდევრობას, რაც ღერძის ხაზის დროს გავიარეთ. განსხვავება მათ შორის ისაა, რომ ღერძის ხაზის რადიუსი შედარებით ნაკლებია ვიდრე აღნიშნული ცილინდრებისა.

პროექტირების ფანჯარაში უკვე გამოხაზულია ბრუნვითი კინემატიკური წყვილის ღერძი და ორი ცილინდრი. ახლა ვიწყებთ ბრუნვითი კინემატიკური წყვილის რგოლების აგებას. რგოლების გამოსახაზად ბრძანებების პანელის CREATE ჩანართიდან ვირჩევთ BOX (კუბი, პარალელოგრამი) რგოლებს. პარამეტრებს ვანიჭებთ Modify ბრძანებების პანელიდან: Length (სიგანე), Width (ფართი), Height (სიმაღლე). რგოლების გამოხაზვის შემდეგ ობიექტებს ვაერთებთ, ვასწორებთ ერთმანეთთან და ვიღებთ ბრუნვით კინემატიკურ წყვილს.

შემდეგ კინემატიკურ წყვილს წარმოადგენს ხრახნული კინემატიკური წყვილი. ხრახნული კინემატიკური წყვილი შედგება ხრახნისაგან, ცილინდრისგან რომელიც მიერთებულია რგოლთან.

პროექტირების ფანჯარაში ვიწყებთ ხრახნის გამოხაზვას. ბრძანებების მენიუდან GEOMETRY ვააქტიურებთ HOSE ფანჯარას და Left ხედში ვხაზავთ ხრახნს. Modify ბრძანებების პანელიდან ვუთითებთ ხრახნის პარამეტრებს: Height (სიმაღლე). შემდეგი ოპერაცია ცილინდრის აგებაა, Left ხედში CREATE ჩანართიდან ვირჩევთ და ვააქტიურებთ Cylinder (ცილინდრი) ფანჯარას. ვხაზავთ ცილინდრს და ინსტრუმენტთა პანელის Move (გადაადგილება) და ინსტრუმენტთა პანელის Rotate (მობრუნება) საშუალებით ვასწორებთ ობიექტს. გასწორების შემდეგ ვაერთებთ ერთმანეთთან ობიექტებს და ვიღებთ ხრახნულ კინემატიკურ წყვილს.



**კინემატიკური წყვილების 3D - ში რედაქტირება**

შემდეგ კინემატიკურ წყვილს წარმოადგენს ცილინდრული კინემატიკური წყვილი. იგი შედგება ღერძისა და ცილინდრისაგან, რომელიც მიერთებულია რგოლთან. ღერძს ვაგებთ ცილინდრის გამოსახულებით CREATE (შექმნა), ჩანართიდან ვააქტიურებთ CYLINDER ფანჯარას. ღერძის შემდგომ ცილინდრსაც იგივე პრინციპით ვხაზავთ. ცილინდრის შემდგომ CREATE (შექმნა) ჩანართიდან

ვააქტიურებთ Box ფანჯარას. ობიექტებს ვასწორებთ ინსტრუმენტთა პანელის Move (გადაადგილება) და ინსტრუმენტთა პანელის Rotate (მობრუნება) საშუალებით და ვიღებთ ცილინდრულ კინემატიკურ წყვილს.

შემდეგ კინემატიკურ წყვილს წარმოადგენს სფერული კინემატიკური წყვილი. იგი შედგება ორი სფეროსაგან, მამოძრავებელი სახელურისაგან, რომელიც მიერთებულია რგოლზე.

ბრძანებების პანელის CREATE (შექმნა) ჩანართიდან ვააქტიურებთ Sphere (სფერო), Front (წინხედი) ხედში გამოვხაზავთ ორ ერთმანეთისგან განსხვავებული რადიუსით სფეროს. მათ შევავრთებთ ერთმანეთთან და შიდა სფეროზე ცილინდრის საშუალებით მივამაგრებთ სახელურს. ობიექტებს გავასწორებთ ერთმანეთთან და მივიღებთ სფერულ კინემატიკურ წყვილს.

სფერულის შემდგომ იგება სფერული თითით კინემატიკური წყვილი. მისი აგების წესი სწორედ ისეთია, როგორც სფერული კინემატიკური წყვილისა. განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ სფერული თითით კინემატიკურ წყვილს აქვს დამატებით მამოძრავებელი თითი. შეწყვილებული სფეროს გარეთა სფეროს აქვს ჭრილი, რომელიც ობიექტის ლოგიკური ამოჭრის შედეგად მივიღეთ. ამის შედეგად სფეროზე ჩნდება ღრმული, რომელიც თითის მოძრაობას უზრუნველყოფს.

წარმოდგენილი აგებების შემდეგ მივმართავთ ანიმაციური კადრების შექმნას, რომელიც ჩვენს მიერ კონსტრუირებული კინემატიკური წყვილების შესაძლო მოძრაობებს უზრუნველყოფს. ეს შემდეგნაირად ხდება: თავდაპირველად კინემატიკური წყვილებიდან იმ წყვილების დაჯგუფება ხდება, რომელთა მოძრაობის მიმართულებაც იდენტურია. ანიმირების გაკეთების დროს სამგანზომილებიან პროგრამაში ანიმაციის სამართავი ღილაკი “Auto Key” ირთვება. ანიმაციის კადრების რაოდენობა 101-ის ტოლია. მოცემული კადრების რაოდენობის გადანაწილება ხდება სამოძრავებელი კინემატიკური წყვილის მდებარეობის რაოდენობაზე.

ბრუნვითი კინემატიკური წყვილის შემთხვევაში ცილინდრების მოძრაობის ოცი მდებარეობა გამოვხაზეთ და შესაძლო მოძრაობები Rotate (მობრუნება) საშუალებით განვახორციელეთ. ცილინდრები ასრულებენ ბრუნვით მოძრაობებს.

ხრახნული კინემატიკური წყვილის მოძრაობა 15 მდებარეობაზეა განაწილებული. ინსტრუმენტთა პანელის Move (გადაადგილება) და ინსტრუმენტთა პანელის Rotate (მობრუნება) საშუალებით ხრახნი ასრულებს ბრუნვით, წინსვლით და

უკუსვლით მოძრაობებს. ხრახნული კინემატიკური წყვილის მოძრაობა 18 მდებარეობაზეა განაწილებული.

სფერული კინემატიკური წყვილის მოძრაობა 22 მდებარეობაზეა განაწილებული: სფერო უზრუნველყოფს მასზე მიბმული რგოლის ყოველი წერტილის სფეროზე გადაადგილებას.

სფერული კინემატიკური წყვილი თითოთ მოძრაობა 20 მდებარეობაზეა განაწილებული. მსგავსად წინა შემთხვევისა ყველა წერტილი სფეროზე გადაადგილდება. განსხვავება თითის შესრულებულ მოძრაობებშია.

კინემატიკური წყვილები იწყებენ ჩვენს მიერ ზემოთ აღწერილ შესაბამის მოძრაობებს. ანიმაციის შექმნის შემდეგ ვრთავთ ჩაწერილ კადრებს ინსტრუმენტთა პანელის Play Animation - ს მეშვეობით და კინემატიკური წყვილები იწყებენ მოძრაობას.

*ბრტყელი მოძრავი მექანიკური სისტემის კონსტრუირება სამ განზომილებიანი გრაფიკული რედაქტორის საშუალებით.*

ბრტყელი მექანიზმის კონსტრუირებას ვიწყებთ სამ განზომილებიანი გრაფიკული რედაქტორის საშუალებით. კინემატიკური წყვილებისაგან შემდგარი მექანიზმი, რომელიც ინვერსიის საფუძველზეა კონსტრუირებული შედგება: სამი ბრუნვითი კინემატიკური წყვილისგან, ტელესკოპური, წამყვანი და ამყალი რგოლებისგან.

თავდაპირველად ვამზადებთ სამუშაო დაფებს, ესენია: Top (ზედ), Front (წინ), left (მარცხენა), perspective (თვალსაჩინო) ხედები. თავგის ღილაკის საშუალებით ყვითლდება და ვააქტიურებთ იმ ხედს, რომელშიც ვიწყებთ მექანიზმის აგებას.

Top (ზედხედი) ხედში ვიწყებთ დგარის გამოხაზვას. ბრძანებების პანელიდან CREATE (შექმნა) ჩანართიდან ვააქტიურებთ Box ფანჯარას და პარალელოგრამის ხაზვას ვიწყებთ Top (ზედხედი) ხედში. Modify ბრძანებების პანელიდან ვუთითებთ პარამეტრებს. ობიექტებს ვასწორებთ Move (გადაადგილება) და Rotate ( მობრუნება) საშუალებით ცენტრის მიმართ. ზუსტი პარამეტრების მითითებას X, Y, Z, XY, YZ, XZ კოორდინატთა ღერძებზე ვახდენთ MOVE TRANSFORM TYPE – IN ( გადაადგილების მნიშვნელობის შეყვანა) საშუალებით.

დგარების შემდგომ ვიწყებთ ღერძების აგებას. CREATE ჩანართიდან ვირჩევთ და ვააქტიურებთ Cylinder (ცილინდრი) ფანჯარას, Left ხედში ვაგებთ ღერძს დგარის პერპენდიკულარულად. დგარს გარედან ჩამოცმული აქვს ცილინდრი, რომელიც წამყვანი და ამყალი რგოლების მუშაობას განაპირობებს. ცილინდრის ხაზვასაც ღერძის



მსგავსად აგებას CREATE ჩანართიდან Cylinder (ცილინდრი) ფანჯრის გააქტიურებით ვახდენთ. განსხვავება ღერძებსა ცილინდრებს შორის რადიუსსა და სიმაღლეშია. რომლის მოდიფიკაციასაც Modify ბრძანებების პანელიდან ვასრულებთ. იმისთვის, რომ სივრცეში დავიცვათ სიზუსტე Shap ჩანართიდან Line (ხაზი) ფანჯრის გააქტიურებით ვიწყებთ დგარიდან წრფეების გამოხაზვას, ვუთითებთ ზომას და ვხაზავთ საჭირო კუთხით ხუთ წრფეს. წრეწირის გამოხაზვას ვახდენთ Top (ზედ) Shap ჩანართიდან Circle (წრეწირი) ფანჯრის გააქტიურებით. წრეწირის ცენტრის პარამეტრებს ვამთხვევთ ბრუნვითი კინემატიკური წყვილის ცენტრს. წრეწირის პარამეტრებს ვარეგულირებთ Modify ბრძანებების პანელის საშუალებით. ბრუნვითი კინემატიკური წყვილის O, O' ცენტრზე შემოხაზული წრფეები საშუალებას გვაძლევს წამყვანი და ამყოლი რგოლების მდებარეობები გავანაწილოთ მისი გეომეტრიული მდებარეობის მიხედვით.

წამყვანი და ამყოლი რგოლების M, M' აგებას Top (ზედ) CREATE ჩანართში Cylinder (ცილინდრი) ფანჯრის გააქტიურებით ვიწყებთ. Modify ბრძანებების პანელიდან ვუთითებთ ცილინდრის ზომებს და Move (გადაადგილება) საშუალებით ვასწორებთ წრეწირის მიმართ.

რგოლები ბრუნვით კინემატიკურ წყვილებთან დაკავშირებულია სხვადასხვა ფორმის რგოლებით. ღერძის გამოსახაზად გამოვიყენეთ პრიზმული და ცილინდრული ფორმის რგოლები, რომელიც CREATE (შექმნა) ჩანართში Box ფანჯრის გააქტიურებით Top (ზედ) ხედში გამოვხაზეთ. პარამეტრები წამყვანი და ამყოლი რგოლებსა და ბრუნვით კინემატიკურ წყვილებს შორის Modify საშუალებით გავასწორეთ.

წამყვანი და ამყოლი რგოლები ერთმანეთთან დავაკავშირეთ მონაკვეთით. მონაკვეთი გამოხაზულია Shap ჩანართიდან Line (ხაზი) ფანჯრის გააქტიურებით. ხაზს სისქე მივანიჭეთ Modify — Redering — Display Redering Mash ფანჯრის გააქტიურებით. წამყვანი და ამყოლი რგოლების მოძრაობა ურთიერთსაპირისპირო ვექტორებით არის მიმართული, ამიტომ აღნიშნულ მონაკვეთს უხდება სიგრძის პარამეტრების ცვლილება, ამისთვის გამოვიყენეთ ტელესკოპური მოწყობილობა, რომელიც იძლევა მონაკვეთის სიგრძის რეგულირების საშუალებას. ტელესკოპურ მოწყობილობას აქვს ცილინდრის ფორმა. იგი CREATE ჩანართიდან Cylinder (ცილინდრი) ფანჯრის გააქტიურებით Top (ზედ) ხედში გამოვხაზეთ. Modify ბრძანებების პანელიდან გავასწორეთ პარამეტრები.

ბრტყელი მექანიზმის აგების დასრულების შემდეგ იწყება მისი ანიმაცია, რომელიც ჩვენს მიერ კონსტრუირებული ბრტყელი მექანიზმის შესაძლო მოძრაობებს უზრუნველყოფს. ეს შემდეგნაირად ხდება; თავდაპირველად იმ ობიექტების

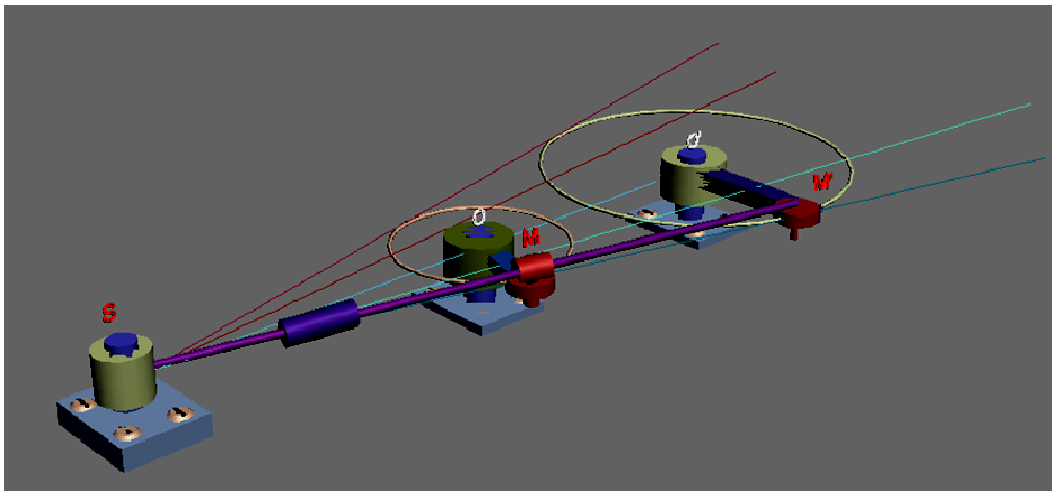
დაჯგუფება ხდება, რომელთა მოძრაობის მიმართულებაც იდენტურია. ანიმირების გაკეთების დროს სამგანზომილებიან პროგრამაში ანიმაციის სამართავი ღილაკი “Auto Key” ირთვება. ანიმაციას ვიწყებთ ბრუნვითი კინემატიკური წყვილების ამოძრავებით, რომლებიც ბრუნვით მოძრაობებს ასრულებენ. ინსტრუმენტთა პანელის Rotate (მობრუნება) საშუალებით ღერძების მიმართ ვახდენთ მის მობრუნებას. ბრუნვით კინემატიკურ წყვილს გააჩნია 8 მდებარეობა.

ბრუნვითი კინემატიკური წყვილის მოძრაობას მოყვება მასზე მიბმული რგოლების მობრუნება ინსტრუმენტთა პანელის Rotate (მობრუნება) საშუალებით. მას გააჩნია 14 მდებარეობა.

შემდეგ წამყვანი და ამყოლი რგოლების მოძრაობას ვიწყებთ წრეწირის გარშემო ინსტრუმენტთა პანელის Move (გადაადგილება) საშუალებით.

რგოლებს მოყვება ბრუნვითი კინემატიკური წყვილის და წამყვანი და ამყოლი რგოლების შემაერთებელი მონაკვეთი, რომელიც, ინსტრუმენტთა პანელის Rotate (მობრუნება) საშუალებით გადაადგილდება. ტელესკოპური მოწყობილობა ინსტრუმენტთა პანელის Move (გადაადგილება) საშუალებით წინსვლით და უკუსვლით მოძრაობებს ასრულებს. ტელესკოპურ მოწყობილობას 10 მდებარეობა გააჩნია.

კადრების გადაადგილების შემდგომ იწყება მისი ამოძრავება ინსტრუმენტთა პანელის Play Animation - ს მეშვეობით.



### ბრტყელი ინვერსორის კონსტრუქცია

სიბრტყეში გამოხაზული ინვერსორის საფუძველზე კონსტრუირებული მექანიზმი სივრცეში გამოხაზვით 3 განზომილებიანი გრაფიკული რედაქტორის საშუალებით. სამუშაო დაფების Top (ზედ), Front (წინ), left (მარცხენა), perspective (თვალსაჩინო) ხედების გასწორების შემდეგ მოვნიშნავთ და ვააქტიურებთ Top (ზედ)

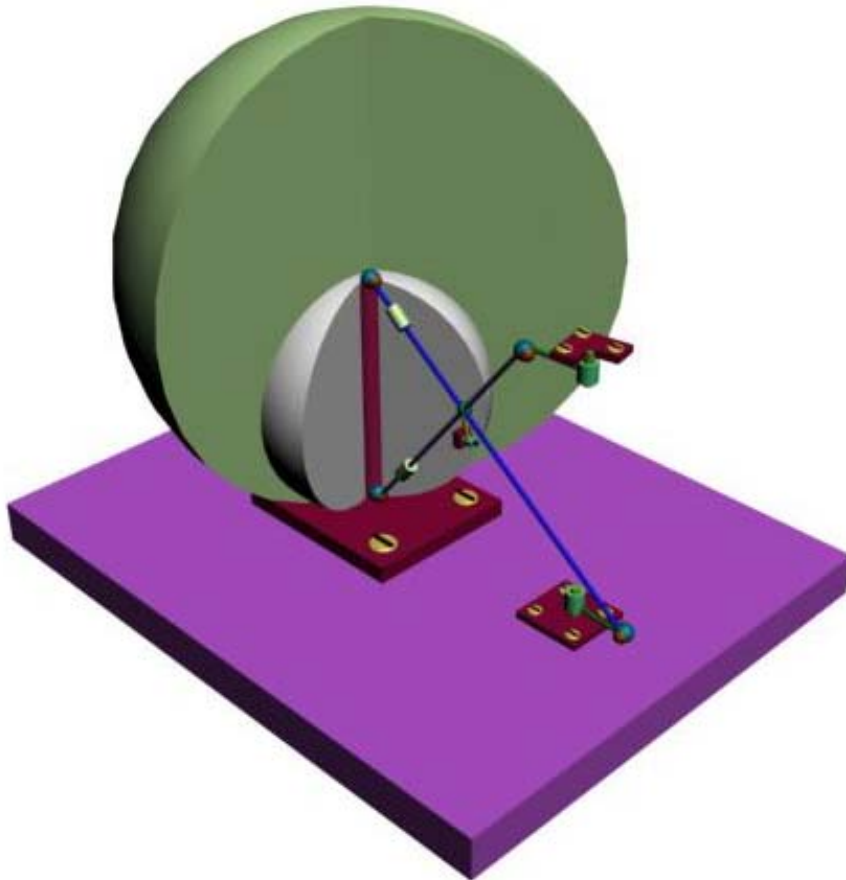
ხედს. Top (ზედ) ხედში ბრძანებების პანელიდან CREATE (შექმნა) ჩანართიდან ვააქტიურებთ Box ფანჯარას და ვხაზავთ დგარს. Modify ბრძანებების პანელიდან ვუთითებთ შესაბამის პარამეტრებს და ინსტრუმენტთა პანელის Move (გადაადგილება) საშუალებით ვასწორებთ X, Y, Z, XY, YZ, XZ კოორდინატების მიმართ.

დგარის შემდგომ ვიწყებთ left (მარცხენა) ხედში ბრძანებების პანელის CREATE (შექმნა) ჩანართიდან Sphere (სფერო) ვააქტიურებთ სფეროს გამოხაზვას. სფეროს პარამეტრებს ვუთითებთ Modify ბრძანებების პანელიდან. ვარეგულირებთ რადიუსს Radius და Slice From დახმარებით ვახდენთ სფეროს ჭრას. სფეროს ვასწორებთ ინსტრუმენტთა პანელის Move (გადაადგილება) და ინსტრუმენტთა პანელის Rotate (მობრუნება) საშუალებით დგარის მიმართ პერპენდიკულარულ მდგომარეობაში.

სფეროს შემდგომ ვიწყებთ ღერძის ხაზის გამოხაზვას, რომელსაც ცილინდრის ფორმა გააჩნია. CREATE ჩანართიდან Cylinder (ცილინდრი) ფანჯრის ვააქტიურებთ. Modify ბრძანებების პანელიდან ვარეგულირებთ რადიუსს (Radius) და Height( სიმაღლე). ღერძების თავსა და ბოლოში მოთავსებულია ბრუნვითი კინემატიკური წყვილი. ბრძანებების პანელის CREATE (შექმნა) ჩანართიდან ვააქტიურებთ Sphere (სფერო) და ვხაზავთ ორ განსხვავებულ რადიუსის მქონე სფეროს. რადიუსებს Modify ბრძანებების პანელიდან ვასწორებთ.  $S$  და  $S_1$  ბრუნვითი კინემატიკური წყვილიდან ვავლებთ ოთხ მონაკვეთს, მონაკვეთს Shap ჩანართიდან Line (ხაზი) ფანჯრის ვააქტიურებთ ვხაზავთ, რომლებიც სფეროზე შემოხაზული ელიფსის წერტილებზე გადის. CREATE ჩანართიდან Shap ბრძანებების პანელიდან Ellipse (ელიფსი) ფანჯრის ვააქტიურებთ Front (წინ) ხედში გამოვხაზეთ. აღნიშნული ელიფსის ცენტრში მოთავსებულია  $M$  ბრუნვითი კინემატიკური წყვილი.  $S_1$  ბრუნვითი კინემატიკური წყვილიდან გატარებულმა მონაკვეთებმა მოგვცა წრეწირის შეხების წერტილები. წრეწირი გამოვხაზეთ Shap ბრძანებების პანელიდან Circle (წრეწირი) ფანჯრის ვააქტიურებთ Top (ზედ) ხედში. წრეწირის ცენტრში გამოვხაზეთ ბრუნვითი კინემატიკური წყვილი CREATE ჩანართიდან Cylinder (ცილინდრი) ფანჯრის ვააქტიურებთ. Top (ზედ) ხედში წრეწირის ცენტრში ავაგეთ ცილინდრი. ცილინდრს გარედან ჩამოცმული აქვს ცილინდრი, რომელიც იგივე CREATE ჩანართიდან Cylinder (ცილინდრი) ფანჯრის ვააქტიურებთ გამოვხაზეთ. ბრძანებების პანელის CREATE (შექმნა) ჩანართიდან ვააქტიურებთ Sphere (სფერო) და ვხაზავთ ორ განსხვავებული რადიუსის მქონე სფეროს. სფეროების განსხვავებული რადიუსები დავარეგულირეთ Modify ბრძანებების პანელიდან. მუშა რგოლები და ბრუნვითი კინემატიკური წყვილი ერთმანეთთან დავაკავშირეთ სხვადასხვა ფორმის რგოლებით, რომელიც ბრძანებების პანელიდან CREATE (შექმნა) ჩანართიდან Box ფანჯრის ვააქტიურებთ გამოვხაზეთ. მისი სისქე, სიგანე და სიმაღლე დავარეგულირეთ Modify ბრძანებების პანელიდან.  $M_2$  მუშა რგოლები  $S_1$  ბრუნვითი კინემატიკურ წყვილთან დავაკავშირეთ მონაკვეთით Shap ჩანართიდან Line (ხაზი) ფანჯრის ვააქტიურებთ რომელიც left (მარცხენა) ხედში გამოვხაზეთ. აღნიშნული მონაკვეთის პარამეტრები Modify ბრძანებების პანელიდან

მოვახდინეთ Display Render Mesh გააქტიურებით. მუშა რგოლების წრეწირზე სხვადასხვა მდებარეობაზე გადაადგილების დროს საჭიროა მონაკვეთის სიგრძის რეგულირება, რაც ტელესკოპური მექანიზმის საშუალებით მოვახდინეთ. ტელესკოპური მოწყობილობა გამოხაზულია ცილინდრის ფორმით. ბრძანებების პანელის CREATE (შექმნა) ჩანართიდან Sphere (სფერო) ფანჯრის გააქტიურებით left (მარცხენა) ხედში გამოვხაზეთ ცილინდრი, რომლის სიმაღლის და რადიუსის რეგულირება Modify ბრძანებების პანელიდან მოვახდინეთ.

გამოხაზული ობიექტი, რომელიც შედგება: დგარისგან, ბრუნვითი კინემატიკური წყვილისგან და მუშა რგოლებისგან მოვახდინეთ კოპირება შემდეგნაირად: მოვნიშნეთ ზემოთ ჩამოთვლილი ობიექტები კლავიატურაზე Ctrl ღილაკის საშუალებით. მონიშნული ობიექტები ინსტრუმენტთა პანელის Move (გადაადგილება) საშუალებით ჩამოვიტანეთ მის ჰორიზონტალურად და მოვათავსეთ იმ პარამეტრებში რაც S სფერული კინემატიკური წყვილიდან გამოხაზული მონაკვეთებით შევქმენით. აღნიშნულ მექანიზმზე  $M_2$  მუშა რგოლები  $S_1$  ბრუნვითი კინემატიკური წყვილთან დავაკავშირეთ მონაკვეთით. Shap ჩანართიდან Line (ხაზი) ფანჯრის გააქტიურებით left (მარცხენა) ხედში გამოვხაზეთ მონაკვეთი. აღნიშნული მონაკვეთის პარამეტრები Modify ბრძანებების პანელიდან გავასწორეთ.  $M_2$ ,  $S_1$  და  $M_1$ ,  $S$  მონაკვეთები სფეროზე შემოხაზულ ელიფსზე გადაიკვეთა. გადაკვეთის ადგილას მუშა რგოლია დამაგრებული, რომელიც ბრუნვით მოძრაობას ასრულებს.



შეწყვილებული სივრცითი ინვერსორი

რგოლის ასაგებად CREATE (შექმნა) ჩანართიდან Sphere (სფერო) ფანჯრა გამოვიყენეთ.

ამ მოქმედებებით დავასრულეთ აღნიშნული სივრცითი მექანიზმის კონსტრუირება სამგანზომილებიან გრაფიკული რედაქტორის საშუალებით.

შემდეგ იმ ობიექტებს დავაჯგუფებთ, კონტექსტური მენიუდან Group-ის გააქტიურებით, რომელთაც ერთიდაიგივე ვექტორული მიმართულება გააჩნიათ.

ანიმირებას ვიწყებთ კონტექსტური მენიუდან “Auto Key“ - ის გააქტიურებით. თავდაპირველად მდებარეობის ცვლილებას  $S_1$  და  $S$  სფერული კინემატიკური წყვილი განიცდიან. მათ გადაადგილებას მოყვება  $M$  ბრუნვითი კინემატიკური წყვილის მდებარეობის ცვლილება, რომელიც მუშა რგოლების წრეზე მობრუნების საშუალებას იძლევა ბრუნვითი კინემატიკური წყვილის მოქმედებით.

### **გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. ც. ნოზაძე – კომპიუტერული გრაფიკა – 3D MAX, 2008წ.
2. ვ. უფლისაშვილი, ნ. ჯავახიშვილი – ხაზვის ამოცანათა კრებული, გამომცემლობა „ღია“, თბილისი 1999წ.
3. თ. ბარამაშვილი, ვ. უფლისაშვილი – „შეწყვილებული სივრცითი ინვერსორი“; გამომცემლობა „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, ჟურნალი – „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, №4, თბილისი 2010წ., გვ. 5-12.
4. ვ. უფლისაშვილი, ნ. ნათბილაძე, თ. ბარამაშვილი, ლ. მძევაშვილი, ა. გოგიტიძე – „შეწყვილებული სივრცითი ინვერსორი“, საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი „საქპატენტი“, პატენტის საიდენტიფიკაციო ო11985/01, პრიორიტეტი დადასტურებულია 2010-11-01, No.: AP 2010 011985, 2010-11-01.

## **ШИРОКО РАСПРОСТРАНЕННАЯ ПРАКТИКА ПОСТРОЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР В ТРЕХМЕРНОМ ГРАФИЧЕСКОМ РЕДАКТОРЕ**

**Дж. Уплисашвили, З. Уплисашвили, Т. Барамашвили, Л. Мдзевашвили**

### **Резюме**

В данной статье представлен механизм, позволяющий автоматический поворот листа бумаги. Структурная схема такого широко распространенного на практике механизма состоит

из кинематических пар. Такими парами являются: вращательная, цилиндрическая, поступательная, винтовая, сферическая, сферическая с пальцем. Указанные кинематические пары сконструированы при помощи трёхмерного графического редактора. CREATE (создание) из включений: при помощи активации окон Box (коробка), Cylinder (цилиндр) и Sphere (сфера) вычерчены фигуры, из командной панели Modify указаны параметры объекта: Height (высота), Radius (радиус). При помощи инструментальной панели MOVE (перемещеник) и ROTATE (вращение) происходит выравнивание сконструированного механизма относительно оси координат. Те фигуры, движения которых направлены по одинаковым векторам, сгруппированы при помощи инструментальной панели Group (группировка). Анимация построенного механизма происходит при помощи активации кнопки “Auto Key“ контекстного меню. Возможные положения механизма распределены по количеству кадров и при помощи Play Animation происходит их анимация.

## **WIDESPREAD PRACTICE IN CONSTRUCTION OF KINEMATIC PAIRS IN THREE-DIMENSIONAL GRAPHICS EDITOR**

**J. Uplisashvili, Z. Uplisashvili, T. Baramashvili, L. Mdzevashvili**

### **Summary**

In this article is presented a mechanism that allows automated rotation of paper sheets. The structural scheme of this mechanism consists from widespread in practice kinematic pairs. Such pairs are: rotational, cylindrical, slider, screw, spherical, spherical with finger. The mentioned kinematic pairs are designed by three-dimensional graphics editor. From CREATE panel: by activating of Box, Cylinder and Sphere windows are plotted figures, from Modify panel are specified the parameters of object: Height, Radius, from instrument panel by MOVE and ROTATE is carried out the alignment of designed mechanism related to co-ordinate axis. The figures that movements are directed by same vectors are grouped by the instrument panel Group. The animation of plotted mechanism is carried out by activating of “Auto Key“button from context menu. The possible positions of mechanisms are distributed by number of frames and due Play Animation is executed its animation.

---

УДК 621.923

**К МОДЕЛИРОВАНИЮ ДИНАМИКИ  
ЭЛЕКТРОГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СЛЕДЯЩЕЙ  
СИСТЕМЫ С УПРУГИМИ СВЯЗЯМИ В МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ЧАСТИ ПРИВОДА**

**Мchedlishvili Т.Ф., Марсагишвили Л.Г., Деметрашвили К.Г.  
(Грузинский технический университет, ул. М. Костава 77,  
0175, Тбилиси, Грузия)**

**Резюме:** *В связи с дальнейшим совершенствованием электрогидромеханических систем приводов современных машин во взаимосвязи с требованиями по их динамическим характеристикам, весьма актуальной становится задача углубленного учета в динамических исследованиях упругих свойств механической части привода. В настоящей работе рассматриваются вопросы, связанные с построением математической модели динамики исследуемой системы с использованием упруго-инерционных характеристик механических передач .*

**Ключевые слова:** электрогидромеханическая система, привод, упругие звенья, дроссельный золотник, гидравлический двигатель, структурная схема.

**ВВЕДЕНИЕ**

В станках с программным управлением широкое использование получили следящие гидравлические приводы дроссельного регулирования скорости гидравлического двигателя, включающие в свою структуру механическую систему – механические звенья в виде редукторов и передач винт-гайка. Известно, что для углубленного моделирования динамики рассматриваемой системы важное значение имеет учет упругих свойств механических передаточных звеньев.

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

На рис. 1 приведена функциональная блок-схема электрогидравлического следящего привода с обратными связями по скорости (ОСС) и по положению (ОСП) [1]. Здесь: У – усилитель постоянного тока; УПТ – усилитель постоянного тока с корректирующим

устройством; ЭГП – электрогидравлический преобразователь; Д – звено, включающее золотник и гидродвигатель; Р – редуктор; РО – следящее ходовой винт-гайка.

При такой схеме построения привод реагирует по рассогласованию между входным сигналом  $U_{ex}$  и обратной связи  $U_{mz}$ , пропорциональной скорости  $\omega$  на выходе привода [1].

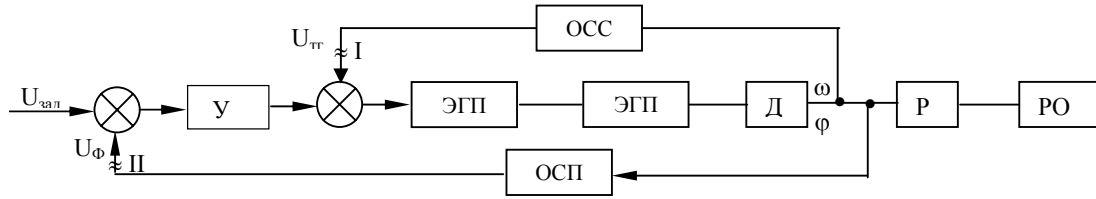


Рис. 1. Функциональная блок-схема системы.

Для построения математической модели динамики исследуемой системы в первую очередь запишем уравнение динамики исполнительного гидродвигателя и механической части привода с упругими связями. В качестве аппроксимационных моделей могут быть выбраны двух и трехмассовые модели.

При этом в качестве упругих звеньев системы наряду с упругими звеньями самого редуктора и передачи винт-гайка, надо учитывать также и упругие характеристики упругой муфты, соединяющий вал двигателя с входным валом редуктора, если таковая присутствует в схеме механической передаточной системы [2].

В случае использования трехмассовой модели в качестве точек приведения сосредоточенных масс могут быть выбраны: выходной вал двигателя, выходной вал редуктора и точка приведения поступательно движущихся масс.

В случае выбора двухмассовой аппроксимационной модели механической системы (МС) получим следующую систему уравнений [1-4]:

$$I_1 \ddot{\varphi}_1 + b_1 \dot{\varphi}_1 + b_{12} (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) + c_{12} (\varphi_1 - \varphi_2) = K_m p_g, \quad (1)$$

$$I_2 \ddot{\varphi}_2 + b_2 \dot{\varphi}_2 + b_{12} (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) + c_{12} (\varphi_1 - \varphi_2) = -M_n, \quad (2)$$

$$Q_g = \frac{q_g}{2\pi} \dot{\varphi} + r_g p_g + \frac{W_{go}}{E_{np}} \frac{dp_g}{dt}, \quad (3)$$

где:  $q_g$  – рабочий объем гидромотора;

$$p_g = p_{g1} - p_{g2}$$

$p_{g1}$  и  $p_{g2}$  – давления, соответственно в подводящей и отводящей магистралях;  $r_g$  – коэффициент утечек;  $r_g p_g = Q_{ym}$  – расход идущий на компенсацию утечек между полостями гидромотора, пропорциональный перепаду давления;  $W_{go}$  – деформируемый объем жидкости



в полостях гидромотора и в подводящих каналах;  $E_{np}$  – приведенный модуль упругости деформируемого объема жидкости:

$$\frac{1}{E_{np}} = \frac{1}{E_{жс}} + \frac{d_0}{E_{mp}\delta},$$

$E_{жс}$  и  $E_{mp}$  – соответственно модули упругости жидкости и стенок трубопровода;

$d_0$  и  $\delta$  – соответственно внутренний диаметр и толщина стенки трубопровода;

$b_1$  – приведенный суммарный коэффициент вязкого трения в механических элементах гидромотора;

$b_2$  – приведенный суммарный коэффициент вязкого трения в кинематических сочлененных механических элементах привода;

$I_1$  и  $I_2$  – приведенные моменты инерции;

$c_{12}$  и  $b_{12}$  – приведенные коэффициенты жесткости и вязкого трения в упругих элементах;

$K_m$  – коэффициент усиления гидромотора по моменту;  $M_n$  – внешний момент;  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  – соответственно приведенные угловые координаты, определяемые движениями выходного вала гидромотора и выходного звена всей механической системы.

Согласно уравнения (3)

$$\frac{W_{go}}{E_{np}} \frac{dp_{\partial}}{at} + r_g p_{\partial} = q_3 - \frac{q_g}{2\pi} \dot{\varphi}_1, \quad (4)$$

а

$$q_3 = c_1 h - c_2 p_{\partial}.$$

Можем записать:

$$\frac{W_{go}}{E_{np}} \frac{dp_{\partial}}{at} + (r_g + c_2) p_{\partial} = c_1 h - \frac{q_g}{2\pi} \dot{\varphi}_1, \quad (5)$$

где:  $q_3$  – количество жидкости на выходе золотника;

$h$  – координата линейного перемещения гидравлического золотника.

С учетом вышеизложенного уравнения (1)-(3) запишутся так:

$$I_1 \ddot{\varphi}_1 + b \varphi_1 \dot{\varphi}_1 + c_{12} \varphi_1 = K_m p_{\partial} + b_{12} \dot{\varphi}_2 + c_{12} \varphi_1; \quad (6)$$

$$I_2 \ddot{\varphi}_2 + b \varphi_2 \dot{\varphi}_2 + c_{12} \varphi_1 = -M_n + b_{12} \dot{\varphi}_1 + c_{12} \varphi_1; \quad (7)$$

$$A_{2P} \frac{\partial p_{\partial}}{at} + A_{1P} p_{\partial} = c_1 h - c_{\varphi} \dot{\varphi}_1, \quad (8)$$

где:

$$b_{\varphi_1} = b_1 + b_{12};$$

$$b_{\varphi_2} = b_2 + b_{12};$$

$$A_{2p} = \frac{W_{go}}{E_{np}};$$

$$A_{1p} = r_g + c_2;$$

$$c_\varphi = \frac{g_g}{2\pi}.$$

Выражение  $c_1$  и  $c_2$  определяются зависимостями:

$$c_1 = \mu b_3 \sqrt{\frac{P_n}{\rho}}; \quad (9)$$

$$c_2 = 2\mu b_3 h_0 \sqrt{\frac{1}{\rho P_n}}, \quad (10)$$

получаемыми на основе линеаризации выражения расходной характеристики гидравлического четырехщелевого следящего золотника [1]

$$q_3 = \mu b_3 h \sqrt{1 - \frac{P_\delta}{P_n}}. \quad (11)$$

где:  $\mu$  – коэффициент расхода;

$\rho$  – плотность жидкости;  $b_3$  – ширина щели;  $p_n$  – подводимое давление;  $h_0$  – нулевое осевое раскрытие золотниковой пары.

Уравнение (11) переписываем в виде:

$$T_{po} \frac{dp_\delta}{dt} + p_\delta = K_\delta h - K_{\delta\varphi} \varphi_1, \quad (12)$$

где:

$$T_{p\delta} = \frac{A_{2p}}{A_p} = \frac{\frac{W_{go}}{E_{np}}}{r_\delta + c_2};$$

$$K_{\delta h} = \frac{c_1}{A_{1p}} = \frac{\mu b_3 \sqrt{\frac{P_n}{\rho}}}{r_g + c_2};$$

$$K_{\delta\varphi} = \frac{c_\varphi}{A_{1p}} = \frac{\frac{g_\delta}{2\pi}}{r_\delta + c_2}.$$

На рис. 2 приведена структурная схема рассматриваемой системы (1, 4). Здесь:  $K_y$  – передаточная функция усилителя;  $W_1 = K_{ym} W_{kc}$  – передаточная функция

усилителя постоянного тока с корректирующим устройством, имеющим передаточную функцию  $W_{kc}$ ;  $W_2$  – передаточная функция электрогидравлического преобразователя;

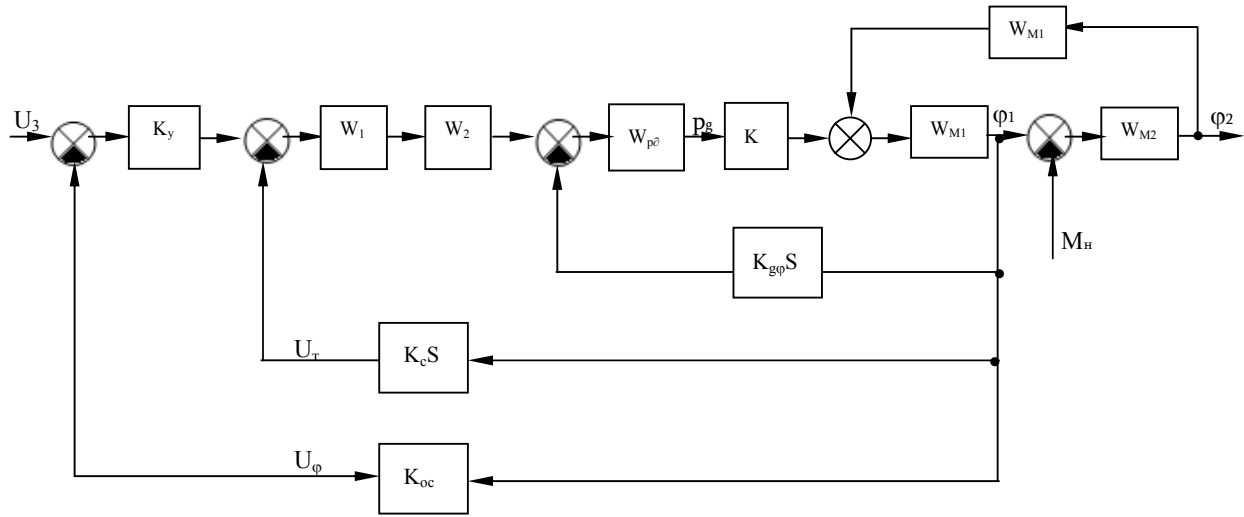


Рис. 2. Структура схема системы

$$W_2 = \frac{K_{эпн}}{(T_э s + 1)(T_{эпн}^2 s^2 + 2\zeta T_{эпн} s + 1)(T_э s + 1)};$$

$K_{эпн}$  – коэффициент усиления;

$T_э$  – постоянная времени обмоток электромеханического преобразователя;  $T_э$  – передаточная функция гидросилителя сопло-заслонка:

$$W_{.m1} = \frac{1}{I_1 s^2 + b\varphi_1 s + c_{12}};$$

$$W_{.m2} = \frac{b_{12}s + c_{12}}{I_2 s^2 + b\varphi_2 s + c_{12}};$$

$$W_{21} = b_{12}s + c_{12};$$

$$W_{pd} = \frac{c_1}{A_{2p}s + A_{1p}},$$

$K_{осн}$ ,  $K_c$  и  $c_\varphi$  – коэффициенты обратных связей по положению и по угловым скоростям;

$s$  – оператор преобразований Лапласа.

В определенных случаях приближенно полагают

$$W_э \approx \frac{K_{эпн}}{T_{эпн} s + 1};$$

где  $T_{эпн}$  – наибольшая постоянная времени преобразователя, определяющая первую сопрягаемую частоту его логарифмической амплитудной частотной характеристики (ЛАЧХ).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований получены исходные закономерности для построения математической модели электрогидравлической следящей системы с учетом динамических особенностей, определяемых учетом упругих свойств передаточных элементов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Лещенко В.А.** Гидравлические следящие приводы станков с программным управлением. М.: Машиностроение, 1975. – 288 с.
2. **Михайлов О.П.** Динамика электромеханического привода металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1989. – 244 с.
3. **Гамынин Н.С.** Гидравлический привод системы управления. М.: Машиностроение, 1972. – 376 с.
4. **Мчедlishvili Т.Ф., Кирия В.И., Романадзе И.Р., Голетиани Г.Н.** К вопросу динамики электромеханической системы привода с упругими звеньями в механической части. Сб. научных трудов международной конференции. «Иновационные технологии и материалы». Тбилиси «технический университет», 2011. – с. 80-91.

## ელექტროჰიდრომექანიკური მოთვალთვალე სისტემის დინამიკის მოდელირება დრეკადი კავშირების გათვალისწინებით ამპრაჰის მქანიკურ ნაწილში

მჭედლიშვილი თ.თ., მარსაგიშვილი ლ.გ., დემეტრაშვილი კ.გ.  
რეზიუმე

თანამედროვე მანქანების ელექტროჰიდრომექანიკური ამპრაჰთა სისტემების შემდგომ სრულყოფასთან დაკავშირებით მათი დინამიკური მახასიათებლების თვალსაზრისით, უაღრესად მნიშვნელოვან აქტუალურობას იძენს ამპრაჰის მექანიკური ნაწილის დრეკადი თვისებების გათვალისწინება დინამიკურ კვლევებში. წარმოდგენილ ნაშრომში განიხილებიან საკვლევი სისტემის დინამიკის მათემატიკური მოდელის აგების საკითხები, დაკავშირებული მექანიკური გადაცემების დრეკადისიპაციური მახასიათებლების გაღრმავებულ გათვალისწინებასთან.

## DYNAMIC MODELING OF ELECTROMECHANICAL SERVO SYSTEM WITH CONSIDERATION OF ELASTIC LINKS IN THE MECHANICAL PART OF DRIVE

**Mchedlishvili T.T., Marsagishvili L.G., Demetrashvili K.G.**

### Abstract

In connection with modern machines electromechanical actuator systems further improvement in terms of their dynamic characteristics, a very important is the consideration of elastic properties of drive's mechanical part in the dynamic researches. In the presented work are considered the issues of investigated system's mathematical model dynamics constructing, connected with in-depth study of mechanical transmission elastic-dissipative characteristics.

---

შპს 339;626.9

## ინვესტირება და უმუშევრობა საქართველოში

გ. ტყეშელაშვილი, ი. გეგეშიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ.77, 0175, თბილისი  
საქართველო)

**რეზიუმე:** უმუშევრობა წარმოადგენს სოციალურ-ეკონომიკურ პრობლემას, რომელიც თითოეულ ადამიანზე პირდაპირ და ძლიერ ზემოქმედებას ახდენს. დასაქმებულთათვის სამუშაოს დაკარგვა ნიშნავს ცხოვრების დონის ვარდნას, რაც მათ სერიოზულ ფსიქოლოგიურ ტრამვას აყენებს. უმუშევრობის შემცირების ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულება ინვესტიციებზე ფირმების ხელმისაწვდომობაა. ამ მიმართულებაში ინვესტირების ძირითად სექტორს საბანკო დაკრედიტება წარმოადგენს, ამიტომაც მსოფლიოს წამყვანმა იდუსტრიულმა სახელმწიფოებმა ყოველმხრივ შეუწყვეს ხელი საბანკო პროცენტის განაკვეთის შემცირებას. სტატიაში მოცემულია ქვეყანაში არსებული უმუშევრობის სტატისტიკური მონაცემები, არსებული პრობლემები, პრობლემის გადალახვის გზები.

**საკვანძო სიტყვები:** სილატაკის ინდექსი, მოლოდინის უმუშევრობა, ფრიქციული უმუშევრობა.

შრომას კაცობრიობის ისტორიაში უდიდესი როლი განეკუთვნება. იგი ადამიანის ცხოვრების უპირველესი პირობაა. შრომის გარეშე შეუძლებელია სოციალური პროგრესი. შრომის პროცესში ადამიანები იმყოფებიან არა მარტო საზოგადოებრივ, არამედ შრომით-სმართლებრივ ურთიერთობებშიც.

შრომის უფლება ადამიანის ერთ-ერთი ძირითადი უფლებაა. ადამიანის უფლებათა საყოველთაო დეკლარაციის 23-ე მუხლის თანახმად, „ყოველ ადამიანს აქვს შრომის უფლება, საქმიანობის თავისუფალი არჩევის, შრომის სამართლიანი და ხელსაყრელი პირობებისა და უმუშევრობისაგან თავდაცვის უფლება“.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> ადამიანის უფლებათა საყოველთაო დეკლარაცია - საერთაშორისო აქტი, მიღებულია 1948 წლის 10 დეკემბერს გაეროს გენერალური ასამბლეის მიერ.

უძუშვერობა წარმოადგენს სოციალურ-ეკონომიკურ პრობლემას, რომელიც თითოეულ ადამიანზე პირდაპირ და ძლიერ ზემოქმედებას ახდენს. დასაქმებულთათვის სამუშაოს დაკარგვა ნიშნავს ცხოვრების დონის ვარდნას, რაც მათ სერიოზულ ფსიქოლოგიურ ტრამვას აყენებს. ამიტომ, გასაკვირი არ არის, რომ უძუშვერობის პრობლემა ხშირად პოლიტიკური დისკუსიის საგანია. პოლიტიკოსები ეკონომიკის მდგომარეობისა და ეკონომიკური პოლიტიკის წარმატების შეფასების მიზნით სარგებლობენ ე.წ. „სილატაკის ინდექსით“, რომელიც მიიღება უძუშვერობისა და ინფლაციის დონეთა მაჩვენებლების დაჯამებით.

ეკონომისტები სწავლობენ უძუშვერობას, რათა განსაზღვრონ მისი გამომწვევი მიზეზები და სრულყოფილ სახელმწიფო პოლიტიკა, რომელიც გავლენას ახდენს დასაქმების დონეზე. სახელმწიფო პროგრამებიდან ზოგიერთი, მაგალითად, უძუშვერობა პროფესიული მომზადებისა და გადამზადების პროგრამა, აიოლებს მომავალში მათი შრომითი მოწყობის შესაძლებლობას. უძუშვერობაზე დაზღვევის პროგრამა ამსუბუქებს ცალკეულ ეკონომიკურ სირთულეებს, რომელსაც აწყდებიან უძუშვერები. სხვა სახელმწიფო პროგრამები არაპირდაპირ ახდენენ გავლენას უძუშვერობის დონეზე. მაგალითად, ეკონომისტთა უმრავლესობა თვლის, რომ კანონები, რომლებიც ითვალისწინებენ მაღალ მინიმალურ ხელფასს, იწვევენ უძუშვერობის ზრდას. ავლენენ რა ამა თუ იმ სახელმწიფო პოლიტიკის არასასურველ თანდაყოლილ შედეგებს, ეკონომისტებს შეუძლიათ დახმარება გაუწიონ პოლიტიკოსებს უძუშვერობის პრობლემათა გადაჭრის ალტერნატიული ვარიანტების შეფასებაში.

უძუშვერობის შემცირების ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულება ინვესტიციებზე ფირმების ხელმისაწვდომობაა. მ მიმართულებაში ინვესტირების ძირითად სექტორს საბანკო დაკრედიტება წარმოადგენს, ამიტომაც მსოფლიოს წამყვანმა იდუსტრიულმა სახელმწიფოებმა ყოველმხრივ შეუწყვეს ხელი საბანკო პროცენტის განაკვეთის შემცირებას.

მაგ. ამერიკის სარეზერვო სისიტემა, კომერციულ ბანკებზე სესხებს გასცემს 0.25% წლიური განაკვეთით, ევროკავსირის სახელმწიფოების ცენტრალური ბანკები 0.5-2 %-იანი განაკვეთით, შესაბამისად იქ დაბალია ფირმებისათვის აღებული სესხის საპროცენტო განაკვეთი. ამიტომაც დაიწყო სამეწარმეო აქტივობამ ზრდა და რა თქმა უნდა დასაქმდა უამრავი ადამიანი.

საქართველოში კი, სახელმწიფო ოფიციალურად არ ერევა საბანკო საქმეში და მათ მუშაობაში, ამიტომაც საბანკო სესხები 18-20% წლიური განაკვეთითაა და ბუნებრივია სამეწარმეო აქტივობაც დაბალია, რომელიც უძუშვერობის დონის ამაღლებას იწვევს. ექსპერტთა შეფასებით უძუშვერობის რეალური დონე საქართველოში 30-35 %-ის ფარგლებში მერყეობს<sup>2</sup>, დასაქმების სფეროში არსებული ასეთი მდგომარეობა, რა თქმა უნდა, ართულებს შრომის უფლების

2 ც. ანთაძე. საქართველოს ეკონომიურად აქტიური მოსახლეობა გარდამავალ პერიოდში. "ეკონომიკა. 1999წ №4-5"

რეალიზაციას, რასაც თან ერთვის დასაქმების სფეროში საკანონმდებლო ბაზის არასრულყოფილება და დასაქმების სახელმწიფო პოლიტიკის დაბალეფექტიანობა<sup>3</sup>.

საქართველოს სტატისტიკის დეპარტამენტის ოფიციალური მონაცემებით, უმუშევრობის დონე წარმოდგენილია ცხრილ 1-ში.

უმუშევრობის დონე საქართველოში<sup>4</sup>

ცხრილი №1

	2007	2008	2009	2010	2011
სულ აქტიური მოსახლეობა (სამუშაო ძალა) ათასი კაცი	2041.0	2023.9	2021.8	1965.3	1917.8
დასაქმებული (ათასი კაცი)	1783.3	1744.6	1747.3	1704.3	1601.9
უმუშევარი (ათასი კაცი)	257.6	279.3	274.5	261.0	315.8
უმუშევრობის დონე (პროცენტი)	12.6	13.8	13.6	13.3	16.5

უმუშევრობას, რომელიც გამოწვეულია სამუშაოს ძებნელთა და სამუშაო ადგილებს შორის შესაბამისობის დამყარებისათვის გარკვეული დროის საჭიროებით, **ფრიქციული უმუშევრობა ეწოდება.**

ფრიქციული უმუშევრობის გარკვეული დონე გარდაუვალია მუდმივად ცვალებადი საბაზრო ეკონომიკის პირობებში. მოთხოვნა სხვადასხვა საქონლებზე მუდმივად მერყეობს, რაც თავის მხრივ იწვევს ამ საქონლის მწარმოებელი მომუშავეების შრომაზე არსებული მოთხოვნის ცვლილებებს. მაგალითად, პერსონალური კომპიუტერების დანერგვამ შეამცირა მოთხოვნა საბეჭდო მანქანებზე, რამაც თავის მხრივ შეამცირა საბეჭდო მანქანების მწარმოებელ საწარმოებში შრომაზე მოთხოვნაც. ერთდროულად გაიზარდა შრომაზე მოთხოვნა ელექტრონულ მრეწველობაში. შემდგომ, რამდენადაც რეგიონები აწარმოებენ სხვადასხვა საქონელს, შრომაზე მოთხოვნა შეიძლება გაიზარდოს ერთდროულად ქვეყნის ერთ ნაწილში და შემცირდეს მეორეში. დარგებისა და რეგიონების მიხედვით შრომაზე მოთხოვნის სტრუქტურაში ამგვარ ცვლილებებს უწოდებენ **სტრუქტურულ** ძვრებს. რამდენადაც სტრუქტურული ძვრები ხორციელდება მუდმივად და მომუშავეებს ჭირდებათ გარკვეული დრო სამუშაოს შესაცვლელად, ფრიქციული უმუშევრობა მდგრადი ხასიათისაა.

<sup>3</sup> ეკონომიკა ISSN 0206-2828 2002 წ.- ლ. გაზდელიანი გვ. 130

<sup>4</sup> [www.statistics.ge](http://www.statistics.ge)

არც ისე დიდი ხნის წინ დამტკიცდა, რომ უმუშევრობის გარკვეული ნაწილი შეიძლება გამოწვეული იყოს ისეთი მიზეზით, როგორცაა სამუშაოს მიძევება მიერ მაქსიმალური მოგების მიღებისადმი სწრაფვა. კერძოდ, მტკიცდება, რომ სტრუქტურული უმუშევრობა შეიძლება აგრეთვე წარმოიშვას იმ შემთხვევაში, როდესაც ზოგიერთი სამუშაოს მიძევები მომუშავეებს უხდის საბაზრო ხელფასზე მეტ (ეფექტიან) ხელფასს, რათა შემცირდეს სამუშაო ძალის დენადობა და მიღწეული იქნას მომუშავეთა მხრიდან თავიანთი მოვალეობების პასუხისმგებლობით შესრულება და შრომის მწარმოებლურობის ამაღლება. მომუშავეები, რომლებიც დასაქმებულნი არიან დაბალი ხელფასის მქონე ფირმებში, ვერ ახერხებენ მაღალი ხელფასის მქონე ფირმებში დასაქმებას შუალედური ანაზღაურებით, რადგანაც დამქირავებლებს, რომლებიც იხდიან მაღალ ხელფასს, სურთ შეინარჩუნონ მაღალი განაკვეთები კადრების დენადობისა და დაბალეფექტიანი შრომის საწინააღმდეგოდ. ასეთ შემთხვევაში, სამუშაოს მიძევება მსგავსი გადაწყვეტილება ხელს უშლის ხელფასის განაკვეთის შემცირებას.

მომუშავეები, რომლებიც დასაქმებულნი არიან მცირეხელფასიანი ფირმებში, მაინც ანიჭებენ უპირატესობას იმ ფირმებში მუშაობას, სადაც მოქმედებს ეფექტიანი ხელფასების პოლიტიკა და ვიდრე ამ უკანასკნელში არსებობს კადრების ბუნებრივი დენადობა (რაც გულისხმობს დაუკავებელი სამუშაო ადგილების გამოჩენას), ზოგიერთმა დაბალანაზღაურებანიანმა მომუშავეებმა შეიძლება დატოვონ სამუშაო, „მიემაგრონ“ მაღალანაზღაურებანი სექტორს და „დაელოდონ“ თავისუფალი სამუშაო ადგილების გამოჩენას. ერთი სიტყვით, ზოგიერთი ფირმის მიერ ეფექტიანი ხელფასის პოლიტიკის გატარების შემთხვევაში წარმოიშობა თავისებური მოვლენა, რომელსაც *მოლოდინის უმუშევრობა* ეწოდება<sup>5</sup>.

მოლოდინის უმუშევრობა წარმოიქმნება მაშინ, როცა რეალური ხელფასი აჭარბებს იმ დონეს, რომელიც შეესაბამება შრომაზე მოთხოვნისა და შრომის მიწოდების ტოლობას. საკანონმდებლო აქტები, რომლებიც არეგულირებენ ხელფასის მინიმალურ ზომას, წარმოადგენენ ხელფასის სიხისტის გამომწვევ ერთ-ერთ მიზეზს. მეორე მიზეზია პროფესიული კავშირები ან მათი წარმოქმნის საშიშროება. საბოლოოდ, სტიმულირებადი ხელფასის თეორიის თანახმად სხვადასხვაგვარი მიზეზების გამო ფირმისათვის შეიძლება მომგებიანი იყოს შეინარჩუნოს საკუთარი მომუშავეების მაღალი ხელფასი, მიუხედავად შრომის ჭარბი მიწოდების არსებობისა.

საქართველოს სტატისტიკის დეპარტამენტი ოფიციალური მონაცემებით დაქირავებულთა საშუალო ხელფასზე წარმოდგენას იძლევა ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი

<sup>5</sup> გ. მენქიუს მაკროეკონომიკა – უმუშევრობის არსი, მიზეზები და დაძლევის გზები თავი 5. გვ.104



დაქირავებით დასაქმებულთა საშუალო თვიური ნომინალური ხელფასი საქმიანობის  
სახეების მიხედვით (1998-2008) <sup>6</sup>

ცხრილი 2

ლარი

	2004	2005	2006	2007	2008	2009*	2010	2011
<b>სულ</b>	<b>94,6</b>	<b>113,5</b>	<b>125,9</b>	<b>156,6</b>	<b>204,2</b>	<b>277,9</b>	<b>368,1</b>	<b>534,9</b>
სოფლის მეურნეობა, ნადირობა და სატყეო მეურნეობა	33,2	42,3	47,6	68,0	128,9	148,1	184,9	299,3
თევზჭერა, მეთევზეობა	43,0	37,5	46,2	60,7	93,0	94,4	168,8	211,1
სამთომომპოვებითი მრეწველობა	153,8	192,2	218,7	179,5	210,8	352,3	657,7	808,9
დამამუშავებელი მრეწველობა	120,8	143,4	152,5	183,8	212,1	260,5	357,7	510,5
ელექტროენერჯის, აირისა და წყლის წარმოება და განაწილება	212,1	214,9	250,2	259,2	341,5	398,2	533,8	738,3
მშენებლობა ვაჭრობა; ავტომობილების, საყოფაცხოვრებო ნაწარმისა და პირადი მოხმარების საგნების რემონტი	145,9	176,1	206,2	264,5	296,4	391,0	494,5	597,3
სასტუმროები და რესტორნები	57,4	72,8	85,5	107,9	173,6	246,4	355,5	510,6
ტრანსპორტი და	50,1	51,5	56,6	70,3	108,2	196,5	238,4	333,6
	141,1	171,7	191,1	229,1	265,7	391,3	492,3	667,7

<sup>6</sup> [www.statistics.ge](http://www.statistics.ge)

კავშირგაბმულობა									
საფინანსო									
საქმიანობა	430,2	429,6	530,5	739,3	1049,2	779,0	1014,5	1343,5	
ოპერაციები უძრავი ქონებით, იჯარა და მომხმარებლისათვის									
მომსახურების გაწევა	88,2	92,0	110,3	125,5	210,8	284,2	405,8	540,1	
სახელმწიფო									
მმართველობა	105,9	141,2	132,0	192,4	342,4	448,0	585,4	869,5	
განათლება	45,5	56,5	68,5	88,7	92,5	122,1	153,0	243,7	
ჯანმრთელობის დაცვა და სოციალური									
მომსახურება	45,6	55,6	76,8	80,3	99,5	143,3	206,4	305,8	
კომუნალური, სოციალური და პერსონალური									
მომსახურების გაწევა	75,3	82,1	72,2	123,2	113,4	175,6	260,6	408,7	

როდესაც უმუშევრობაზე ვსაუბრობთ, აუცილებლად საზი უნდა გავუსვათ იმას, რომ იგი შესაძლებელია გამოწვეული იყოს პრინციპულად განსხვავებული მიზეზებით. იმით, რომ ქვეყანაში არ არის საკმარისი რაოდენობით კაპიტალი, მაღალია მუშაკთა ტექნიკური და ფონდალტურვილობის დონე და ამის გამო მრავალი ადამიანის გასაკეთებელ საქმეს ცოტა აკეთებს, დანარჩენები რჩებიან უმუშევრად. ასეთი ქვეყნის კლასიკური მაგალითია გერმანია.

სრულიად განსხვავებული მდგომარეობაა საქართველოში. აქ უმუშევრობის მაღალი დონე სწორედ საპირისპირო ვითარების შედეგია. კერძოდ, ჩვენი ქვეყანა ღარიბია კაპიტალით, საბანკო დაკრედიტების დაბალი დონეა (რაც მაღალი წლიური განაკვეთით არის განპირობებული), განიცდის მაღალი ტექნოლოგიების ნაკლებობას, რომლის დახმარებითაც დამზადებული საქონელი მსოფლიო ბაზრებზე კონკურენციას გაუძლებდა. ამგვარი მდგომარეობა კი უმუშევრობის გამოწვევი მიზეზი ხდება. უმუშევრობა, როგორც თითქმის მთელ მსოფლიოში, ისე კრიზისში მყოფ საქართველოშიც, უაღრესად აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს.

ეკონომიკური კრიზისის პირობებში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ფართომასშტაბიან დასაქმების წამახალისებელ ღონისძიებებს, პროფესიული და ტერიტორიული მობილურობის წახალისებას, უმუშევართა დაცვას, სამუშაო ძალაზე მოთხოვნის სტიმულირებას და სხვა. რაც შეეხება სახელმწიფოს აქტიურ როლს ამ პრობლემის გადაწყვეტაში, იგი შენარჩუნდება მანამ, სანამ არ შეიქმნება შესაბამისი ინფრასტრუქტურა, მასშტაბური არ გახდება კერძო საკუთრება, არ განვითარდება კონკურენცია და მობილური არ გახდება სამუშაო ძალა ქვეყნის შიგნით და საერთაშორისო მასშტაბით<sup>7</sup>

სახელმწიფო პროგრამების ერთ-ერთი მიზანია უმუშევრობის ბუნებრივი ღონის შემცირება ფრიქციული უმუშევრობის შემცირებით. დასაქმების სახელმწიფო სამსახურები ავრცელებენ ინფორმაციებს არსებულ ვაკანსიებზე უმუშევართა მიერ სამუშაოს პოვნის ეფექტიანობის ამაღლების მიზნით. პროფესიული გადამზადების სახელმწიფო პროგრამები მოწოდებულია შეამსუბუქოს მომუშავეთა გადასვლა შემცირებადი დარგებიდან სწრაფად ზრდად დარგებში. რამდენადაც აღნიშნული პროგრამები უზრუნველყოფენ შრომითი მოწყობის ღონის ზრდას, იმდენად ამცირებენ უმუშევრობის ბუნებრივ ღონეს.

პირველი სახელმწიფო პროგრამა, რომელსაც მაქსიმალურად უნდა დაესაქმებინა მოსახლეობა, 1932 წელს გერმანიაში დაინერგა. დასაქმების პროგრამა აშშ-ში 1935 წელს დამუშავდა რუზველტის მთავრობის მიერ. ამ პროგრამამ მოახდინა გარდატეხა დასაქმების პრობლემისადმი სახელმწიფოს მიდგომებში და მსოფლიოს უჩვენა, რომ საბაზრო ეკონომიკაში მთავრობა არა მხოლოდ უფლებამოსილია, არამედ მოვალეცაა იზრუნოს მოსახლეობის დასაქმებაზე. 1944 წელს ჩერჩილის კონსერვატორულმა მთავრობამაც კი შეიმუშავა ეკონომიკის გაძლიერების ახალი პრინციპები – მათი მთავარი მიზანი იყო მოსახლეობის სრული დასაქმება. ამაზე პასუხისმგებლობა სახელმწიფოს უნდა ეკისრა.

მიუხედავად ამისა, სამთავრობო პოლიტიკა სულაც არ არის უძლური უმუშევრობის ღონის შემცირებისათვის ბრძოლაში. მომუშავეთა პროფესიული მომზადებისა და გადამზადების პროგრამა, უმუშევრობაზე დაზღვევის სისტემა, სამეწარმეო ბიზნესისი წახალისება სახელმწიფო სუბსიდიების დაწესება, საბანკო დაკრედიტების წახალისება და წლიური საპროცენტო განაკვეთის შესამცირებელი ღონისძიებების გატარება (კომერციულ ბანკებზე სახელმწიფო კრედიტების გაცემა დაბლი განაკვეთით), ხელფასის მინიმუმის და კოლექტიური შეთანხმებების დადების მარეგულირებელი კანონები ხშირად პოლიტიკური დებატების საგანი ხდება. საყოველთაოდ საბოლოოდ შეიძლება ითქვას, რომ დასაქმების პრობლემის გადასაჭრელად უმნიშვნელოვანესი

<sup>7</sup> პ. გულიაშვილი. ეკონომიკური განვითარების ტენდენციები თანამედროვე ეტაპზე 2009 წ. – უმუშევრობა აქტუალური პრობლემა გარდამავალი ქვეყნებისათვის (ლ. დვლიაშვილი) გვ. 64

მიმართულება უნდა გახდეს: საინვესტიციო და საგადასახადო პოლიტიკის საშუალებით – სამუშაო ადგილების დეფიციტის აღმოფხვრა, არსებული სამუშაო ადგილების უფრო ეფექტიანი გამოყენება, კაპიტალდაბანდების მიმართვა როგორც ახალი, ასევე ტრადიციული დარგების განვითარებისაკენ; მეწარმეობის, მცირე და საშუალო ბიზნესის, ინდივიდუალური სამეწარმეო საქმიანობის განვითარების ეკონომიკური სტიმულირება; ეკონომიკის არასახელმწიფო სექტორში დასაქმების ოპტიმიზაცია, ამ სფეროში შრომის კანონმდებლობაში პრინციპული ხასიათის ცვლილებების შეტანა, რომელიც მიმართული იქნება, უპირველეს ყოვლისა, მომუშავეთა ინტერესებისა და უფლებების გაფართოებისაკენ. კერძოდ, შრომის კანონთა კოდექსის ახალ რედაქციაში, რომელზედაც მიმდინარეობს მუშაობა, უნდა აისახოს პასუხისმგებლობის ისეთი სახეები, რომლებიც პრაქტიკულად გამოხატავენ მოქალაქეთა შრომითი უფლების დარღვევის შემთხვევებს, მაგალითად, დაუსაბუთებელი მოტივით სამუშაოზე მიღების უარის თქმის შემთხვევაში, ან სამუშაოდან უმიზნოდ განთავისუფლების შემთხვევაში, კანონით განსაზღვრული კონპენსაციების გარდა უნდა დაწესდეს სანქციები პიროვნებისთვის მიყენებული მორალური ზიანის ასანაზღაურებლად. ხელფასის დაგვიანებით გაცემის შემთხვევების შესამცირებლად. ვფიქრობ, ეფექტური იქნება ხელფასის გაცემის დაგვიანების ყოველ დღეზე გარკვეული გადასახდელის დაწესება. უნდა გამკაცრდეს შრომის კანონმდებლობის სხვა სახის დარღვევებისათვის სანქციების სისტემაც. შრომითი კანონმდებლობის დაცვის უზრუნველყოფა სახელმწიფოს ერთ-ერთი უპირველესი პირობა უნდა გახდეს.

## ბამოყენებული ლიტერატურა

1. ადამიანის უფლებათა საყოველთაო დეკლარაცია - საერთაშორისო აქტი, მიღებულია 1948 წლის 10 დეკემბერს გაეროს გენერალური ასამბლეის მიერ.
2. **ც. ანთაძე.** საქართველოს ეკონომიურად აქტიური მოსახლეობა გარდამავალ პერიოდში. “ეკონომიკა. 1999წ №4-5
3. ეკონომიკა ISS 0206-2828 2002 წ.- ლ. გაზდელიანი გვ. 130
4. **გ. მენქიუს** მაკროეკონომიკა – უმუშევრობის არსი, მიზეზები და დაძლევის გზები თავი 5. გვ.104
5. **პ. გულიაშვილი.** ეკონომიკური განვითარების ტენდეციები თანამედროვე ეტაპზე 2009 წ. – უმუშევრობა აქტუალური პრობლემა გარდამავალი ქვეყნებისათვის (ლ. დვალიშვილი) გვ. 64
6. [www.statistics.ge](http://www.statistics.ge)

## **INVESTMENT AND UNEMPLOYMENT IN GEORGIA**

**G. Tkeshelashvili, I. Gegeshidze**

### **Summary**

"Unemployment is a socio - economic problems, which are a direct and powerful impact on each person. Job loss is a drop in living standards for workers, which puts them in a serious psychological trauma. Reduction of unemployment - one of the main directions of investment firms and availability. The trend in the banking sector makes a major investment, so the world's leading states in every way to facilitate the reduction of bank interest rates. The article presents statistical data on unemployment in the country, existing problems, elimination problems.

## **ИНВЕСТИЦИИ И БЕЗРАБОТИЦА В ГРУЗИИ**

**Г. Ткешелашвили, И. Гегешидзе**

### **Резюме**

Безработица является социально - экономических проблем, которые являются прямыми и мощное воздействие на каждого человека потеря работы является снижение жизненного уровня работников, что ставит их в серьезную психологическую травму, сокращение безработицы -. Одним из основных направлений инвестиционных компаний и доступность. тенденции в банковском секторе делает крупные инвестиции, так что ведущие государства мира всячески способствовать снижению банковских процентных ставок. В статье представлены статистические данные о безработице в стране, существующие проблемы, устранение проблем.

---

შპს 624.01.515.5.

სფერული ბერკეტული მექანიზმის კინემატიკური  
ანალიზი ბრაზიკული მეთოდით

ზ. ნაცვლიშვილი, ი. ბაციკაძე, გ. ნამგალაძე,

მ. ხუბუტია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77,  
0175, თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** წარმოდგენილ ნაშრომში განხილულია სფერული ოთხრგოლა სახსროვანი მექანიზმის მდებარეობის ფუნქციის განსაზღვრის გრაფიკული მეთოდი, რომელიც წარმოადგენს ძირითად საკითხს, როგორც ანალიზის ასევე სინთეზის ამოცანების გადაწყვეტისას. სფერული მექანიზმების კვლევის შემოთავაზებული მეთოდი საშუალებას იძლევა მარტივად და ეფექტურად განვსაზღვროთ ერთი ან ორი მოძრაობის ხარისხის მქონე მექანიზმების ცვალებადი კინემატიკური პარამეტრები მოცემული განზოგადოებული კოორდინატების მიხედვით. ჩვენს შემთხვევაში  $\varphi_3 = \varphi_3(\varphi_1)$ .

**საკვანძო სიტყვები:** გეომეტრიული ფიგურები, გეგმილთა სიბრტყეები, განზოგადოებული კოორდინატები, სფერული მრავალკუთხედი, ბრუნვის ღერძები.

### შეჯამება

სივრცითი ბერკეტული მექანიზმები და მათ შორის სფერული მექანიზმები გამოყენებას პოულობენ მრეწველობის სხვადასხვა დარგში და მტკიცედ იმკვიდრებენ ადგილს თანამედროვე ტექნიკაში. მათ გააჩნიათ მთელი რიგი უპირატესობები ბრტყელ მექანიზმებთან შედარებით, რაც ძირითადად გამოიხატება ისეთი მოძრაობი მექანიკური სისტემების შექმნაში, რომლებიც ასრულებენ დასახულ ფუნქციას მცირე გაბარიტები და მინიმალური რაოდენობის რგოლებით.

შემოაღნიშნულიდან გამომდინარე დღეისათვის არ არსებობს მანქანათმშენებლობის არც ერთი დარგი, სადაც არ იყოს გამოყენებული სივრცითი მექანიზმები, ხელსაწყოები თუ აპარატები.

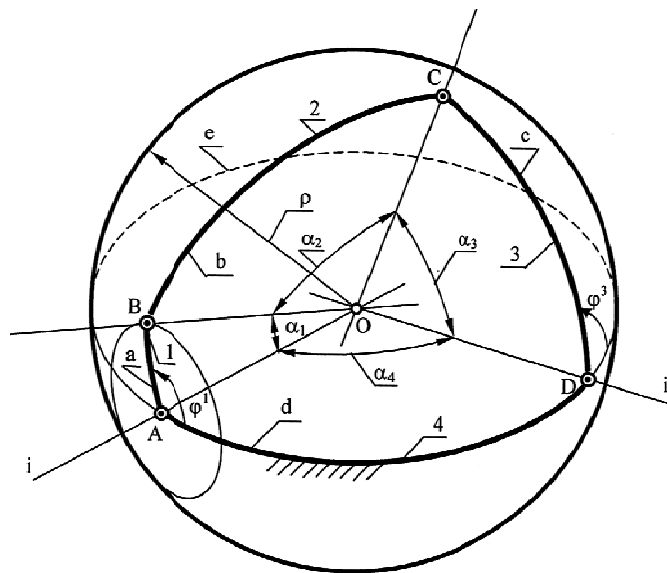
ხელისშემშლელ მიზეზებად ამ მექანიზმების პრაქტიკაში უფრო ფართოდ დანერგვისათვის შეიძლება დასსახელდეს მათი კვლევის ნარტივი და ეფექტური მეთოდების არ არსებობა, რომლებიც შეიძლებოდა გამოეყენებია რიგით ინჟინერ-კონსტრუქტორს ყოველგვარი სპეციალური მომზადების გარეშე.

უკანასკნელ წლებში კონსტრუქტორების წინაშე დგება სხვადასხვა სახის სივრცითი გეომეტრიული ხასიათის ამოცანების ამოხსნის ახალი უფრო და უფრო თანამედროვე, სრულყოფილი მეთოდებისა და ხერხების შემუშავებისა, რაც თავის მხრივ თხოულობს სივრცითი ბერკეტული მექანიზმების სტრუქტურული და კინემატიკური კვლევების დეტალურ და ღრმა შესწავლის აუცილებლობას.

მოცემული სამუშაოს ძირითად მიზანს წარმოადგენს სივრცითი (სფერული) სახსროვანი მექანიზმების კინემატიკური კვლევის ისეთი მარტივი და თვალსაჩინო კინემატიკური კვლევის ისეთი მარტივი და თვალსაჩინო გრაფიკული მეთოდის შემოთავაზება, რომელიც მისაღები იქნება საინჟინრო პრაქტიკისათვის გაანგარიშების დასაშვები სიზუსტის გათვალისწინებით.

### ძირითადი ნაწილი

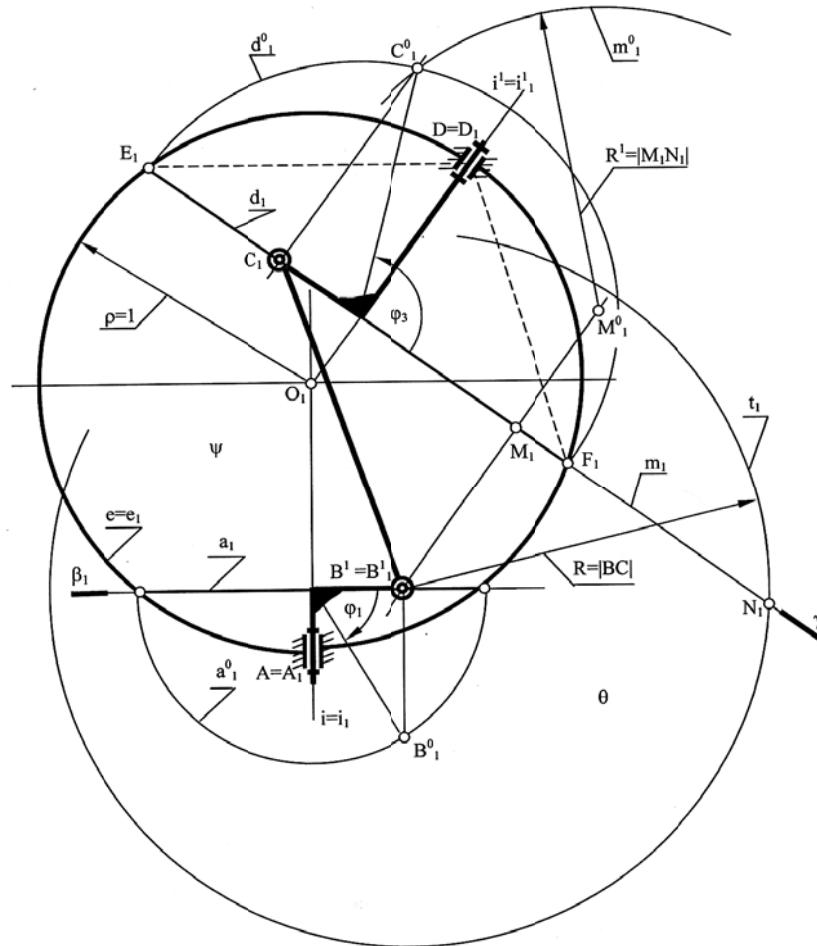
ოთხბოლოა სივრცითი (სფერული) ბერკეტული მექანიზმების ერთ-ერთ მოდიფიკაციას წარმოადგენს მრუდმხარა-მხრეულიანი მექანიზმი, რომლის სქემაც ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე.  $ABCD$  მექანიზმის, კინემატიკური კვლევის ჩასატარებლად სივრცის ნებისმიერი წერტილი ჩავთვალოთ მართკუთხა კოორდინატა სისტემის სათავედ და  $\rho=1$  რადიუსიანი  $\psi$  სფეროს ცენტრად. ჰორიზონტალური  $\Pi_1$  გეგმილთა სიბრტყე შერჩეულია და გამომავალი რგოლების  $i$  და  $i'$  ურთიერთგადაკვეთილი ბრუნვის ღერძების სახით.



ნახ. 1

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4 - 1, 2, 3$  და  $4$  რგოლების შესაბამისი ცენტრალური კუთხეებია.

შემავალი რგოლის მოძრაობის კანონი წარმოდგენილია  $\varphi_1 = f(t)$  ფუნქციით, რომელშიაც განზოგადოებულ კოორდინატად მიჩნეულია  $AB(a)$  – მრუდმხარას შემობრუნების კუთხე  $\varphi_1$  (ნახ. 2).



ნახ. 2

$A=A_1$  და  $D=D_1$  წერტილები  $\psi$  სფეროს  $e=e_1$  ეკვატორულ წრეწირის კუთხნილი უძრავი წერტილებია.  $B$  წერტილი სფეროს ზედაპირზე მდებარე მოძრავი წერტილია.  $|AB|$  მონაკვეთი ბრუნავს  $A=A_1$  წერტილზე გამავალი  $\psi$  სფეროს  $i=i_1$  ღერძის ირგვლივ და შემოწერს  $a$  წრეწირს, რომლის  $\beta$  სიბრტყე ეკვატორული სიბრტყის პერპენდიკულარულია.  $C$  წერტილი სფეროს ზედაპირზე მდებარე ასევე მოძრავი წერტილია.  $|DC|$  მონაკვეთი ბრუნავს  $D=D_1$  წერტილზე გამავალი  $\psi$  სფეროს  $i'=i'_1$  ღერძის ირგვლივ და შემოწერს  $\mu$  კონუსურ ზედაპირს, რომლის ფუძე  $\psi$  სფეროს ზედაპირზე მდებარე ეკვატორული სიბრტყის პერპენდიკულარულ  $\gamma$  სიბრტყეში მდებარე  $d$  წრეწირია.  $B$  და  $C$  წერტილებს შორის მანძილი  $|BC|$  მუდმივი სიდიდეა.



უნდა განისაზღვროს  $i$  ღერძის ირგვლივ  $|AB|$  რგოლის გარკვეული კუთხით მობრუნების შედეგად  $C$  წერტილის მდებარეობა სფეროზე, ზემოთ აღწერილი პირობების გათვალისწინებით.

$i$  ღერძის ირგვლივ  $B$  წერტილის  $\varphi_1$  კუთხით მობრუნების შედეგად იგი  $B'$  მდებარეობას დაიკავებს. ამ მდებარეობაში  $B$  წერტილი ეკვატორული სიბრტყის ზემოთ და მისგან  $|B_1^1 B_1^0|$  მანძილითაა დაშორებული.

$C$  წერტილის მდებარეობა ასე განვსაზღვროთ: ერთი მხრივ  $C$  წერტილი უნდა მდებარეობდეს  $|DC|$  მონაკვეთის მიერ შემოწერილი  $\mu$  კონუსური ზედაპირის  $d$  ფუძეზე, ხოლო მეორე მხრივ  $B$  წერტილიდან უნდა იყოს დაშორებული  $|BC|$  მონაკვეთის ტოლი მანძილით.  $B^1$  წერტილიდან  $|BC|$  მონაკვეთის ტოლი მანძილით დაშორებულ წერტილთა სიმრავლე განსაზღვრავს  $|BC|$  მონაკვეთის ტოლი რასიუსის მქონე  $\theta$  სფერულ ზედაპირს. ამ ზედაპირისა და  $d$  წრეწირის თანაკვეთის წერტილებიდან ერთ-ერთი შეესაბამება  $C$  წერტილის საძიებელ მდებარეობას.

$B^1$  წერტილიდან შემოწერილი  $\theta$  სფეროს გეგმილი  $\Pi_1$  გეგმილკთა სიბრტყეზე  $t_1$  წრეს წარმოადგენს, რომლის რასიური  $|BC|$ . მონაკვეთის ტოლია. ავაგოთ  $\theta$  სფეროსა და  $\gamma$  სიბრტყის თანაკვეთის  $m$  წრეწირი. ცხადია მისი  $m_1$  გეგმილი  $\gamma_1$ -ზე დიამეტრის ტოლ მონაკვეთზე აისახება. ამ წრეწირის  $M$  ცენტრი ეკვატორული ანუ  $\Pi_1$  გეგმილთა სიბრტყიდან  $|B_1^1 B_1^0|$  მანძილით იქნება დაშორებული.  $\gamma$  სიბრტყე  $\Pi_1$  გეგმილთა სიბრტყესთან შევათავსოთ.  $\gamma$  სიბრტყეში მდებარე  $d$  და  $m$  წრეწირები შეთავსების შემდეგ  $\Pi_1$  გეგმილთა სიბრტყეზე ნატურალური ზომით  $d_1^0$  და  $m_1^0$  წრეწირებზე აისახებიან. მათი თანაკვეთის ერთ-ერთი  $C_1^0$  წერტილი საძიებელი  $C$  წერტილის გეგმილია შეთავსებულ მდებარეობაში, საწყის გეგმილებში კი  $C_1$  წერტილია.

ანალოგიურად განისაზღვრება  $C$  წერტილის მდებარეობა  $|AB|$  რგოლის ნებისმიერი მდებარეობისთვის, რის შედეგადაც განისაზღვრება მექანიზმის მდებარეობის ფუნქცია  $\varphi_3 = \varphi_3(\varphi_1)$ .

## დასკვნა

1. შემოთავაზებული მეთოდი საშუალებას იძლევა ჩავატაროთ შედარებითი ანალიზი სხვადასხვა მეთოდებით მიღებული უკვე ცნობილი კვლევების შედეგებს შორის. შესაძლებელია მომენტალურად შემოწმდეს მიღებული პასუხების სიზუსტე.

2. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შესაძლებელი ხდება გადაწყდეს სივრცითი გეომეტრიული ამოცანები მარტივი, თვალსაჩინო და რიგითი ინჟინრისათვის ხელმისაწვდომი მეთოდით, ამასთან ამ მიზნის მისაღწევად გამოიყენება ცნობილი ანალიზური და მხაზველობითი გეომეტრიის ძირითადი დებულებები.

### **გამოყენებული ლიტერატურა**

1. **Пошехонов Б.А.** Графо-аналитическая геометрия в применении к оптическим задачам. Ленинград: Машиностроение, 1967. 155 с.
2. **Давиташвили Н.С.** Теоретические основы синтеза и анализа сферических механизмов. ГТУ, Тбилиси. 1998. – 265 с.
3. **ზ. ნაცვლიშვილი, გ. ნამგალაძე, ნ. მაჭავარიანი.** სფერული მექანიზმების ბარბაცაზე მდებარე წერტილების კოორდინატების განსაზღვრა სფეროს ბრუნვის მეთოდით. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ № 2(14). თბილისი, 2009.

## **КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СФЕРИЧЕСКОГО РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА ГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

**З. Нацвлишвили, И. Бацикадзе, Г. Намгаладзе, М. Хубутия**

### **Резюме**

В данной работе излагается решение задачи о положениях звеньев пространственного (сферического) четырехзвенного механизма графическим методом. Проведенные авторами теоретические исследования позволили установить зависимости между углами поворота входного и выходного звеньев, т.е. определить функцию положения механизма  $\varphi_3 = \varphi_3(\varphi_1)$ .

Предложенная методика исследования распространяется и на другие виды и модификации сферических рычажных механизмов.

## **KINEMATIC ANALYSIS OF THE SPHERICAL LEWER MECHANISM BY A GRAPHIC METHOD**

**Z. Natsvlishvili, I. Batsikadze, G. Namgaladze, N. Khubutia**

### **Summary**

The work deals with the solution of the problem of the link positions of the spatial (spheric) four-link mechanism by a graphic method. Research conducted by the authors allowed to set dependance between rotation angles of input and output links, i.e. to define the function of the mechanism position  $\varphi_3 = \varphi_3(\varphi_1)$ .

The method proposed can be applied to other kinds and modifications of spheric lever mechanisms.

---

შპს 621 7 (088.8)

## ჩამჩვბიანი ტურბინის მუშა თვალის რემონტის ტექნოლოგია

ო. გ. რუხაძე, ლი ლუი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77. 0175 თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** სტატიაში მოცემულია ჩამჩვბიანი ტურბინის მუშა თვალის რემონტის ტექნოლოგია (ხადორიჰესის ტურბინის მაგალითზე) სადაც განხილულია აღდგენილი მუშა თვალის ზედაპირისადმი წაყენებული ტექნიკური მოთხოვნები, აგრეთვე მუშა თვალის ჩამჩვბის დაზიანებების: ცვეთა, გაბზარვა, გატეხვა და სხვ სიდიდეებისა და რაოდენობების მიხედვით სარემონტო ზედაპირების აღდგენის შესაბამისი რეჟიმების განსაზღვრა. გარდა ამისა, იმ ტექნოლოგიური საშუალებების მოძიება, რაც განაპირობებს მუშა თვალის რემონტის ჩატარების სრულაფასოვან პროცესს.

**საკვანძო სიტყვები:** ჩამჩა, ტურბინა, კავიტაცია, მუშა თვალი.

### შესავალი

ჰიდროენერგეტიკის თანამედროვე მიღწევები და მათი შემადგენელი კვანძები და მექანიზმები, მუშაობის ხანგამძლეობის, ვიბრომდგრადობის და შესაბამისად მათი ექსპლუატაციის ეკონომიური ეფექტიანობის ამაღლების მიზნით, გარკვეულ ამოცანებს აყენებს, როგორც დამზადების ასევე რემონტის ჩატარების საქმეში.

ჰიდროელექტრო სადგურის ერთ ერთ მნიშვნელოვან დანადგარს ჰიდროტურბინა წარმოადგენს, რომლის კონსტრუქცია და ტექნიკური პარამეტრები დამოკიდებულია გამოთქმავებული ენერგიის სიდიდესა და მუშაობის რეჟიმებზე. დანადგარის ყველაზე დატვირთული დეტალია მუშა თვალი. იგი შეიძლება იყოს შედგენილი ან მონოლითური. მონოლითური კონსტრუქციის რემონტი, როგორცაა ხადორი ჰესის მუშა თვალი, (სურათი1) გაცილებით

როულია შედგენილ კონსტრუქციასთან შედარებით, რადგან შედგენილი კონსტრუქციის შემთხვევაში შესაძლებელია მუშა თვალის ცალკეული ჩამჩის პროფილის აღდგენა მაღალი სიზუსტით და სიმქისით ელექტროლიტური მეთოდის გამოყენებით, რაც მონოლითურ კონსტრუქციაში მისი ზომების და აღსადგენი ზედაპირების განლაგების გამო პრაქტიკულად შეუძლებელია.

ამგვარად ნათელი ხდება რომ ჩამჩებიანი ტურბინის მუშა თვალის რემონტის ტექნოლოგიის რეალური ვარიანტის შემუშავება და განხორციელება ერთობ აქტუალურია.



სურათი 1. ხადორი ჰესის სარემონტო მუშა თვალი

### პირითადი ნაწილი

ჩამჩებიანი ტურბინის მუშა თვალი წარმოადგენს ყველაზე საპასუხისმგებლო დეტალს რომელზეც მოქმედებს მნიშვნელოვანი სიდიდის დინამური დატვირთვები. ამიტომ მისი რემონტის ჩატარების დროს როგორც თითოეული ჩამჩის ასევე მთლიანად მუშა თვალის აღდგენის სიზუსტე, შესაძრევად მოქმედებს ჰიდრომანქანის ენერგეტიკულ მახასიათებელზე.

მუშა თვალი შედგება ჩამჩებისაგან (სურ.1) რომელთა რაოდენობა განისაზღვრება მუშა თვალის ჰიდროენერგეტიკული მახასიათებლიდან გამომდინარე.

ჩამჩებიანი ტურბინების სწრაფმავლობის კოეფიციენტის ამაღლებისკენ სწრაფვამ განაპირობა სისტემაზე მოქმედი ხვედრითი ძალების გაზდა, რამაც თავის მხრივ მოითხოვა მუშა თვალის ელემენტების და მთლიანი კონსტრუქციის მდგრადობის ამაღლება. ამიტომ თანამედროვე ეპოქაში ტურბინათმშენებლობაში ძირითადად გამოიყენება შედუღებული და მონოლითური კონსტრუქციის

მუშა თვლები. ამ უკანასკნელს პრიორიტეტი ენიჭება იმიტომ რომ, ასეთი კონსტრუქცია არ შეიცავს პირაპირა ზედაპირებს, ხისტია და საიმედო მუშაობაში.

ქვემოთ მოყვანილია ჩამჩებიანი მუშა თვალის ტექნიკური მოთხოვნები: მუშა თვალის დიამეტრი 2000-2500 მმ-ია.

1. ჩამჩების გამოძავალი წიბოების გადახრა ნორმალური მდებარეობიდან  $\pm 1$  მმ.
2. ჩამჩების დანების დასაშვები გადახრა მათი განლაგების საერთო სიბრტყიდან  $\pm 1$  მმ.
3. ჩამჩების დასაშვები გადახრა რადიალური მიმართულებით  $\pm 4$  მმ.
4. ჩამჩის შიგა და დანის პირის პროფილების დასაშვები გადახრა არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 2.6$  მმ.
5. ჩამჩიდან წყლის ასხლეტის კუთხის დასაშვები გადახრა არ უნდა აღემატებოდეს  $+2^0 \div -1^0$ .
6. ჩამჩის შიგა ზედაპირის ორივე ჯამის გადახრა (შაბლონის) თარგის მიმართ კვეთიდან კვეთში მდორე გადასვლის დროს 2 მმ-ის ზღვარში; შემოწმდეს ერთობლივი სივრცითი თარგის მეშვეობით.
7. ჩამჩის დახრის კუთხის დასაშვები გადახრა არაუმეტეს  $\pm 1^0$ .
8. ჩამჩის ფუძეს უნდა ჩაუტარდეს მთელ გარე ზედაპირზე 100%-ით ურღვევობის ულტარბგერიითი და მაგნიტური ტესტირებები სტანდარტი D368-83.
9. ჩამჩის გარე კონტურის პროფილის გადახრა წახნაგებს შორის ჯამის სიგანის 100მმ ზონისა, წახნაგის მიმართ-3 მმ. (მოწმდება შესაბამისი საკონტროლო თარგის საშუალებით).
10. ჩამჩის ჭდის მახვილი კუთხე მოგლუვებული უნდა იყოს.
11. ჩამჩის სისქის გადახრა საკონტროლო კვეთებში  $\pm 2$  მმ.
12. ჩამჩის შიგა ზედაპირის სიმქისე 0.63 მკმ. სტანდარტი 2789-73 (СТСЭВ 638-77).
13. მუშა თვალის დისკოს (საწყისი) დიამეტრის დასაშვები გადახრა არა უმეტეს  $\pm 3.6$  მმ.
14. ზედაპირების საბოლოო დამუშავების შემდეგ უნდა განხორციელდეს მუშა თვალის ბალანსირება – დამაბალანსირებელი ელემენტის წონა, ნაკლები უნდა იყოს 0.33 კგ.

ჩამჩებიანი მუშა თვალის დადულებით აღდგენის პროცესი მოიცავს:

1. მუშა თვალის გარეცხვას და ბაზირების გადაწყვეტას,
2. ყოველი ჩამჩის დაზიანების სახისა და სიდიდის დადგენას.
3. მუშა თვალის ჩამჩების მომზადებას საშემდულებლო სამუშაოების ჩასატარებლად.
4. მუშა თვალის მასალის მიხედვით ელექტროდის შერჩევა და ამ ელექტროდის მომზადებას საშემდულებლო სამუშაოების ჩასატარებლად.

5. შეღუღების ოპერაციის რეჟიმების შერჩევას.

სარემონტო სამუშაოების ჩატარების I ეტაპზე მუშა თვალი უნდა გაირეცხოს ემულსიის ხსნარით, შემდეგ უნდა აიწყოს ტურბინის ლილვის ზომებისა და ჩასმების მიხედვით სპეციალურ სარგულაზე რითაც იგი დადგება (დაბაზირდება) სპეციალურ გორგოლაჭიან სამარჯვზე. (სურათი 2)



სურათი 2. მუშა თვლის ბაზირება გორგოლაჭიან სამარჯვზე

II ეტაპი - უნდა განხორციელდეს თითოეული ჩამჩის დაზიანების სახისა და სიდიდის დადგენა, როგორც ვიზალური დათვალიერებით ასევე ულტარბგერიითი მეთოდით – ულტრადეფექტოსკოპის გამოყენებით.

ხადორიპესის მუშა თვალისთვის დადგენილი იქნა დაზიანების შემდეგი სიდიდეები:

კავიტაციის შედეგად 8 ჩამჩაზე დაზიანების სიღრმე შეადგენს  $18 \div 20$  მმ, (სურ.3) ხოლო დანარჩენებზე -  $5 \div 7$  მმ. გარდა ამისა, ორ ჩამჩაზე აღინიშნება ჩამოტეხილობა ხოლო ერთზე  $2 \div 3$  მმ სიგანის ბზარი 60 მმ-ის სიგრძეზე.



**სურათი 3. მუშა თვალის დაზიანებული ჩამჩის ზედაპირი**

**III ეტაპი** - უნდა შეირჩეს გაცვეთილი და გატეხილი ჩამჩების ზედაპირების დადუღებისთვის ელექტროდების მასალა, საჭირო ზომებით.

სადორიჰესის ჩამჩებიანი მუშა თვალისთვის რომელიც დამზადებულია ქრომირებული მასალისგან მარკით OX12HДЛ, ხელით შედუღებისთვის შეირჩა ელექტროდი მარკით 03Л-8, დიამეტრით D=3÷4 მმ, სისალით HB, МПА 3110 ფარდობითი ეროზიულობის მდგრადობით YЭC=6,0 იხ. ცხ.1 [1,2]

ელექტროდი წინასწარ იქნა გამოშრობილი 180±200<sup>0</sup>C ტემპერატურაზე 1±1.5 საათის განმავლობაში.

შერჩეული ელექტროდის ტექნიკური პარამეტრები

ცხ.1

დადუღების მეთოდი	დადუღებული ლითონის ტიპი გოსტ 10052-75	ელექტროდის ან საშემდუღებლო მავთულის მარკა	დადუღებული ფენის რაოდენობა	სისაღე HB, МПа	ფარდობითი ეროზიული მდგრადობა
ხელით, რკალური დაფარული ელექტროდით	Э-10X25H13Г2Б	ЦЛ-9	1	1680	1,2
			2	1630	1,0
	Э-08X20H9Г2Б	ЦЛ-11	1	2620	1,8
			2	2290	1,6
3	2070	1,35			
Э-06X19H11Г2M2	ЦЛ-4	1	3320	7,0	
2	2170	1,5			
OX12HДЛ		03Л-8	1	3110	6,0
			2	1920	1,5
ნახევრადავტ. CO <sub>2</sub> -ის გარემოში	-	CB-07X18H9TЮ	1	3100	5,9
			2	1910	1,45
-	-	CB-10X18H9T	1	3060	4,03
			2	1810	1,4
ნახევრადავტ. ღია რკალით	10X14T	ПП-АН106	2	43 HRC	18.3
	10X15H2ГT	ПП-АН138	1	2650	1.85
	10X12H3P	ПП-3МИ-1	1	46 HRC	22.0

**IV ეტაპი** - იმ ჩამქების ზედაპირები, რომლებიც დაზიანებულია ჰიდროაბრაზიული ცვეთისგან უნდა გაიხეხოს ჯანსაღ ლითონამდე (ჩამქების ფორმის დეფექტების აღმოსაფხვრელად) ხელით სახეხი მანქანით მაგ. მოდ ИЭ2004А [3]

აღნიშნული ხელით სახეხი მანქანის ტექნიკური პარამეტრებია

ცხ.2

მოდელი	ქარგოლის დიამეტრი მმ	ბრუნთა რიცხვი ბრ/წთ	მასა კგ	მოთხოვნილი სიმძლავრე კვტ	დენის წყაროს ძაბვა ვ.	დენის სიხშირე ჰერცი
ИЭ2004А	150	3800	6.5	1.07	36	200

**V ეტაპი** - ჩამქის დაზიანებული ზედაპირების დადუღება უნდა მოხდეს მოკლე რკალით, მუდმივი დენით, უკუპოლარობით. (სურათი 4)

დენის ძალა 1მმ ელექტროდზე 25±30ა.



სურათი 4. მუშა თვალის ჩამქის დაზიანებული ზედაპირის დადუღების პროცესი



ნაკერიდან სისტემატიურად უნდა მოშორდეს ნარჩენი შლაკი და ნაკერი უნდა დაითელოს, ნარჩენი დეფორმაციის მოხსნის მიზნით.

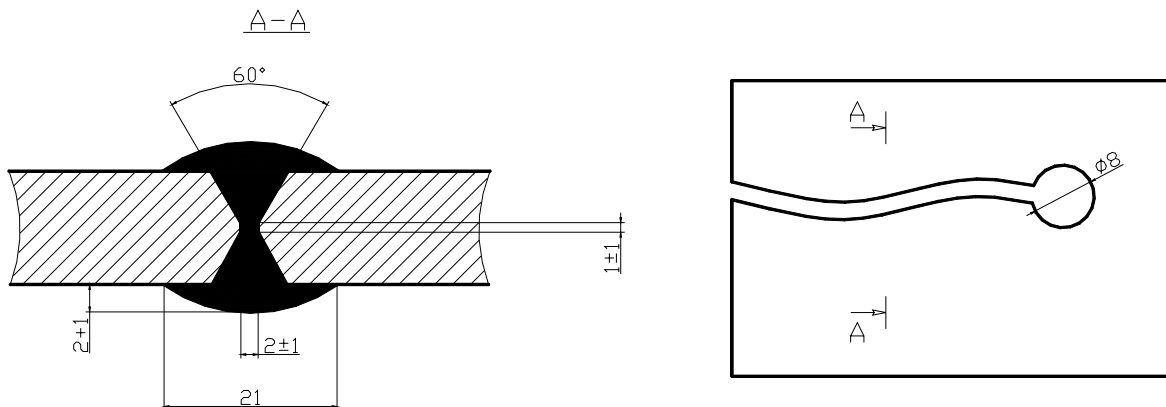
დადუღება უნდა მოხდეს ცივად. დადუღებისას ყურადღება უნდა მიექცეს პროცესს რათა არ მოხდეს დადუღებული ზედაპირის გადახურება  $100\pm 120^{\circ}\text{C}$  ზევით.

დადუღების დროს ლილვაკის სიგანე არ უნდა აღემატებოდეს  $2,5 D$ -ს სადაც  $D$  ელექტროდის დიამეტრია.

დასადუღებელი ზედაპირები უნდა დაიყოს უბნებად. ყოველი მომდევნო ფენის დადუღების შემდეგ უნდა შეიცვალოს დადუღების მიმართულება საწინააღმდეგოდ. ამ პროცესის დროსაც დაუშვებელია ლითონის გადახურება  $100\pm 200^{\circ}\text{C}$  -ის ზევით.

ბზარის დადუღების დროს ბზარის ბოლოში (ბოლოებში) უნდა გაიბურლოს ჩამჩა ხელის ელექტრო საბურღი მანქანით მოდ. ИЭ2004А, რამდენიმე გადასვლით მაქსიმალურ დიამეტრამდე  $\varnothing 8\text{მმ}$ .

ბზარის ზედა და ქვედა სიბრტყეებში სახეხი ქარგოლით უნდა მოიხსნას ზოლურები რათა შედუღებულმა ნაკერმა მიიღოს საჭირო ზომები. (ნახ.1)



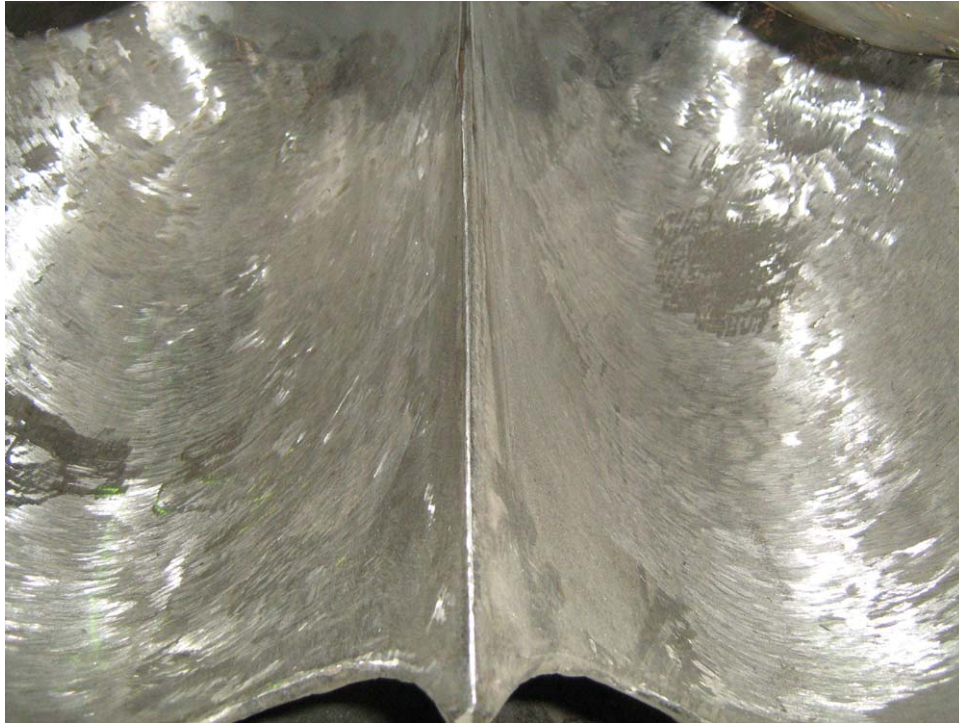
ნახ. 1 ბზარის შესადუღებელი ნახაზი



**სურ. 5 დაღულებული ჩამჩის ზედაპირი**

დაღულების დასრულების შემდეგ (იხილეთ სურ.5) უნდა განხორციელდეს ჩამჩების დამუშავება ხეხით შერჩეული ქარგოლით. ამ სამუშაოს შესრულების დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ჩამჩის საკონტროლო ნახაზით გათვალისწინებული პროფილის გეომეტრიას. რომლის მიღება უნდა განხორციელდეს მოცულობითი შაბლონის გამოყენებით. შაბლონი წარმოადგენს ფოლადის ფირფიტებისგან შედგენილ ანაწყობს. რომლის ყოველი ფირფიტის პროფილი და ზომები ზუსტად შეესაბამება ჩამჩის ნახაზს შესაბამის კვეთში.

ხეხის პროცესში გარდა ჩამჩის შიგა პროფილის შესატყვისი ზედაპირის მიღებისა, საჭიროა რომ ჩამჩის დანა განთავსებული იყოს სიმეტრიის ანუ ზუსტად საშუალო ღერძის ხაზის მიმართ, ამასთან ერთად აუცილებელია მოთხოვნილი სიმქისის მიღება, ოპტიმალური მწარმოებლურობის პირობებში. (სურათი 6)



სურათი 5. ხეხით დამუშავებული ჩამჩის ალდგენილი შიგა ზედაპირი

ხეხის დროს მაქსიმალური ჭრის სისქე  $h$  - უახლოვდება ჭრის სიღრმეს მხოლოდ იმ პრიობებში, როცა იზრდება მიწოდების სიდიდე  $S$ , ხოლო ხეხის სიჩქარე  $V$  და მჭრელი მარცვლების რაოდენობა სახეხი წრის სიგრძის  $l_p$  ერთეულზე მცირდება [4].

ჩამჩის შიგა ზედაპირის ხეხა ბრტყლად ხეხის იდენტურია ამიტომ ჭრის სისქის განსაზღვრას ვახდენთ ფორმულით

$$h = \frac{2S}{Vi_p} \sqrt{\frac{t_{\text{ფ}}}{d}} \quad (1)$$

სადაც  $S$  – გრძივი მიწოდებაა მმ/წთ

$t_{\text{ფ}}$  - ფაქტიური ჭრის სიღრმეა –მმ

$d$  - სახეხი ქარგოლის დიამეტრია – მმ

$i_p$  – არის მჭრელი მარცვლების რაოდენობა ქარგოლის გარე ზედაპირის პერიფერიაზე, რომლის სიმაღლე მარცვლის სიმაღლის ნახევრის ტოლია და იანგარიშება ფორმულით

[5]

$$i_p = \pi d H a K \gamma_i, \quad (2)$$

სადაც  $H$  - ქარგოლის სიმაღლეა მმ

$a$  – სახეხი მარცვლის გასაშუალებული განივი ზომაა მმ

$K=0.8\div 0.9$  კოეფიციენტია რომელიც ითვალისწინებს ქარგოლში განთავსებული მჭრელი მარცვლების რაოდენობას.

$\gamma$ -ქარგოლის სიმჭიდროვეა

$i_r$ -ქარგოლის ერთეულ მასაში მოთავსებული მჭრელი მარცვლების რაოდენობაა.

კვეთის სიგრძე ბრტყლად ხეხის დროს მმ-ში

$$l = \sqrt{t\Phi d} \quad (3)$$

ბურბუშელის მოხსნის სიჩქარე

$$Q = bt_{\phi}S \quad (4)$$

სადაც  $b$ - ჭრის სიგანეა მმ.

აღსანიშნავია რომ განტოლება (4) შეესაბამება მჭრელი იარაღის მცირე კვეთის პირობებს.

ხეხის დროს დახარჯული ხვედრითი ენერგია – ჯოული/სმ<sup>2</sup>.

$$u = \frac{F_z \cdot V}{Q} \quad (5)$$

სადაც  $F_z$ -ჭრის ძალის მხები მდგენელია ხეხის დროს – დან-ში.

$Q'$ -დროის ერთეულიში მოხსნილი ლითონის მოცულობაა.

მოყვანილი პარამეტრები საშუალებას იძლევა ზუსტად იქნეს განსაზღვრული როგორც დამუშავების მწარმოებლურობა, ასევე ხეხის ის რეჟიმები რომლებიც საჭიროა მაღალი სიმჭისის მისაღებად.

**VI ეტაპი** – აღდგენილი მუშა თვლის ბალანსირება ტექნიკური მოთხოვნებს დაცვით.

ბალანსირება შესაძლებელია განხორციელდეს სტატიკურად ან დინამიკურად.

ხადორი ჰესის მუშა თვალის ბალანსირება განხორციელდა იგივე სამარჯვის დახმარებით, რომელიც გამოყენებული იქნა განხილულ - დაღულების ტექნოლოგიურ პროცესში.

### დასკვნა

დამუშავებული ტექნოლოგიის ბაზაზე ხადორი ჰესის ჩამყვანი მუშა თვალის აღდგენა შპს „აღმოსავლეთის ენერჯოკორპორაციის“ ხელშეკრულების №13/01; 28.06.2011 საფუძველზე, სტატის ავტორის მეთვალყურეობით განხორციელა სს „საქენერჯორემონტის“ წარმოებამ.

აღდგენილი მუშა თვალის შემოწმების შედეგად აღდგენილი იქნა რომ, ტექნიკური მოთხვნებით გათვალისწინებული პარამეტრები, კერძოდ დაღულებული ნაკერის მექანიკური თვისებები  $\sigma_B=540$  მპა  $S_5=22\%$   $a_n=78$  ჯ/სმ<sup>2</sup>;

ქიმიური შემადგენლობა %-ში

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	Cr	Ni	S	P
0.9	0.3÷1.2	1÷2	18÷21.5	7.5÷10	≤0.03	≤0.03

მუშა თვალის ყველა დანარჩენი ტექნიკური პარამეტრები იმყოფება დასაშვებ ზღვრებში. ჩატარებული რემონტის შედეგების საფუძველზე, აღდგენილი მუშა თვალი გადაეცა შემკვეთს შპს „აღმოსავლეთის ენერჯოკორპორაციას“

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. **Биковский О.Г.** Исследование кавитационной эрозии, разработка электродных материалов и технологии наплавки гребных винтов судов на подводных крыльях. Запорожье 1969г -141ст.

2. **Миличенко С.Л.** Ремонт кавитационных разрушения гидротурбин М. Энергия 1971-105ст
3. **Пикус М.Ю.** Справочник слесаря по ремонту металлорежущих станков. Минск ``Высшая школа`` 1987-316 ст.
4. **Армарегов И. Дж. Браун Р.Х.** Обработка матеряла резанием. Перевод с англ. М ``Машиностроение`` 1977-325 ст.
5. **Ипполитов Г.М.** Абразивно алмазная обработка М ``Машиностроение`` 1969-356 ст.

## **РЕМОНТ РАБОЧЕГО КОЛЕСА КОВШЕВЫХ ГИДРОТУРБИН**

**Рухадзе О., Ли Луи**

### **Резюме**

В статье даётся технология ремонта рабочего колеса ковшевых гидротурбин, в условиях индивидуального производства и результаты решения ряд сложных технологических вопросов, восстановления поверхностей ковшов, разрушенных вследствие гидро кавитацией.

## **BLADE TURBINE'S WHEEL REPAIR TECHNOLOGY**

**O. Rukhadze, Lee Louis**

### **Abstract**

In the article is stated blade turbine's wheel repair technology (on example of KhadoriHES turbine) where are considered the raised to restored wheel's surface technical requirements, as well as damages of wheel's blades, wear, cracking, break, etc., and depending on the value of restore surfaces repair to determine the appropriate modes. In addition, the search of that technological means that provides the execution of repair's full-grown process.

---

УДК 621.923

**К ДИНАМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ДВУХКООРДИНАТНОЙ  
СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА КОПИРОВАЛЬНОГО СТАНКА**

**Зубиашвили Г.М., Амколадзе Х.М., Чхолария Н.Н.**

**Анджапаридзе Т.Н.**

**(Грузинский технический университет, М. Костава 77,  
0175, Тбилиси, Грузия)**

*Резюме: В предшествующих работах рассмотрены вопросы моделирования динамики двухкоординатной гидромеханической следящей системы роторно-шлифовального копировального станка для обработки криволинейно-фасонных рабочих поверхностей брусковых деталей из древесины. Получена нелинейная нестационарная математическая модель исследуемой системы. В настоящей работе решается задача перехода к линеаризованным и усредненным моделям исследуемой системы.*

**Ключевые слова:** двухкоординатный привод, линеаризованная модель, усредненная модель, копировальный станок.

**ВВЕДЕНИЕ**

В работах [1, 2] построена математическая модель динамики гидромеханической следящей системы копировального станка, предназначенного для обработки криволинейных фасонных поверхностей. С использованием полученных зависимостей в настоящей работе осуществляется переход к линеаризованным и усредненным моделям динамики, представляющих основу для эффективного исследования сложных нелинейных – нестационарных динамических систем.

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Прежде всего рассматриваем задачу линеаризации нелинейного нестационарного уравнения динамики гидравлической части исследуемой системы, полученную в работе [2].

При этом с целью краткости изложения все условные обозначения

$$\begin{aligned}
& k_{\text{жс}} k_{v1} \sqrt{1 - \frac{1}{P_n F} (F_{zy} + B_2 \ddot{x} + B_1 \dot{x}) \text{sign} \varepsilon_{xp} \cdot \varepsilon_{xp}} \approx \\
& = k_{\text{жс}} k_{v1} \left\{ 1 - \frac{k_r}{2P_n F} [(m_p \ddot{x}_p + b_p \dot{x}_p) 2(c_1 \sin^2 \varphi + C_2 |\sin^3 \varphi|) x_p + \right. \\
& + b_\kappa |\sin \varphi| \dot{x}_p - 2(C_1 |\sin \varphi| - C_2 \sin^2 \varphi) y_\kappa - b_\kappa \dot{y}_\kappa + \\
& \left. + f_{mp1} C_\delta (\delta_1 + \delta_2) \cos \varphi \text{sign} \dot{x}_p + k_r B_2 \ddot{x}_p + k_r B_1 \dot{x}_p \right] (y_\kappa |\sin \varphi - x_p \sin^2 \varphi|) = \\
& = k_{\text{жс}} k_{v1} |\sin \varphi| y_\kappa - k_{\text{жс}} k_{v1} \sin^2 \varphi x_p - b_{m\dot{x}}(t) \ddot{x}_p - b_{\dot{x}\varepsilon}(t) \dot{x}_p - \\
& - C_{x\varepsilon}(t) x_p + b_{x\dot{y}}(t) \dot{y}_\kappa + C_{xy}(t) y_\kappa - C_{mp\varepsilon}(t) \dot{x}_p + C_y(t) \dot{y}_\kappa + b_\kappa \ddot{y}_\kappa, \tag{1}
\end{aligned}$$

и их определения используем из работы [2].

Разлагая в ряд Маклорена правую часть уравнения динамики гидравлической части исследуемой системы, характеризуемое корнем квадратным из определенных функциональных зависимостей [2], с удержанием первых двух членов разложения, в развернутой форме можем записать.

С использованием полученного полная система дифференциальных уравнений гидравлической следящей системы рассматриваемого копировального станка приведена в работе [2] в преобразованной форме примет вид:

$$\begin{aligned}
m_{u1} \ddot{y}_{u1} + b_{u1} \dot{y}_{u1} + (C_{\delta 1}^* + C_{11}) y_{u1} = C_{\delta 1}^* (x_{31} - x_p) |\sin \varphi| + C_{\delta 1}^* \cos \gamma_1 R + \\
+ r(x_{\kappa 1}) + C_{11} y_\kappa + b_{u1} \dot{y}_\kappa + Q_{p1}; \tag{2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
m_{u2} \ddot{y}_{u2} + b_{u2} \dot{y}_{u2} + (C_{\delta 2}^* + C_{12}) y_{u2} = C_{\delta 2}^* (x_{32} - x_p) |\sin \varphi| - C_{\delta 2}^* \cos \gamma_2 R - \\
- r(x_{\kappa 2}) + C_{12} y_\kappa + b_{u2} \dot{y}_\kappa - Q_{p2}; \tag{3}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
m_\kappa \ddot{y}_\kappa + (b_{u1} + b_{u2}) \dot{y}_\kappa + (C_{11} + C_{12}) y_\kappa + C_2 y_\kappa |\sin^2 \varphi| y_\kappa = \\
= C_{11} y_{u1} - C_{12} y_{u2} + C_2 x_p |\sin \varphi|; \tag{4}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& k_r m_p \ddot{x}_p + k_r b_p \dot{x}_p + \frac{k_{\text{жс}}}{k_r} \dot{x}_p + b_{\dot{x}}(t) \dot{x}_p + C_x(t) x_p + b_{m\ddot{x}}(t) \ddot{x}_p + b_{x\varepsilon}(t) x_p + \\
& + C_{x\varepsilon}(t) x_p + k_{\text{жс}} k_{v1} \sin^2 \varphi x_p + [k_r f_{mp1} C_\delta |\cos \varphi| + F_{mpx}] \frac{d}{dt} (\text{sign} \dot{x}_p) = \\
& = k_{\text{жс}} k_{v1} |\sin \varphi| y_\kappa + b_{x\dot{y}}(t) \dot{y}_\kappa + C_{xy}(t) y_\kappa - C_{mp\varepsilon}(t) \text{sign} \dot{x}_p + C_y(t) \dot{y}_\kappa + b_\kappa \ddot{y}_\kappa + \\
& + k_r \Delta x_3 + k_r \Delta r_3(x_\kappa) |\sin \varphi| + k_r \Delta R_\gamma |\sin \varphi|, \tag{5}
\end{aligned}$$



где:

$$b_x(t) = 2C_1 \sin^2 \varphi + 2C_2 |\sin^3 \varphi| + b_k |\cos \varphi| \dot{\varphi};$$

$$C_x(t) = 2C_1 \sin^2 \dot{\varphi} + 6C_2 |\sin^3 \varphi| \dot{\varphi};$$

$$C_y(t) = 2(C_2 \sin^2 \varphi + C_1 |\sin \varphi|);$$

$$b_{m\ddot{x}}(t) = A_{m\ddot{x}} \varepsilon(t);$$

$$b_{x\varepsilon}(t) = A_{bx} \varepsilon(t);$$

$$C_{x\varepsilon}(t) = A_{cx} (C_1 \sin^2 \varphi + C_2 |\sin^3 \varphi|) \varepsilon(t);$$

$$b_{xy}(t) = K_b \varepsilon(t);$$

$$C_{xy}(t) = 2K_b b_k (C_1 \sin^2 \varphi + C_2 |\sin^2 \varphi|) \varepsilon(t);$$

$$C_{mp\varepsilon}(t) = \frac{k_r k_{жс} k_v}{2 p_n F} [f_{mp} C_\delta (\delta_1 + \delta_2) |\cos \varphi| + F_{mpx}] \varepsilon(t);$$

$$A_{m\ddot{x}} = K_b (m_p + B_2);$$

$$A_{Bx} = K_b (B_1 + b_p);$$

$$K_b = \frac{k_r k_{жс} k_v}{2 p_n F};$$

$$\varepsilon(t) = (y |\sin \varphi| - \sin^2 \varphi x_p);$$

$$C_y(t) = 2(C_2 \sin^2 \varphi + C_1 |\sin \varphi|);$$

$$C_\varphi(t) = f_p C_\delta (\delta_{1\Delta} \sin \gamma_1 + \delta_{2\Delta} \sin \gamma_2) |\sin \varphi| = f_p C_\delta \delta_{\Delta y} |\sin \varphi|.$$

Приходим к линеаризованной нестационарной модели динамики исследуемой системы, которая в соответствии с известными методами анализа нестационарных систем [3] предусматривает переход к усредненным динамическим моделям.

Для перехода к усредненным моделям можем использовать следующие зависимости.

$$\cos^2 = 0,5 + 0,5 \cos 2\varphi;$$

$$|\sin \varphi| \approx a_{\varphi s} - a_{\varphi s1} \cos 2\varphi;$$

$$|\cos \varphi| \approx a_{\varphi c} + a_{\varphi c1} \cos 2\varphi;$$

$$|\sin^3 \varphi| \approx a_{\varphi 0} - a_{\varphi 1} \cos 2\varphi a_{\varphi 2} - \cos 4\varphi;$$

$$|\sin^3 \varphi| |\sin \varphi| = 0,375 - 0,5 \cos 2\varphi + 0,125 \cos 4\varphi;$$

$$|\sin^3 \varphi| \sin^2 \varphi = (0,5a_{\varphi 1}^2 + 0,5a_{\varphi 0}) - (0,5a_{\varphi 1} + 0,5a_{\varphi 0} + 0,25a_{\varphi 2}) \cos 2\varphi - \\ - (0,5a_{\varphi 2} - 0,5a_{\varphi 1}^2) \cos 4\varphi + 0,25a_{\varphi 2} \cos 6\varphi,$$

Где

$$0a_{\varphi 0} = 0,5a_{\varphi 0} + 0,25a_{\varphi 1};$$

$$a_{\varphi 1} = 0,5(a_{\varphi 0} + a_{\varphi 1});$$

$$a_{\varphi 2} = 0,5a_{\varphi 1}.$$

С учетом проведенных преобразований:

$$b_{m\ddot{x}}(t) = A_{m\ddot{x}} a_{\varphi 0} y_{\kappa} - 0,5A_{m\ddot{x}} x_p - A_{m\ddot{x}} a_{\varphi 1} \cos 2\varphi y_{\kappa} + 0,5A_{m\ddot{x}} \cos 2\varphi x_p; \quad (6)$$

$$b_{\ddot{x}\varepsilon}(t) = A_{b\ddot{x}} a_{\varphi 0} y_{\kappa} - 0,5A_{b\ddot{x}} x_p - A_{b\ddot{x}} a_{\varphi 1} \cos 2\varphi + 0,5A_{b\ddot{x}} \cos 2\varphi; \quad (7)$$

$$C_{x\varepsilon}(t) = A_{cxy0} y_{\kappa} - A_{cxy1} \cos 2\varphi y_{\kappa} - A_{cxy2} \cos 4\varphi y_{\kappa} - A_{cxx0} x_p + \\ + A_{cxx1} \cos 2\varphi x_p - A_{cxx2} \cos 4\varphi x_p - A_{cxx3} \cos 6\varphi x_p; \quad (8)$$

$$b_{\ddot{x}}(t) = a_{bx0} - a_{bx1} \cos 2\varphi - a_{bx2} \cos 4\varphi; \quad (9)$$

$$C_y(t) = C_{y0} - C_{y1} \cos 2\varphi; \quad (10)$$

$$C_x(t) = C_{x0} - C_{x2} \cos 2\varphi - C_{x2} \cos 4\varphi; \quad (11)$$

$$b_{xy}(t) = K_{\varepsilon} b_{\kappa} (y_{\kappa} |\sin \varphi| - \sin^2 \varphi x_p) \approx K_{\varepsilon} b_{\kappa} \varepsilon_{cp}; \quad (12)$$

$$C_{xy}(t) \approx K_{\varepsilon} \varepsilon_{cp} (2C_1 a_{\varphi 0} - C_2) + K_{\varepsilon} \varepsilon_{cp} (C_2 - 2C_1) \cos 2\varphi; \quad (13)$$

$$C_{mp\varepsilon}(t) \approx \frac{1}{2} K_{\varepsilon} [f_{mp} C_{\delta} \delta_{\Sigma} a_{\varphi 0} + F_{mpx}] \varepsilon_{cp}; \quad (14)$$

$$C_{y^1}(t) = C_{y0} - C_{y1} \cos 2\varphi; \quad (15)$$

$$C_{\varphi}(t) = C_{\varphi 0} - C_{\varphi 1} \cos 2\varphi, \quad (16)$$

где:

$$C_{y0} = 2(0,5C_2 + a_{\varphi 0} C_1);$$

$$b_{x0} = C_1 + C_2 a_{\varphi 0} + 0,5C_2 a_{\varphi 1};$$

$$\begin{aligned}
b_{x2} &= 0,5C_2a_{\varphi s1}; \\
A_{cxy0} &= A_{cx}(C_1a_{\varphi s0} + 0,375C_2); \\
A_{cxy1} &= A_{cx}(C_1a_{\varphi s1} - 0,5C_2); \\
A_{cxx0} &= A_{cx}[0,375C_1 + C_2(0,5a_{\varphi s1}^2 + 0,5a_{\varphi s0})]; \\
a_{bx0} &= C_1 + C_2a_{\varphi s} + 0,5C_2a_{\varphi s1} + b_{\kappa}a_{\varphi c}\dot{\varphi}; \\
a_{bx1} &= C_1 + C_2(a_{\varphi s} + a_{\varphi s1}) - b_{\kappa}a_{\varphi c1}\dot{\varphi}; \\
a_{bx2} &= 0,5C_2a_{\varphi s1}; \\
C_{y1} &= 2(0,5C_2 + a_{\varphi s1}C_1); \\
C_{x0} &= C_1 + 3b_{\kappa}(a_{\varphi s} + 0,5a_{\varphi s1})\dot{\varphi}; \\
C_{x1} &= C_1 - [3a_{\varphi s} + 3a_{\varphi s1}]b_{\kappa}\dot{\varphi}; \\
C_{x2} &= 1,5a_{\varphi s1}b_{\kappa}\dot{\varphi}; \\
A_{cax1} &= A_{cx}[0,5C_1 + C_2(0,5a_{\varphi s1} + 0,5a_{\varphi s0} + 0,25a_{\varphi s2})]; \\
A_{cax2} &= A_{cx}C_1[0,125 - (0,5a_{\varphi s1} - 0,5a_{\varphi s0}^2)]; \\
A_{cax3} &= 0,25A_{cx}C_2a_{\varphi s2}.
\end{aligned}$$

Вводя дополнительные упрощения запишем:

$$b_{m\ddot{x}}(t) \approx b_{m\ddot{x}0} = A_{m\ddot{x}}\varepsilon_{cp}; \quad (17)$$

$$b_{\dot{x}}(t) \approx b_{\dot{x}0} = A_{b\dot{x}}\varepsilon_{cp}; \quad (18)$$

$$C_{x\varepsilon}(t) \approx C_{\varepsilon x0} - C_{\varepsilon x1} - C_{\varepsilon x0} \cos 2\varphi + C_{\varepsilon x2} \cos 4\varphi, \quad (19)$$

где

$$C_{\varepsilon x0} = A_{cx}\varepsilon_{cp}(0,5C_1 - a_{\varphi s0}C_2);$$

$$C_{\varepsilon x1} = A_{cx}\varepsilon_{cp}(0,5C_1 - a_{\varphi s1}C_2);$$

$$C_{\varepsilon x3} = A_{cx}\varepsilon_{cp}C_2a_{\varphi s2}.$$

Окончательно усредненная система может быть записана так:

$$m_{ul1}\ddot{y}_{ul1} + b_{ul1}\dot{y}_{ul1} + C_{*1}y_{ul1} = C_{\delta 1}^*x_{\beta 1}|\sin \varphi| - C_{y1}x_p + C_{p1}(x_{\kappa 1}) +$$

$$+ r_3(x_{\kappa 1}) + C_{11}y_{\kappa} + b_{u1}\dot{y}_{\kappa} + f_p C_{\delta} \delta_{1*} |\sin \varphi|; \quad (20)$$

$$m_{u2}\ddot{y}_{u2} + b_{u2}\dot{y}_{u2} + C_{*2}y_{u2} = C_{\delta 1}^* x_{32} |\sin \varphi| - C_{y1}^* x_p - C_{p2}(x_{\kappa 2}) - \\ - r_3(x_{\kappa 2}) + C_{11}y_{\kappa} + b_{u1}\dot{y}_{\kappa} - f_p C_{\delta} \delta_{2*} |\sin \varphi|; \quad (21)$$

$$m_{\kappa}\ddot{y}_{\kappa} + b_{\kappa}\dot{y}_{\kappa} + C_{\kappa}y_{\kappa} = C_{\delta}(f_{\kappa} + f_{\kappa})|\sin \varphi| - C_{y0}x_p; \quad (22)$$

$$m_p\ddot{x}_p + b_{px}\ddot{x}_p + k_{no}\dot{x}_p + (C_{x0} + 0,5k_{\kappa}k_{v1} - C_{\varepsilon 0})x_p + \\ + (k_r f_{mp} C_{\delta} \delta_{\Delta\Sigma} a_{\varphi\varepsilon} + F_{mpx}) \frac{d}{dt}(\text{sign}\dot{x}_p) + \frac{1}{2}K_b (f_{mp} C_{\delta} \delta_{\Delta\Sigma} a_{\varphi\varepsilon} + F_{mpx}) \varepsilon_{cp} \text{sign}\dot{x}_p = \\ = k_{\kappa}k_{v1}a_{\varphi\varepsilon}y_{\kappa} + C_{y0}\dot{y}_{\kappa} + b_{\kappa}\ddot{y}_{\kappa}, \quad (23)$$

где:

$$C_{\kappa} = 2(C_{\delta} + C_1) + 2C_2 a_{\varphi 3};$$

$$k_{n0} = \frac{k_{\kappa}}{k_r} + a_{bx}.$$

Здесь же отметим, что все полученные системы уравнений, как исходная, так усредненная, должны решаться совместно с трансцендентными алгебраическими уравнениями вида:

$$z_{\kappa 1} = z_{u0} + (R - \delta_1) \sin \gamma_1; \quad (24)$$

$$z_{\kappa 2} = z_{u0} + (R - \delta_2) \sin \gamma_2, \quad (25)$$

что в определенной степени усложняет задачи их динамического анализа.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований в приложениях к задачам анализа нелинейно-нестационарных систем построены линеаризованная и усредненная математические модели динамики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мчедlishvili Т.Ф., Зубиашвили Г.М., Амколадзе Х.М., Чхолария Н.Н. К моделированию динамики станка для двухкоординатного копировального шлифования

сложнопрофильных поверхностей. // Транспорт и машиностроение, № 4(22), Тбилиси, 2001. с.

2. **Амколадзе Х.М., Зубиашвили Г.М., Марсагишвили Л.Г., Нарсия Д.М.** К построению математической модели динамики гидрокопировальной системы роторно-шлифовального станка // Транспорт и машиностроение, № 1(23), Тбилиси, 2012. с. 164-168.
3. **Островский М.Я., Чечурин С.Л.** Стационарные модели систем автоматического управления. Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 208 с.

## **მაკოპირებელი ჩარხის ორკოორდინატიანი მიმყოფი ამპრაჰის დინამიკური ანალიზის შესახებ**

**ზუბიაშვილი გ.მ., ამკოლაძე ხ.მ., ჩხოლარია ნ.ნ.,**

**ანჯაფარიძე ტ.ნ.**

**რეზიუმე**

წინამორბედ ნაშრომებში განხილულია მრუდწირულ ფასონური მუშა ზედაპირების მქონე ხის დეტალების დამუშავებისათვის გამოყენებული როტორულ-სახეხი მაკოპირებელი ჩარხის ორკოორდინატიანი ჰიდრომექანიკური მოთვალთვალე სისტემის დინამიკის მოდელირების საკითხები. მიღებული იქნა საკვლევი სისტემის არაწრფივი არასტაციონალური მათემატიკური მოდელი. წარმოდგენის ნაშრომში განიხილება საკვლევი სისტემის გაწრფივებული და გასაშუალებული მოდელების აგების საკითხები.

## **ON DYNAMIC ANALYSIS OF TWO-COORDINATE SERVO DRIVE OF COPYING MACHINES**

**Zubiashvili G.M., Amkoladze Kh.M., Chkholaria N.N., Anjaparidze T.N.**

### **Summary**

In previous studies were considered the issues of modeling of dynamics of two-coordinate hydro mechanical servo drive of rotary grinding copying machine for processing of curvilinear-shaped working surfaces of bar details from timber. The nonlinear nonstationary mathematical model of the investigated system is obtained. In this work is solved the problem of transition to the linearized and averaged models of the investigated system.

---

შპს. 621. 81. 621. 891

## საშუალო სიმძლავრის ჰიდროგენერატორების სრიალის საკისრების რისკის გაზრდის გზები

გ. ჯაფარიძე, თ. ჩხაიძე, გ. თვაური

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175

თბილისი, საქართველო)

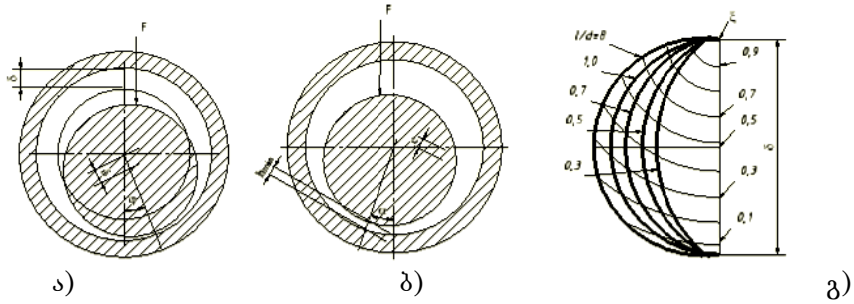
**რეზიუმე:** განიხილება ჰიდროგენერატორების სრიალის საკისრების საიმედოობის და ხანგამძლეობის გაზრდის გზები. საექსპლუატაციო მახასიათებლები დამოკიდებულია საკისრის და ლილვის დამზადების სიზუსტის კვალიტეტზე, ანტიფრიქციულ მასალაზე და მუშაობის რეჟიმზე. ნაჩვენებია საკისარსა და ლილვს შორის ღრეჩოს გავლენა ჰიდროგენერატორის მუშაუნარიანობაზე და ხანგამძლეობაზე. შეთავაზებულია ზომერფელდის დიაგრამის გამოყენებით შემცირებული ღრეჩო ტექნიკურ დოკუმენტაციაში მითითებულის ნაცვლად. (გუმათჰესის მაგალითზე). ნაჩვენებია დინამიკური დატვირთვის გავლენა ამძრავის ხანგამძლეობაზე.

**საკვანძო სიტყვები:** სრიალის საკისარი, ჰიდროგენერატორი, საიმედოობა.

საშუალო სიმძლავრის ჰიდროგენერატორების ექსპლუატაციისას ერთერთ სწრაფმცვეთ დეტალებს წარმოადგენს სრიალის საკისრები. არსებითი მნიშვნელობა აქვს ლილვსა და საკისარს შორის ღრეჩოს „მ“, რომელიც უზრუნველყოფს ტურბინის საიმედო მუშაობას (სურ.1)

დატვირთვის მოქმედების შედეგად ლილვი ლეზიონებს ექსცენტრიულ მდგომარეობას, ბრუნვისას იტაცებს ზეთის პირველ ფენას, ლილვის ფოლადის ზედაპირის აღსორბცის, მისი შიდა სიბლანტის ხარჯზე, ზეთის დანარჩენ ფენებს და იტუმბება სოლისებრ ხვრელში (სურ.1.ბ). ზეთის ნაწილი გამოედინება საკისრის ტორსული ზედაპირიდან მიმართული ლილვის ბრუნვის საწინააღმდეგო მხარეს, დარჩენილი ნაწილი კი გადის ღრეჩოს ვიწრო ადგილას.

წნევის ძალები აღიძრება საზეთე შრეში, წვეენ და ერთდროულად გადაადგილებენ ლილვს ბრუნვის მიმართულებით. ლილვის გაწონასწორება მიიღწევა იმ დროს, როდესაც ხვრელის ვიწრო მონაკვეთი ზეთის გასასვლელად საკმარისი აღმოჩნდება [1, 2]



სურ. 1 ლილვების მდგომარეობა საკისარში

ა – გაშვების დროს; ბ – ლილვის ცენტრის გადანაცვლება საკისრის ცენტრიდან; გ – ლილვის ტრაექტორიის გიუმბელის გადანაცვლება ნახევარწრის მიმართ [1]

ზეთის მაქსიმალური წნევა მიიღწევა ლილვისა და საკისრის ერთმანეთთან მიახლოების მინიმალური მნიშვნელობის უბანზე და 2-3-ჯერ აღემატება დაყვანილ საშუალო კუთრ წნევას

$$k = \frac{F}{dl}$$

სადაც,  $d$  – საკისრის დიამეტრია;  $l$  – საკისრის სიგრძე.

საშუალო კუთრი წნევა ამ უბანზე შეიძლება აღწევდეს ასეულ  $n/\text{მმ}^2$ -ს.

სითხური ხახუნის დროს ლილვის ცენტრის ადგილმდებარეობის პარამეტრი განისაზღვრება  $\frac{\eta\omega}{k}$ , სადაც  $\eta$  არის ზეთის დინამიკური სიბლანტე,  $\omega$  – ლილვის კუთხური სიჩქარე,  $k$  – კუთრი დატვირთვა, ხოლო ამ პარამეტრის საგრძნობი მნიშვნელობისას ლილვისა და საკისრის ცენტრები ემთხვევა.

სრიალის საკისრები შესრულებულია ბაბიტის მასალისაგან, რომლის სიმტკიცე მცირდება ტემპერატურის გაზრდის დროს, ზეთის მაღალი წნევის გამო ნახევრადმშრალი ხახუნის წარმოქმნამდე ბაბიტის ფენა იწყებს დარბილებას და დამსხვრევას. ამიტომ ჰიდროგენერატორებში სითბოგადაცემა, ტუმბოს მახსიათებლები, ზეთის ხარისხი და მუშაობის რეჟიმი განსაკუთრებულად საყურადღებოა. შერჩეული ღრეჩო „ $h_{\min}$ “ უნდა იყოს ისეთი, რომ გამორიცხული იყოს ლილვისა და საკისრის ზედაპირების მიკროარასწორობების შეხება. ეს მოვლენა შეიძლება წარმოიქმნას მუშაობაში რეჟიმის ცვლილებების დროს დატვირთვის გაზრდის, ბრუნვის სიხშირის ცვლილების, ზეთის სიბლანტის დაცემის გადატვირთვის გამო, აგრეთვე ლილვისა და საკისრის გადახრის და დრეკადი დატვირთვის დროს.

საექსპლუატაციო მუშაობის სტაბილური რეჟიმის მისაღწევად საჭიროა შერჩეული იყოს ფარდობითი ექსცენტრისიტეტი  $\varepsilon$ , სადაც ფარდობითი მინიმალური სისქე  $\xi = 1$

ტოლია, ხოლო  $\varepsilon$ - ზეთის შრე არის ზომერფელდის უგანზომილო რიცხვის ფუნქცია [1, 2]:

$$S_0 = \frac{\eta\omega}{k\psi^2}, \quad (1)$$

$\psi = \frac{\Delta}{d}$  - დამოკიდებულებაა ზეთის შრის მნიშვნელობაზე.

სურ. 2-ზე ნაჩვენებია  $\frac{l}{d}$  მნიშვნელობის დამოკიდებულება ზეთის ფენის ფარდობითი

მინიმალური სისქისა  $\xi$  და ზომერფელდის რიცხვს შორის  $S_0 = \frac{\eta\omega}{k\psi^2}$  [1]

ამრიგად, თუ ცნობილია  $(\eta, \omega, k, \psi)$   $S_0$  მნიშვნელობა შესაძლებელია დიაგრამის მიხედვით განისაზღვროს მინიმალური ფარდობითი სისქე  $\xi$  საძიებელი  $\frac{l}{d}$  ფარდობისათვის

$$h_{\min} = 0,5\xi\Delta = 0,5 \cdot 10^3 \xi\psi d, \quad (2)$$

საკისრის კუთრი დატვირთვა  $(k = \frac{F}{dl})$  უკუპროპორციულია ზომერფელდის რიცხვის მნიშვნელობისა

$$k = \left(\frac{1}{S_0}\right) \cdot \left(\frac{\eta\omega}{\psi^2}\right) \quad (3)$$

ცნობილია, რომ ჰიდროტურბინის ექსპლუატაციის დროს ლილვსა და საკისარს შორის წინალობა იზრდება ე.ი., წარმოიქმნება ნახევრად მშრალი ხახუნი. შემდგომი დატვირთვის გაზრდით ხორციელდება წნევის დაცემა ზეთის შრეში და მცირდება საყრდენის გადამტანობის თვისებები.

საკისრის საიმედო მუშაობის მთავარი პირობაა კრიტიკული ღრეჩოს მნიშვნელობის შემცირება.

მისი მიღწევა შესაძლებელია ლილვებისა და საკისრების მაღალი ხარისხით დამუშავებით, ზუსტი ცილინდრულობის მიღებით, გადახურების და სისტემის დეფორმირების გამორიცხვით, საგულდაგულოდ ზეთის გაწმენდით.

დიაგრამიდან (სურ.2) ჩანს, რომ  $\xi$  მნიშვნელობა პროპორციულია და ეს არის საკისრის მუშაობის მდგრადი არე, სადაც ლილვის რეჟიმის ცვლილებით ვაღწევთ გაწონასწორებულ მდგომარეობას.  $\frac{l}{d}, S_0 = 0,5 \div 2$ , გაზრდილი მნიშვნელობის დროს დიაგრამა გადადის ჯერ მრუდწირულ და შემდგომ ჰორიზონტალურ უბნებზე, სადაც  $\xi = 1$ ,  $S_0 = \infty$ . საკისრის დატვირთულობა ეცემა და მიისწრაფის ნულისაკენ.



პრაქტიკულად სარგებლობენ რეჟიმის მახასიათებლებით  $\lambda$ , რომელიც დამოკიდებულია ზეთის სიბლანტეზე (პა.წ), ბრუნვის სიხშირეზე  $n$  წთ<sup>-1</sup>, წნევაზე  $k$ , პა (ნ/მ<sup>2</sup>)

$$\lambda = \frac{\eta n}{k} \quad (4)$$

მაგალითისათვის 1 პა.წ=9810 კგძ.წ/მ<sup>2</sup>

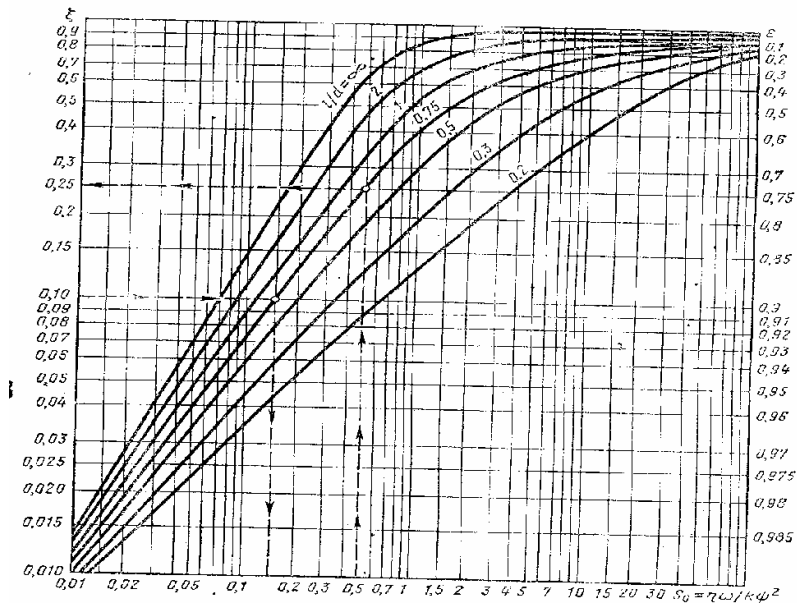
$$n = \frac{30\omega}{\pi} = 9,554\omega; \quad 1 \text{ კგძ/სმ}^2 = 10^{-4} \text{ კგძ/მ}^2, \text{ მაშინ } \frac{\eta\omega}{k} \text{ და } \frac{\eta n}{k} \text{ დაკავშირებულია}$$

ფარდობით

$$\lambda = \frac{\eta n}{k} = 9,37 \cdot 10^8 \frac{\eta\omega}{k} \quad (5)$$

$$\frac{\eta\omega}{k} = 1,065 \cdot 10^{-9} \lambda \quad (6)$$

რეჟიმის მახასიათებლის მაღალი მაჩვენებლის მიღწევისათვის საჭიროა ზეთის მაღალი სიბლანტე, ბრუნვის სიხშირის გაზრდა და საკისარში კუთრი დატვირთვის შემცირება.



სურ. 2 ზომერფელდის რიცხვის დამოკიდებულება ზეთის შრის ფარდობითი სისქის  $\xi$  და ფარდობითი ექსცენტრისიტეტის  $\varepsilon$  დამოკიდებულება [1]

ჰიდროტურბინის საყრდენის საიმედო მუშაობისათვის საჭიროა კრიტიკული მახასიათებლის რეჟიმის ცოდნა  $\lambda$ , როდესაც იწყება ლილვის და საკისრის მიკროუსწორობის შეხება. კრიტიკული სისქე  $h_{კრ}$  შეადგენს 5-10 მკმ, ხოლო კოეფიციენტი, რომელიც წარმოადგენს მუშა რეჟიმის მახასიათებლის ფარდობას, განისაზღვრება

$$\chi = \frac{\lambda}{\lambda_{კრ}} = \frac{S_0}{S_{კრ}} \quad (7)$$

რაც მეტია  $\chi$  მით ნაკლებია საკისრის ნახევრად სითხურ რეჟიმში გადასვლა. სრიალის საკისრებისათვის, რომელიც ექსპლუატაციაშია გუმათ ჰესზე მივიღოთ  $\chi = 5$ , დაუშვათ, რომ ზეთის სიბლანტე მუშა რეჟიმში მცირდება 5-ჯერ, ან დატვირთვა იზრდება 5-ჯერ, სანამ საკისარი გადავა ნახევრად სითხურ ზონაში. საშუალო სიმძლავრის ჰიდროტურბინებისათვის:  $D=550$  მმ,  $l=400$  მმ,  $F=5000$  კგძ, ფარდობითი ღრეჩო  $\psi = \frac{\Delta}{d} = 0,0055$ . საკისარსა და ლილვს შორის ღრეჩო  $\Delta = 300$  მკმ;  $n=300$  წთ<sup>-1</sup>; ტემპერატურული სიბლანტის მახასიათებელი ინდუსტრიულ 45 ზეთისათვის  $\eta = 60$  სპ მოყვანილია [1]. ვინაიდან ძველი სახელმწიფო სატნდარტით დინამიკური სიბლანტე იზომებოდა პუაზებში (პ) ან სანტიპუაზებში (სპ) – ცნობილი ფრანგი მეცნიერის პუაზელის სახელი აქვს და ტოლია 1 სპ=0,001 პა.წ.

დიაგრამები, რომლებიც საზღვრავენ ზეთის სიბლანტეს სპ-ში, ხოლო ფარდობითი ზეთის სისქე არის ზომერფილდის რიცხვის ფუნქცია და თეორიული მნიშვნელობებით ემთხვევა ექსპერიმენტულ შედეგებს [1.6].

განვსაზღვროთ კუთრი დატვირთვა

$$k = \frac{F}{dl} = \frac{5000}{55 \cdot 40} = 2,272 \text{ კგძ/სმ}^2$$

რეჟიმის მახასიათებელი

$$\lambda = \frac{\eta m}{k} = \frac{60 \cdot 300}{2,272} = 8082,6$$

ზომერფილდის რიცხვი

$$S_0 = 1,065 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{\lambda}{\psi^2} = 1,065 \cdot 10^{-9} \cdot 8082,6 \cdot 5,5 \cdot 10^6 = 47,34$$

მრუდეებიდან (სურ.2) ვპოულობთ

$$\frac{l}{d} = \frac{400}{500} = 0,727$$

$$\xi = 0,8$$

ზეთის შრის მინიმალური სისქე (ფორმულა 2)

$$h_{აღ} = 0,5 \cdot 10^3 \xi \psi d = 0,5 \cdot 10^3 \cdot 0,8 \cdot 0,00055 \cdot 550 = 121 \text{ მკმ}$$

ვლებულობთ ზეთის შრის კრიტიკულ სისქეს  $h_{კრ} = 100$  მკმ, მაშინ  $\xi_{კრ}$  მნიშვნელობა

(ფორმულა 2) ტოლია

$$\xi_{კრ} = \frac{2h_{კრ}}{\Delta} = \frac{2 \cdot 100}{300} = 0,66$$

დიაგრამაზე (სურ.2)  $\xi_{კრ} = 0,66$  ვატარებთ პორიზონტალს  $\frac{l}{d} = 0,75$  ა მრუდის გადაკვეთამდე და აბსცისაზე ვპოულობთ  $S_{0,კრ} = 4$

საიმედოობის კოეფიციენტი, (7)-ის თანახმად ტოლია

$$\chi = \frac{S_0}{S_{0,კრ}} = \frac{47,34}{4} = 11,8$$

## დასკვნა

1. ჰიდროტურბინების საექსპლუატაციო მახასიათებლები ბევრად არის დამოკიდებული სრიალის საკისრების ხარისხზე, რომლის კვალიტეტი განისაზღვრება ანტიფრიქციულ მასალაზე, დამზადების და აღდგენის ტექნოლოგიაზე.

2. ჩატარებულმა გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ ტექნიკურ დოკუმენტაციაში მითითებული სიზუსტის კვალიტეტი ლილვზე და საკისარზე ამცირებს ჰიდროტურბინების რემონტაშორის ვადას [4]

3. ჰიდროტურბინებზე დინამიკური დატვირთვის შემცირების მიზნით აუცილებელია ბალანსირების შესრულება, მაგრამ მისი სიდიდე და კონსტრუქცია ვერ იძლევა აწყობილი ჰიდროტურბინის ბალანსირებას. ამ მიზნით სასურველია ყველა ცალკეული დეტალის ბალანსირება უნივერსალური მოწყობილობებით.

4. ბაბიტის სრიალის საკისრები ხასიათდება მაღალი ანტიფრიქციული თვისებებით, მაგრამ მისი ცვეთამდეგობა დაბალია. სასურველია ჰიდროტურბინების რემონტაშორის ვადების გაზრდის მიზნით გამოყენებული იქნას მაღალი ცვეთამდეგობის მქონე თანამედროვე შენადნობები.

## ლიტერატურა

1. **Орлов П.И.** Основы конструирования, том 2. Москва: машиностроение, 1977. 328-340 с
2. **Воскресенский В.А., Дьков В.И.** Расчет и проектирование опор скольжения. Москва: машиностроение, 1980. 217 с

3. **Бетчелор Дж.** Введение в динамику жидкости. Москва: Машиностроение, 1973.
4. Техническая документация Гумати ГЭС.
5. **Кривченко Г.И.** Гидравлические машины. Москва. Энергия. 1978, 312 с.
6. **Решетов Д.Н.** Детали машин. Москва: Машиностроение, 1991.

## **ПОВЫШЕНИЕ РЕССУРСА РАБОТЫ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ**

**Г. Джараридзе, Т. Чхаидзе, Г. Тваури**

### **Резюме**

Рассматривается вопрос повышения надежности опор подшипников скольжения гидрогенераторов, в частности, влияние материала, зазора и геометрии. Путем использования теоретических исследований, опыта эксплуатации, диаграмм Зоммерфелда определяется оптимальный зазор.

## **WAYS OF IMPROVEMENT MEDIUM POWER HYDRO GENERATORS SLIDING BEARINGS DURABILITY**

**G. Japaridze, T. Chkhaidze, G. Tvauri**

### **Summary**

Are considered ways of improvement of reliability and durability of hydro generator's sliding bearings. The operational characteristics are depended on precision quality of bearing and shaft manufacture, antifriction material and operational modes. Is explained the impact of clearance between bearing and shaft on operational capability and durability of hydro-generator. Is offered by application of Somerfield diagram the decreased clearance instead of mentioned in technical documentation (on example of GumatHesi). Is indicated influence of dynamical loading of drive's life. In the presented works is offered pendulous mechanism's original layout and are revealed required for further parametrical calculations mathematical dependencies.

---

შპს 339;626.9

**ინვესტიციური პროექტების შეფასების ლინგვისტიკური  
მეთოდი**

თ. კილაძე, მ. ლომიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი  
საქართველო)

**რეზიუმე:** ინვესტიციური პროექტების შესრულება გაფართოებული კვლავწარმოების მიღწევის ერთადერთი საშუალებაა, ამიტომ ინვესტიციების მოცულობაზეა დამოკიდებული ეკონომიკის სექტორების განვითარება. ინვესტიციების პრაქტიკულ განხორციელებას წინ უძღვის მისი ეკონომიკური დასაბუთებულობა, რომელიც გულისხმობს ეფექტურობის ლინგვისტურ (ლოგიკურ) და რაოდენობრივ შეფასებას. სტატიაში ყურადღება გამახვილებულია ლინგვისტური შეფასების აუცილებლობაზე და საინვესტიციო პროექტის ხარისხობრივ პარამეტრებზე.

**საკვანძო სიტყვები:** ეკონომიკა, ეკონომიკური ეფექტურობა, ლინგვისტიკური ეფექტურობა.

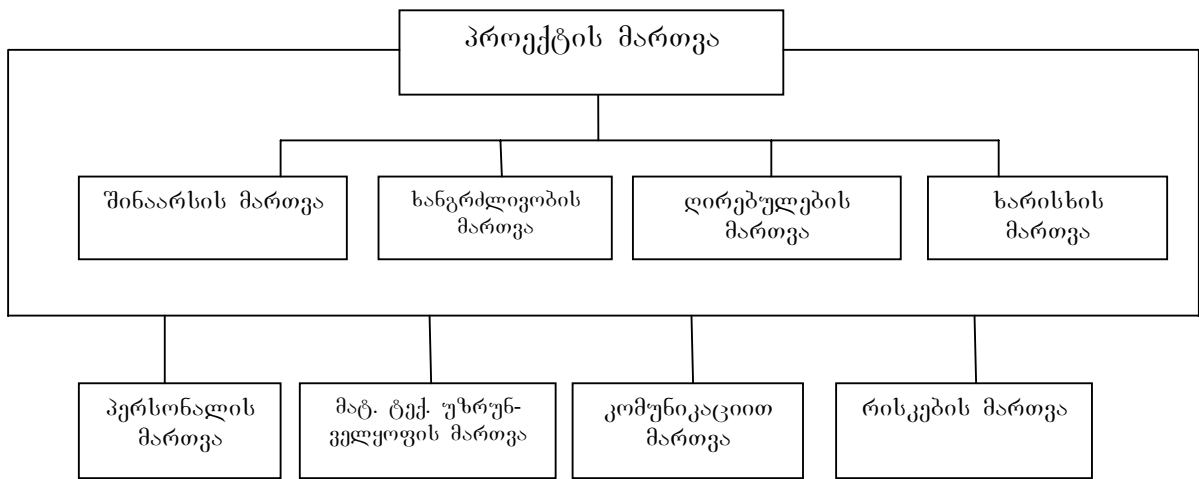
**შესავალი**

სამრეწველო ბიზნესში წარმატების საფუძველი ინოვაციური პროექტების განხორციელებაა, რაც თავის მხრივ უკავშირდება ინვესტიციებს და მათთან დაკავშირებულ პრობლემებს. ინვესტიციების მოზიდვისათვის აუცილებელია შესაბამისი ბიზნეს გეგმის დამუშავება, რომლის ერთ-ერთი შემადგენელია ინვესტიციების ეფექტიანობის შეფასება. აღნიშნული საკითხი ყოველთვის იყო ეკონომიკური მეცნიერების სხვადასხვა სკოლების და მიმართულების ყურადღების ცენტრში.

ინვესტიციების ეკონომიკური შეფასების თეორიულ და პრაქტიკულ საკითხებს ეხება ისეთი ეკონომისტები, რომლებიც არიან: გ. ტყეშელაშვილი, თ. კილაძე, ე. ბარათაშვილი, ნ. პაიჭაძე და სხვები. ასევე რუსი ეკონომისტები: ვ. ბოგაჩევა, პ. ბუნიჩი, ვ. ეგიზარიანი და სხვა. აგრეთვე ინგლისელი ეკონომისტები: ე. ჯოისი, გ. მაკლეინი და უამრავი ავტორები.

მიუხედავად ამისა, ინვესტიციების ეკონომიკური შეფასება რჩება პრობლემატურ საკითხად, ცალკეული ავტორები ეხებიან ინვესტიციების ცალკეულ გამოვლინებებს, რაც ვერ ასახავს პრობლემის შინაარსს კომპლექსურობაში. უფრო მეტიც, დღეისათვის ეკონომიკურ ლიტერატურაში არ არის ერთიანი მიდგომა ინვესტიციების ეკონომიკურ შეფასებაში, მითუმეტეს ნაკლებად აისახება ინვესტიციების ხარისხობრივი პარამეტრები, ამ უკანასკნელის რაოდენობრივი შეფასება გაცილებით ძნელია.

ბოლო დროს ახალი მეცნიერებაც შეიქმნა სახელწოდებით “პროექტების მენეჯმენტი” და მაინც პრობლემა, პრობლემად რჩება აღნიშნული მეცნიერება მეტ ყურადღებას ითმობს პროექტების მართვის სქემების დამუშავებას სხვადასხვა ვარიანტებში დანახარჯების სიდიდის დადგენას და ნაკლებად აისახება პროექტების შინაარსი სახელმწიფო სტანდარტით განისაზღვრება. რომელიც შესაბამისობაში საერთაშორისო სტანდარტების მოთხოვნასთან. მაგალითად, ISO-9000-2001 პროექტს განსაზღვრავს, როგორც კორდინირებულ და მართვად მოქმედების პროცესს საწყისი და საბოლოო პერიოდებით. საწრმოებისათვის იგი არის მიზნის მიღწევის საშუალება კონკრეტული მოთხოვნებით და ითვალისწინებს შესრულების ვადების, ღირებულების და რესურსების შემოსაზღვრულობას.



**ნახ. 1. პროექტის მართვის ქვესისტემები**

მსოფლიო ბანკის ექსპერტები საინვესტიციო პროექტს განსაზღვრავენ, როგორც “რესურსების დისკრეტული ერთობლიობას, ინვერსირებას და გარკვეულ ქმედებას, რომლის მიზანია თავიდან აიცილოს ან გააიოლოს განვითარების სხვადასხვა სახის შეზღუდვა, ხელი შეუწყოს გარკვეული ადამიანების ჯგუფისათვის ცხოვრების პირობების გაუმჯობესებას და მაღალი მწარმოებლობების მიღწევას დროის განსაზღვრულ მონაკვეთში”.

სამეცნიერო ლიტერატურაში არსებობს საინვესტიციო პრობლემის განსაზღვრება ვ. პ. შეპაევის და ბ. ს. ირნიაზოვის შრომებში საინვესტიციო პროექტი განისაზღვრება, როგორც “რესურსების ერთობლიობა, ინვესტიციები და გარკვეული ქმედებები, რომლის მიზანია ამა თუ იმ მოთხოვნების დაკმაყოფილება და მოგების მიღება გარკვეული პერიოდების ფარგლებში.”

ბ. გ. ძოლოგოროვა უფრო დააკონკრეტა საინვესტიციო პროექტის გაგება, განსაზღვრა რა იგი, როგორც ღონისძიების კომპლექსური გეგმა, რომელიც მოიცავს პროექტირებას, მშენებლობას, ტექნოლოგიას და ხელსაწყოების შეძენას, კადრების მომზადებას მიმართული ახალ ან მოდერნიზებული საქონლის წარმოებისაკენ (წარმოება, სამუშაო, მომსახურება) ეკონომიკური სარგებლის მიღების მიზნით. ნაშრომში შემოთავაზებულია “საინვესტიციო პროექტის” გაგებას შემდეგი განსაზღვრება: საორგანიზაციო-ეკონომიკური სისტემა, საწარმოში რესურსების ეფექტური დაბანდების რეალიზაციისათვის და დასახული მიზნის მიღწევისათვის.

არც ისე იშვიათად, ლიტერატურაში ვხვდებით სიტუაციებს, რომელსაც ტოლობა საინვესტიციო პროექტსა და ბიზნეს-გეგმებს შორის ამას ვერ დავეთანხმებით, ამის მიზეზად შეიძლება ჩაითვალოს საინვესტიციო პროექტების რეალიზაციაში ბიზნეს-გეგმის მომზადების საკვანძო საკითხების არასაკმარისი წარმოდგენა.<sup>8</sup>

საინვესტიციო ობიექტად შეიძლება მოგვევლინოს:

- მშენებარე, რეკონსტრუქციული ან გაფართოებული საწარმო, შენობა, ნაგებობა;
- არსებულ საწარმოებში ახალი ნაკეთობების წარმოება;
- წარმოების უსაფრთხოების ამაღლება ან გარემოს დაცვა;
- სხვა ინვესტიციები.

რეალური ინვესტიციების ისეთი ფორმებისათვის, როგორცაა ცალკეულისა ხის ნავობების განახლება, ცალკეული სახის არამატერიალური აქტივების შეძენა, საბრუნავი აქტივების მატერიალური მარაგების გაფართოება, არ მოითხოვს მაღალი საინვესტიციო ხარჯებს, საინვესტიციო პროექტების დასაბუთება ატარებს დოკუმენტაციის ფორმას, რომელშიც გადმოცემულია მოტივაცია, ობიექტური მიმართულება, ინვესტიციების აუცილებელ მოცულობა და მისი ეფექტურობის მოლოდინი. რეალური ინვესტიციების ისეთი ფორმის განხორციელებისას, როგორცაა მთლიანი საკუთრების კომპლექსის შეძენა, ახალი მშენებლობა, პროფილის შეცვლა, საწარმოს რეკონსტრუქცია და ფართობმაშტაბიანი მიდერნიზაცია, მოთხოვნა საინვესტიციო პროექტის მომზადების მიმართ იზრდება. ეს უკავშირდება იმას, რომ თანამედროვე ეკონომიკურ

<sup>8</sup> ISO 10006–2005. Системы менеджмента качества. Руководство по менеджменту качества при проектировании. – Введ. 2005–06–09. – М. : Стандартинформ, 2005. с. 196–197.

პირობებში საწარმოს არ შეუძლია უზრუნველყოს თავისი სტრატეგიული განვითარება მხოლოდ შიდა ფინანსური რესურსები და მიმართავენ საინვესტიციო მიზნისაკენ გარე ფინანსური წარმოების მნიშვნელოვანი მოცულობის რესურსებს. ნებისმიერი მსხვილი ინვესტორის და კრედიტორს უნდა ჰქონდეს ზუსტი წარმოდგენა პროექტის სტრატეგიული კონცეფციის შესახებ; მის მასშტაბებზე; მარკეტინგულ, ეკონომიკური და ფინანსური მაჩვენებლების შედეგიანობის შესახებ; აუცილებელია საინვესტიციო ხარჯების მოცულობის, ამოგების ვადების და სხვა მისი მაჩვენებლების შესახებ.

საინვესტიციო პროექტების შემუშავება და განხორციელება მიმდინარეობს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში

საინვესტიციო პროექტების შეფასება ხორციელდება ლინგვისტური და რაოდენობრივი მეთოდით.<sup>9</sup> ამ სტატიაში შევეხებით მხოლოდ ლინგვისტურ მეთოდს, ხოლო რაოდენობრივი შეფასება ცალკე მსჯელობის საგანია.

თანამედროვე ეკონომიკის პირობებში ხარისხის საკითხი წამოადგენს პრიციპულად მნიშვნელოვანს პროექტის მიზნის მიღწევის და მისი წარმტების კუთხით.

ხარისხის მართვის ქვესისტემა ისეთი ქვესისტემის გვერდით, როგორცაა ღირსებების და ხანგრძლივობის მართვა, როგორც წესი უნდა განიხილოს საკვანძოდ.

ხარისხი ეს არის ობიექტის მახასიათებლებების ერთობლიობა, რომელსაც გაჩნია უნარი დააკმაყოფილოს დაწესებული და სავარაუდო მოთხოვნები. ასეთი ობიექტი შეიძლება იყოს, როგორც მთლიანი პროექტი, ისე პროექტის პროდუქცია, პროექტის რესურსები და სხვა მისი შემადგენელი ნაწილები.

ჩვეულებრივი მოთხოვნებია ფორმირდება მახასიათებლებების დახმარებით დადგენილი კრიტერიუმის საფუძველზე. მოთხოვნებია შეიძლება მოიცავდეს, მაგალითად, საექსპლოატაციო მახასიათებლებს, ფუნქციონალური ვარგისაიანობის, სანდობას (მზადყოფნა, შეუფერხებლობას), უსაფრთხოებას, გარემოზე ზემოქმედებას, ეკონომიკურ, ესთეტიკურ და კულტურულ-ისტორიულ მოთხოვნებს. იმის გათვალისწინებით, რომ სასაქონლო-ფუნქციონალური სივრცის ცვლილება დღეს-დღეობით მიმდინარეობს სწრაფად, ძირითადი მნიშვნელობა გააჩნია სავარაუდო მოთხოვნებს ან მოლოდინს.

ხარისხი, როგორც საქონლის ან მომსახურების მახასიათებლებების ერთობლიობა, მიეკუთვნება მის უნარს დააკმაყოფილოს დადგენილი ან სავარაუდო მოთხოვნებია მრავალჯერადად.

პროდუქტის ხარისხი (საერთო, ტიპური) ძირითადი პარამეტრები მოცემულია ნახ. 2.

<sup>9</sup> Царев, В.В. Оценка экономической эффективности инвестиций / В.В. Царев. – СПб. : Питер, 2004. – 464 с.



პროექტის მართვისას მიღებულია განვასხვავოთ ხარისხის ოთხი საკვანძო ასპექტები:

1) ხარისხი, რომელიც განპირობებულია საბაზრო მოთხოვნილებების და მოლოდინის შესაბამისად. მიღწევა მოთხოვნილების აქტივიზაციით და მომხმარებლის მოლოდინით მათი დაკმაყოფილებების მიზნით, ასევე ბაზრის შესაძლებლობების ზუსტი ანალიზით;

2) დამუშავების ხარისხი და პროექტის დაგეგმვა, მიღწევა თვით პროექტის და მისი პროდუქციის გულმოდგინე დამუშავების შედეგად.

3) პროდუქციის მიხედვით სამუშაოს შესრულების ხარისხი გეგმიური დოკუმენტით. ზრუნველყოფილია გეგმის მიხედვით პროექტის რეალიზაციის შესაბამისად, პროდუქციის პროექტის მახასიათებლების შემუშავების უზრუნველყოფით და თვით პროექტის საშვალეობით.

4) მატერიალურ-ტექნიკური უზრუნველყოფის პროექტის ხარისხი მიიღწევა პროექტის მატერიალურ-ტექნიკური საშვალეობების უზრუნველყოფით მთელი მისი სასიცოცხლო ციკლის მანძილზე.

ხარისხის მოცემული ოთხი ასპექტი წამოადგენს საკმარისი ტრადიციული მართვისათვის ე.ი. ტერმინალური პროექტისათვის, პროექტის სასიცოცხლო ციკლის გაფართოების შემთხვევაში (მიმდინარეობს განვითარებულ და ღია პროექტებში) აუცილებელია ხარისხის დამატებითი ასპექტების ჩართვა:

– პროდუქციის პროექტის ხარისხის ექსპლუატაცია, რომელიც თავის თავში მოიცავს პროდუქციის პროექტის უშუალო გამოყენებას განსზღვრული მოთხოვნილების შესაბამისად და შესრულების ინსტრუქციას ექსპლუატაციის მიხედვით, გაყივების შემდგომი მომსახურების ხარისხის და მომხმარებლების ურთიერთქმედებას;

– პროდუქციის პროექტის განვითარების ხარისხი, რომელიც განისაზღვრება მწარმოებლის რეაგირების სისწრაფით და მოქნილობით მომხმარებლის ცვლილებებისას და შეკვეთების მოლოდინისას, ასევე პროდუქციის მართვის ხარისხით პროდუქციის კონფიგურაციის ცვლილებისას.

– გამოყენების შემდეგ ხარისხის უტილიზაცია და პროდუქტის გადამუშავება;

ხარისხის მართვის თანამედროვე კონცეფცია პროექტის მართვის პირობებში მოცემულია პროექტის ხარისხის მართვის სტანდარტების ГОСТ10006–2005 ხარისხის მენეჯმენტის სისტემებში. ხარისხის მენეჯმენტის ხელმძღვანელობა პროექტირებისას ემყარება საერთაშორისო მართვის საერთოცნობილ მეთოდოლოგიას (Total Quality Manegment).<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Михалевич, В.С. Вычислительные методы исследования и проектирования / В.С. Михалевич, В.Л. Волкович. – М. : Наука, 1982. – 288 с.

ხარისხის მართვის ამ მეთოლოგის შესაბამისად, ხარისხი უზრუნველყოფილი უნდა იყოს პროექტის მთელი სასიცოცხლო ციკლის მანძილზე.



**ნახ. 2. პროექტის ხარისხის პარამეტრები**

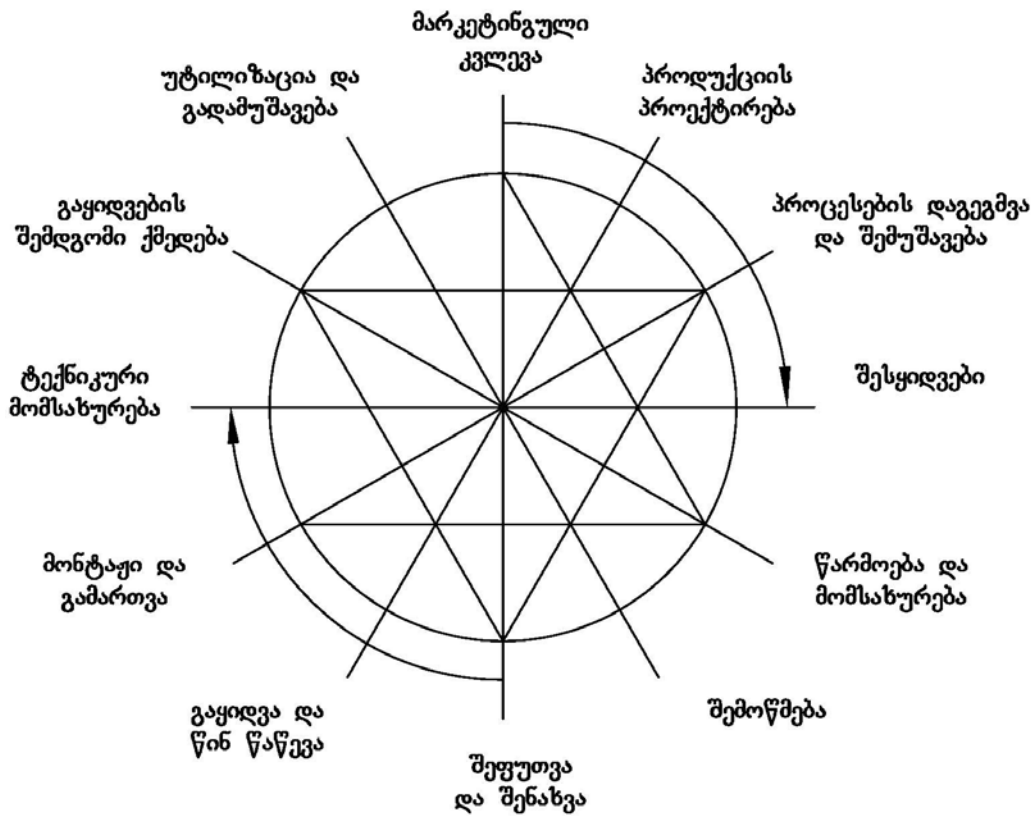
საინვესტიციო პროექტის სასიცოცხლო ციკლი - ეს არის პერიოდი მისი რეალიზაციის დაწყების მომენტიდან მომენტამდე, როდესაც ეს პროექტი წყვეტს თვის არსებობის ბაზარზე. მდგომარეობა, რაზეც გადის პროექტი, ჩვეულებრივ იწოდებიან ფაზებად (ეტაპები, სტადია).

ნაშრომში წარმოდგენილია პროექტის სასიცოცხლო ციკლის სქემა (ნახ.3), მთლიანად, ყველა ფაზეს მინიჭებული აქვს თავისი განსაკუთრებულება, მაგრამ ამის მიუხედავად, ისინი განაპირობებენ და უზრუნველყოფენ წარმატებას მათი ერთიანი მთლიანი ინტეგრაციისას.

თითოეული გამოყოფილი ფაზა (ეტაპი) შეიძლება დაიყოს შემდეგი ღონის ფაზებად და ეტაპებად (ქვეფაზებად, ქვეეტაპები). ფაზების და ეტაპების ერთმნიშვნელოვანი განაწილებისას უზრუნველყოფა პროექტის შესრულებისას ლოგიკური თანმიმდევრობით დროში საერთო ჯამში პრაქტიკულად შეუძლებელია.

იმისათვის რომ უზრუნველყოთ კონკრეტული საინვესტიციო პროექტის ფინანსურობა, აუცილებელია, პირველ რიგში, პროექტის კონცეფციის გულმოდგინე დამუშავება, მეორე, საჭიროა მისი ეფექტურობის შეფასება. მესამე, ინვესტიციის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთებისას

შემუშავება. მეოთხე, აუცილებელია პრაქტიკულად რეალიზებულ პროექტის ხარისხიანი ბიზნეს-გეგმის შემუშავება.



ნახ. 3. პროექტის სასიცოცხლო ციკლის სქემა

### დასკვნა

საინვესტიციო პროექტის რეალიზაციის და დამუშავების ყველა სტადიაზე საჭიროა დასაბუთებული იყოს მისი ეფექტურობა, ანალიზირდება შემოსავალი, ე. ი. მიმდინარეობს საპროექტო ანალიზი, რომელიც საშვალებას იძლევა შეფასდეს ხარჯები და მიღებული შედეგები. საინვესტიციო პროექტის მიმზვიდელობის მთავარ კრიტერიუმად გვევლინება მისი ფინანსური მიმზვიდელობა, რომელიც ორიენტირებულია საწარმოო და რესურსულ შესაძლებლობებზე, ტექნიკურ უზრუნველყოფაზე, ეფექტურობაზე, ეკონომიკურ მიზანშეწონილობაზე.

ზემოთ მოყვანილიდან შეიძლება დავადასტუროთ, რეალური პროცესის მიმდინარეობის სირთულე, მრავალწახნაგურობა და რისკი პროექტის იდეიდან მის საბოლოო შედეგებამდე.

# **ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

**Т. Киладзе, М. Ломидзе**

## **Резюме**

Реализация инвестиционных проектов является единственным способом достижения расширенного воспроизводства, следовательно, от объема инвестиций зависит развитие экономического сектора. Практической реализации инвестиции предшествует его экономическое обоснование, которое подразумевает лингвистическое (логическое) и количественные оценки его эффективности. В статье обострено внимание на необходимости лингвистической оценки и качественных параметров инвестиционного проекта.

# **LINGUISTICALLY METHOD OF EVALUATION OF INVESTMENT PROJECTS**

**T. Kiladze, M. Lomidze**

## **Abstract**

The implementation of investment projects is the only way to achieve expanded reproduction, therefore, on the volume of investments is depended the development of economic sector. The practical realization of investment are preceded its economic justification that means the linguistic (logical) and quantitative assessment of the effectiveness. The article is attended on the necessity for linguistic assessment and qualitative parameters of the investment project.

---

შპს 625. 122

**ნაპირდამცავ ნაგებობათა კლასიფიკაცია და მათი  
გავლენა რკინიგზის მუშაობის ეფექტიანობაზე**

**ხ. ირემაშვილი**

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175 თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** ნაპირდამცავ ნაგებობათა კლასიფიკაცია და ექსპლუატაციის შედეგების ანალიზი შესაძლებლობას გვაძლევს მოვახდინოთ არსებულ ნაგებობათა მოდერნიზაცია და უნიფიკაცია, შევქმნათ ახალი ეფექტური და ეკონომიური კონსტრუქციები, სრულყოთ მათი პროექტირებისა და მშენებლობისათვის საჭირო ნორმატიული და მეთოდური ხასიათის დოკუმენტაცია, რაც უზრუნველყოფს რკინიგზაზე მატარებელთა უსაფრთხო და შეუფერხებელ მოძრაობას.

**საკვანძო სიტყვები:** რკინიგზა, მიწის ვაკისი, ნაპირდამცავი, ხელოვნური ნაგებობა, მატარებელი, წარეცხვა, ეკონომიკური ეფექტი, ტრანსპორტი.

**შესავალი**

საქართველოს რკინიგზის და საავტომობილო გზების უმეტესი ნაწილი განლაგებულია მთის ხეობებში გამავალ მდინარეთა გასწვრივ, მათი ტერასებისა და ნოღების ფარგლებში. ხეობათა რთული ტოპოგრაფიული, გეოლოგიური და მორფოლოგიური პირობებისა და მთის მდინარეთა ნაკადის აქტიური ზემოქმედების გამო იქმნება მიწის ვაკისის წარეცხვის საშიშროება, ამასთან ერთად ადგილი აქვს ისეთ მსხვილმასშტაბიან გეოდინამიკურ პროცესებს როგორცაა მეწყერები, ღვარცოფები, სეისმოტექტონიკური დისლოკაციები, ინტენსიური წყალმოვარდნები და ა.შ.

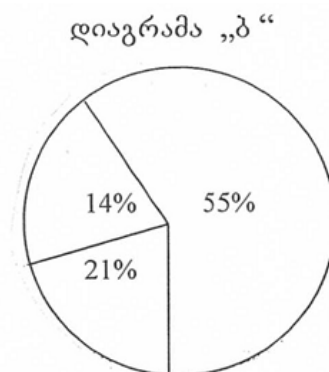
ბოლო წლების რთულმა მეტეოროლოგიურმა პირობებმა განაპირობა მდინარეთა ნაპირებისა და მიწის ვაკისის წარეცხვის ინტენსიურობის გაზრდა, მწყობრიდან გამოვიდა რიგი ნაპირდამცავი და სარეგულაციო ნაგებობა, რასაც შედეგად მოყვა მატარებელთა მოძრაობის შეფერხება და საჭირო გახდა მნიშვნელოვანი კაპიტალდაბანდების გაღება წარეცხილი უბნების აღსადგენად.

## პირითადი ნაწილი

საქართველოს რკინიგზაზე ჩატარებული იქნა მთის ხეობათა გასწვრივ გამავალ გზათა უბნებზე განხორციელებულ ნაპირდამცავ ნაგებობათა ნატურალური გამოკვლევები მათი მუშაობის

ეფექტურობის, დამახასიათებელი ლეგონდაციებისა და მათი გამომწვევი მიზეზების დასადგენად. ნატურალური გამოკვლევებისა და საარქივო მასალის შესწავლისა და განზოგადების შედეგად ჩვენს მირ დადგენილია ტრანსპორტის მოძრაობის შეფერხების გამომწვევ მიზეზთა ხვედრითი წილი.

ქვემოთ წარმოდგენილ ნახაზზე ნაჩვენებია საქართველოს რკინიგზაზე მატარებელთა მოძრაობის შეფერხებების გამომწვევი სხვადასხვა მიზეზთა ხვედრითი წილი (პროცენტებში). ღიაგრამა „ა“-ობიექტების მიხედვით, ხოლო ღიაგრამაზე „ბ“-წარეცხვის სახეების მიხედვით.



**ნახ.1 ღიაგრამა „ა“-ობიექტთა წარეცხვის მიხედვით: 1)ხიდეები და მილები; 2)ხელოვნური ნაგებობები; 3)მიწის ვაკისი. ღიაგრამა „ბ“- წარეცხვის სახეების მიხედვით: 1)ადგილობრივი და საერთო წარეცხვა ხიდების წინ ;2)მიწის ვაკისის წარეცხვა; 3)ხელოვნური ნაგებობისა და მიწის ვაკისის დატბორვა.**

როგორც წარმოდგენილი ღიაგრამებიდან ჩანს, ყველაზე უფრო ხშირად ირეცხება მიწის ვაკისი, ამ მიზეზის გამო ტრანსპორტის მოძრაობის შეფერხების ხვედრითი წილი შეადგენს 80%-დან 90%-მდე. დანარჩენი 10-20% ხდება ხიდეებისა და მილების წარეცხვის შედეგად.

ნაპირდამცავ ნაგებობათა და მიწის ვაკისის წარეცხვის შედეგად გამოწვეული ზარალის სიდიდე შედგება შემდეგი დანახარჯებისაგან: ნაპირდამცავ ნაგებობებისა და მიწის ვაკისის აღსადგენად გაწეული ხარჯი (საამშენებლო ზარალი)  $I_{საშ}$  ექსპლუატაციური ზარალი  $I_{ექს}$  და ტვირთის დაყოვნებით გამოწვეული ზარალი  $I_{დაყო}$ .

მიწის ვაკისისა და წარეცხვისაგან დამცავ ნაგებობათა მოსაწყობად საჭირო დანახარჯებისა და შესაბამისად წარეცხვისაგან მიყენებული ზარალის მინიმალური სიდიდე შეიძლება განისაზღვროს

ფორმულით:

$$P_{დაყ} = (E_{კ} \cdot K + \Delta K) + P[I_{სამშ} + I_{ექს} + I_{დაყ}] \tau \quad (1)$$

სადაც,  $E_{კ}$ - კაპიტალდაბანდების ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი;

$K$ - ნაგებობათა მშენებლობის კაპიტალდაბანდება ათასი ლარი;

$\Delta$ -კაპიტალდაბანდების წილი ნაგებობათა რემონტისა და შენახვისათვის,  $\Delta \approx 0,02$ ;

$P$ - წყალდიდობის გადაჭარბების ალბათობის სიდიდე;

$\tau$ -საანგარიშო წლის საექსპლუატაციო ზარალის დანაკარგის კოეფიციენტი.

მოქმედ ფაქტორთა ფართო წრისა და მათი შეფასების სირთულის გამო მიწის ვაკისის წარეცხვისაგან მიყენებული ზარალის თეორიული გზით განსაზღვრული სიდიდე არ გვაძლევს უტყუარ შედეგს. ასე მაგალითად, სამშენებლო ზარალის განსაზღვრისას რთულია დაგადგინოთ დრო, რომელშიც მოხდება გრუნტის წარეცხვა, მშენებლობისა და ნაგებობების მოვლა-შენახვის ხარისხი, ექსპლუატაციური ზარალის სიდიდე, რომელიც დამოკიდებულია სხვადასხვა ბუნებრივ ფაქტორებზე და ა.შ.

ამიტომ, ზარალის სიდიდის დადგენის მიზნით აუცილებელი ხდება ნატურალური სტატისტიკური მონაცემების ანალიზი. ჩვენს მიერ შესწავლილი და გაანალიზებული იქნა არსებულ ლიტერატურასა და საარქივო მასალებში მოყვანილი სტატისტიკური მონაცემები მიწის ვაკისის წარეცხვისა და მატარებელთა მოძრაობის შეფერხებით გამოწვეული ზარალის შესახებ.

სტატისტიკური მონაცემების ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელი გახდა დაგვედგინა კავშირი სამშენებლო, საექსპლუატაციო და ტვირთების დაყოვნებით გამოწვეულ ზარალს შორის და ტვირთების შეყოვნებით გამოწვეული ზარალის სიდიდე.

$$I_{ექს} + I_{შეყ} = \left( \frac{I_{სამშ}}{A_3} \right)^{\frac{1}{n_3}} \quad (2)$$

$$I_{შეყ} = \frac{Q_t \delta U}{288} t_{დაყ}^2 E_{დაყ} \quad (3)$$

სადაც  $A_3$  – პარამეტრი, დამოკიდებულია გზის ტვირთდაძაბულობაზე და რაონის მახასიათებლებზე.

$n_3$  – ცვლადი სიდიდის ხარისხობრივი მაჩვენებელი, რომელიც იცვლება  $I_{სამშ}$ -ის ზრდასთან ერთად 0.6 –დან 0.12-მდე.

$Q_t$  – შეყოვნების შედეგად დაგროვილი ტვირთის წონა ტ/დღე.

$\delta$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სასაქონლო და სწრაფად ფუჭებადი ტვირთების ხვედრით წილს.

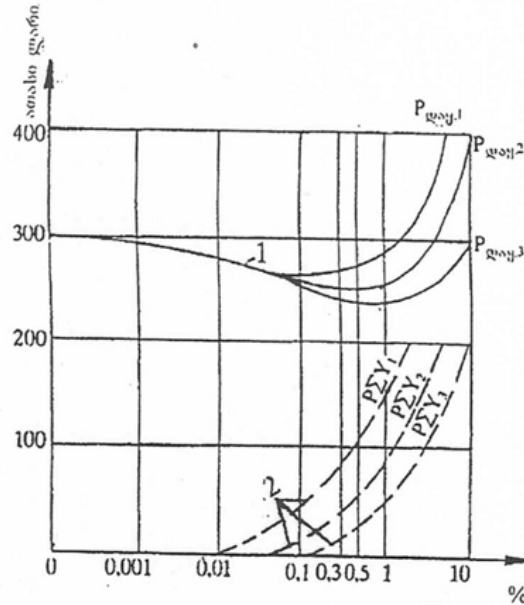
$U$  - ტვირთის მასის 1 ტონის ღირებულება, ლარი.

ტდაყ – ტვირთის დაყოვნების დრო, დღე.

Е<sub>ღ</sub> – კაპიტალდაბანდების ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი.

(1) გამოსახულებისა და ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად დადგენილი 100გრ.მ.

მიწის ვაკისის წარეცხვისაგან გამოწვეული ზარალის დაყვანილი სიდიდე მდინარის საანგარშო ხარჯის განმეორებადობის ალბათობაზე დამოკიდებულებით წარმოდგენილია ნახ.2- ზე



**ნახ.2. ნაგებობის დაყვანილი ღირებულების  $P_{დაყ}$  და ზარალის ჯამური მაჩვენებლის  $\Sigma Y$  დამოკიდებულება ხარჯის გადაჭარბების ალბათობაზე, %.**

კვლევის შედეგების გამოყენება შესაძლებლობას გვაძლევს 1.5-2-ჯერ შევამციროთ ნაგებობების ღირებულებები და მინიმუმამდე დავიყვანოთ წარეცხვის შედეგად ზარალის სადიდეები.

ნატურული გამოკვლევები ჩატარდა რკინიგზისა და საავტომობილო გზების შემდეგ მონაკვეთებზე:

1. საქართველოს რკინიგზის უბნები:

- 1) ზესტაფონი-წიფა, სურამის საუელტეხილო უბანი;
- 2) მარტოთუბანი-სალიეთი და დარკვეთი-საჩხერე, ჭიათურის შტო;
- 3) გელათი-ხრესილი

2. საქართველოს საავტომობილო გზის უბნები:

1) ანანური-ფასანაური და სტეფანწმინდა-ალანია, ნატახტარი-ლარსის საავტომობილო გზა;

2) ახალდაბა-ლარები, ხაშური-ახალციხის საავტომობილო გზა;

ნატურალური გამოკვლევების დროს დადგენილი იქნა ზემოთ ჩამოთვლილი გზათა თავისებუ-



რებანი და ხეობაში გამავალ მდინარეთა მორფოლოგიური და ჰიდროლოგიური მახასიათებლები, მთისწინა და მთის უბნების მდინარეთა თავისებურებები.

რკინიგზის ზემოთ ჩამოთვლილ უბნებზე არ არის გამოყენებული ტრასის რთული განვითარების ისეთი ხერხები, როგორცაა მარყუჟისებური, ზიგზაგური, ხვიისებური და სხვა. რკინიგზის ხაზები ძირითადად მიყვება მდინარის ხეობას და თანდათანობით იზრდება მათი ქანობი, რომლის მნიშვნელობა მთავარ მაგისტრალზე აღწევს 28%-ს, ხოლო შტოებზე 47%-ს.

ტრასის დაგრძელება ძირითადად განპირობებულია ხეობათა და მდინარეთა კლაკნილი მოხაზულობით, რის შედეგადაც ტრასის ადგილმდებარეობის რელიეფში ჩასაწერად ხშირადაა გამოყენებული მცირე რადიუსიანი ( $R=200m$ ) მრუდები.

რკინიგზათა ძირითადი ნაწილი განლაგებულია ხეობის ერთ ფერდზე და იშვიათად მეტად რთულ პირობებისას კვეთს მდინარეს. ძირითადად კლაკნილ ხეობებში არის შემთხვევები, როდესაც ტრასა რამდენჯერმე კვეთს მდინარეს ერთი ნაპირიდან მეორეზე გადასასვლელად.

რკინიგზათა ტრასის უმეტესი ნაწილი განლაგებულია ბუნებრივ ტერასებზე და ხელოვნურ თაროებზე მდინარეთა ფერდობების ძირში წყლის დაბალი დონიდან 3-დან 10 მეტრ სიმაღლემდე.

მთიან ხეობათა გასწვრივ მიწის ვაკისის წარეცხვისაგან დამცავ ღონისძიებათა ზემოთ წარმოდგენილი მიზნებისა და ამოცანების, ნაპირდამცავ და სარეგულაციო ნაგებობათა მუშაობის ეფექტურობის შესწავლის, მათი სასტემატიზაციისა და ექსპლუატაციის შედეგების განზოგადებისათვის საჭიროა ამ ნაგებობათა კლასიფიკაცია.

სხვადასხვა ტიპისა და კონსტრუქციის ნაპირდამცავ და სარეგულაციო ნაგებობათა ნატურაში ჩატარებულ გამოკვლევებსა და ამ სფეროში მომუშავე სპეციალისტთა მიერ წარმოდგენილი მოსაზრების ანალიზის საფუძველზე ჩვენს მიერ შემუშავებულია მდინარეთა ნაპირდამცავ და სარეგულაციო ნაგებობათა კლასიფიკაცია.

ნაპირდამცავ და სარეგულაციო ნაგებობათა კლასიფიკაციის მრავალფეროვან მახასიათებლებიდან ჩვენ შეეჩერდით მხოლოდ მათ ძირითად მაჩვენებლებზე.

**დაცვის ხერხების მიხედვით:** 1)პასიური ხერხი-გრძივი ნაგებობები; 2)აქტიური-განივი ნაგებობები; 3)კომპლექსური – გრძივ და განივ ნაგებობათა კომპლექსი.

ამავე კომპლექსურ ხერხს შეიძლება მივაკუთვნოთ გრძივი ნაგებობები ხელოვნური ხორკლიანობით.

**სამსახურის ვადის მიხედვით:** 1)კაპიტალური ნაგებობები; 2) დროებითი ნაგებობები.

**კონსტრუქციათა ტიპების მიხედვით:** 1)მონოლითური ან ბლოკური; 2)ხისტი ან მოქნილი; 3)მთლიანი, მასიური ან გამჭოლი; 4)ხელოვნური ხორკლიანობით.

**ნაგებობათა ნაკადზე ზემოქმედების მიხედვით:** 1)ჭავჭავიმიმართველი; 2)გადამღობი; 3)წყალამცილებელი; 4)ეროზიის საწინააღმდეგო.

**ძირითადი დანიშნულების მიხედვით:** 1)ფერდობის სამაგრი; 2)გრძივი კედლები და ჯებირები; 3)ზედა და ქვედა ჭავჭავიმიმართველი ჯებირები; 4)კონუსის კედლები და სამაგრები; 5)საგებობები, ნახევარსაგებობები და დეზები; 6)ტრავერსები; 7)არხები და თხრილები.

**სამშენებლო სამუშაოთა წარმოების მეთოდების ან ხასიათის მიხედვით:** 1)ინდუსტრიული; 2)ნაწილობრივ ინდუსტრიული; 3)არა ინდუსტრიული.

**I. გრძივი ნაგებობები-** განლაგებიან მდინარის ნაკადის მიმართულების გასწვრივ ან მასთან მცირე კუთხით და შეიძლება ჰქონდეთ შემდეგი სახე:

1) ნაპირსამაგრი-საყრდენი კედლები, რომლებიც წარმოადგენენ მდინარეთა ნაპირების და მიწის ვაკის ფერდობების საყრდენებს და ერთდროულად იცავენ მდინარეთა ნაპირებსა ან მიწის ვაკის მდინარის ნაკადის წამრეცხი ზემოქმედებისაგან;

2) გრძივი ჭავჭავიმიმართველი ჯებირები, გათვალისწინებულია ნაკადის აუცილებელი მიმართულების უზრუნველსაყოფად და მდინარის ნაპირებისა და მიწის ვაკის წარეცხვისაგან დასაცავად მდინარეთა დატბორვის უბნებზე;

3) მდინარეთა ნაპირებისა და მიწის ვაკის ფერდობების სხვადასხვა სამაგრები როგორებიცაა: ფერდობის მოკირწყვლა, ფერდობის ქვის ან ბეტონის სამოსი, დამცავი ბერძენი, მცოცავი მასივები, საყრდენი ტიპის მოძრავი კედლები, გაბიონის, ძეღყორის ქვა-ფიჩხოვანი სამაგრები, ნაყარი მსხვილი ქვის, ბეტონის სწორკუთხა და ფიგურული ბლოკებისაგან- (ტეტრაპოდები, ტეტრაედრები და ა.შ.).

**II. განივი ნაგებობები-** განლაგებიან ნაკადის მიმართულების მართობულად ან დახრილად მასთან გარკვეული კუთხით. ნაგებობები ღობავენ კალაპოტის ნაწილს, რითაც აძლევენ ნაკადს სასურველ მიმართულებას და იცავენ მდინარეთა ნაპირებსა და მიწის ვაკის წარეცხვისაგან. მთიან ხეობებში განივი ნაგებობები ძირითადად წარმოადგენენ მოკლე დეზებს.

როგორც უკვე ავლინებთ, მთის ხეობებში მდინარეთა ნაპირებისა და მიწის ვაკის წარეცხვისაგან დასაცავად გამოიყენება შემდეგი სქემები(ხერხები):

- 1) გრძივი ანუ პასიური, როდესაც ნაგებობები იმეორებენ ნაპირის მოხაზულობას და არ იწვევენ მდინარის რეჟიმის არსებით ცვლილებას;
- 2) განივი ანუ აქტიური ხერხი – დეზების სისტემა, რომლებიც ცვლიან მდინარის რეჟიმსა და ნაკადის მიმართულებას;

3) კომბინირებული – ზემოაღნიშნულ სქემათა ერთობლიობა (გრძივ და განივ ნაგებობათა კომბინაცია).

ნაპირდამცავ ნაგებობათა სქემის შერჩევას საჭიროა მიექცეს განსაკუთრებული ყურადღება, ხოლო რთულ პირობებში სქემის შერჩევა უნდა ხდებოდეს რამდენიმე შესაძლო ვარიანტთა ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარების საფუძველზე.

### **გამოყენებული ლიტერატურა**

1. ნ. თევლორაშვილი, ხ. ირემაშვილი ნაპირდამცავ ნაგებობათა და კალაპოტში მიმდინარე პროცესების ურთიერთშემოქმედება. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“
2. ხ. ირემაშვილი მიწის ვაკისის მშენებლობის თავისებურებანი ციკაბო ფერდობებზე და მდინარეთა ნოლებში. ჟურნალი „ტრანსპორტი“ №3-4.
3. Бегам Л. Г., Алтунин В.С., Ципин В.Ш. Регулирование водных потоков при проектировании дорог. М., „Транспорт“ .

## **КЛАССИФИКАЦИЯ БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

**Х. Иремашвили**

**Резюме**

Классификации берегоукрепительных сооружений и анализ результатов эксплуатации позволяет осуществить модернизацию и унификацию существующих сооружений, создать новые эффективные и экономичные конструкции, совершенствовать необходимую для их проектирования и строительства нормативные и методические документы, что обеспечит безопасное и бесперебойное движение поездов на на железной дороге.

## **CLASSIFICATION OF COAST-PROTECTING STRUCTURE AND THEIR IMPACT ON RAILWAY OPERATIONS EFFICIENCY**

**Kh. Iremashvili**

**Abstract**

The classification of coast-protecting structures and the analysis of operation results gives the possibility to carry out the modernization and unification of current structures, develop new efficient and economical structures, improve the necessary for their design and construction normative and methodical documentation that the safe and failure-free trains traffic on the railway.

---

შპს. 514.513

## წრეწირში ჩახაზული სამკუთხედის ერთი თვისება

გ. წულეისკირი, მ. ხუბუტია, ნ. ნოზაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175, თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია წრეწირში ჩახაზული სამკუთხედის ერთი საინტერესო თვისება, რომელიც მდგომარეობს იმაში, რომ მისი ერთ-ერთი გვერდის შუაწერტილის და ამ გვერდის მოპირდაპირე კუთხიდან სამკუთხედის ორთოცენტრამდე მანძილის შუაწერტილის შემაერთებელი ხაზის მონაკვეთი ამ სამკუთხედზე შემოხაზული წრეწირის რადიუსის ნახევრის ტოლია.

**საკანძო სიტყვები:** ორთოცენტრი, შუაწერტილი, რადიუსი, პარალელოგრამი, სიმაღლე, თეორემა, სამკუთხედის შესანიშნავი წერტილები.

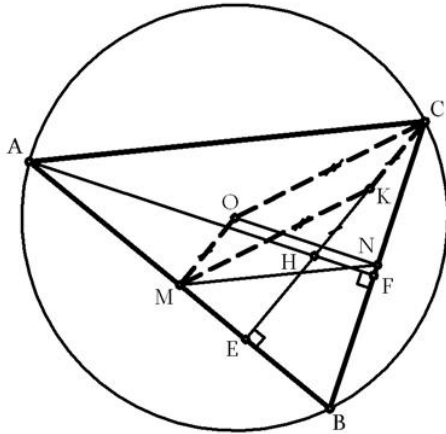
## შესავალი

პროფესორი ს. ზეტელი 1962 წელს გამოქვეყნებულ თავის ნაშრომში “სამკუთხედის ახალი გეომეტრია” განიხილავს საკითხს სამკუთხედის შესანიშნავი წერტილების შესახებ. ამ საკითხების განხილვა შეუძლებელია ეილერის თეორემების და მათი შედეგების გვერდის ავლით, რომლებიც მან გამოაქვეყნა 1765 წელს პეტერბურგის მეცნიერებათა აკადემიის მემუარებში. სწორედ ამ საკითხებზე დაყრდნობით გახდა შესაძლებელი წრეწირში ჩახაზული სამკუთხედის ერთ-ერთი თვისების გამოკვლევა და მისი სამართლიანობის განმტკიცება კერძო შემთხვევების განხილვით.

## პირითადი ნაწილი

სამკუთხედის ერთ-ერთი გვერდის შუაწერტილის და მისი მოპირდაპირე კუთხიდან სამკუთხედის ორთოცენტრამდე მანძილის შუაწერტილის შემაერთებელი მონაკვეთი ამ სამკუთხედზე შემოხაზული წრეწირის რადიუსის ტოლია.

ავაგოთ მოცემული სამკუთხედის სიმაღლები AF და CE (ნახ.1). მათი თანაკვეთის H წერტილი არის ამ სამკუთხედის ორთოცენტრი. M წერტილი არის AB გვერდის



ნახ. 1

შუაწერტილი, N წერტილი კი – BC გვერდის შუაწერტილი. O წერტილი არის ABC სამკუთხედზე შემოხაზული წრეწირის ცენტრი.

ჩვენი წინადადების დასამტკიცებლად საკმარისია ვაჩვენოთ, რომ  $|MK| = |OC|$ ,

სადაც K წერტილი არის CH მონაკვეთის შუაწერტილი.

ABC სამკუთხედის MN შუაწრფე პარალელურია AC გვერდის. გარდა ამისა  $ON \parallel AF$  (AF არის მოცემული სამკუთხედის სიმაღლე და

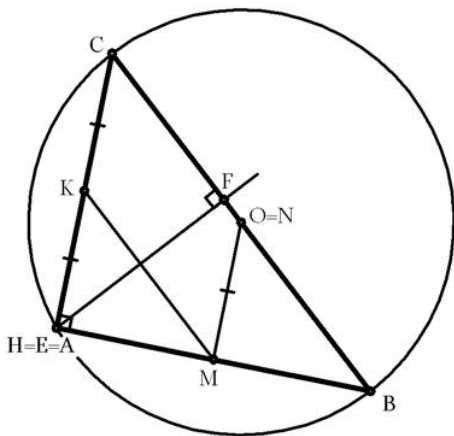
მართობულია BC გვერდის, ON კი მოცემულ სამკუთხედზე შემოხაზული წრეწირის რადიუსის ნაწილია და მართობულია BC გვერდის).

ანალოგიური მსჯელობით მტკიცდება, რომ  $OM \parallel CE$ . აქედან გამომდინარე, OMN და CHA მსგავსი სამკუთხედებია, როგორც პარალელურგვერდებიანები.

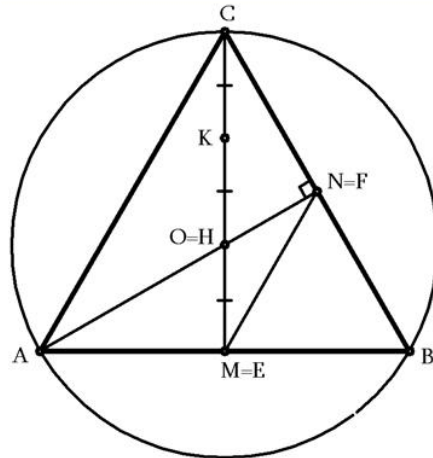
ამიტომ,  $OM / CH = MN / AC = 1 / 2$ ;

ე. ი.  $OM = CK$ ;

აგრეთვე  $OM \parallel CK$ , ე. ი. OMKC ოთკუთხედი პარალელოგრამს წარმოადგენს, საიდანაც  $MK = OC$ , რის დამტკიცებაც გვინდოდა.



ნახ. 2



ნახ. 3

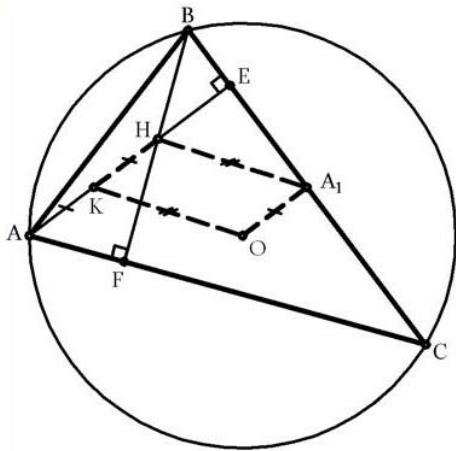
განვიხილოთ ორი კერძო შემთხვევა:

1.  $ABC$  სამკუთხედი მართკუთხაა (ნახ.2). ამ შემთხვევაში ერთმანეთს დაემთხვევა  $O$  და  $N$ , აგრეთვე  $A$ ,  $E$  და  $H$  წერტილები. ამიტომ,  $KMOC$  პარალელოგრამის არსებობა უფრო თვალსაჩინო ხდება.
2.  $ABC$  სამკუთხედი ტოლგვერდაა (ნახ.3). აქ ერთმანეთს ემთხვევა  $O$  და  $H$ ,  $M$  და  $E$ ,  $N$  და  $F$  წერტილები.  $K$ ,  $M$ ,  $O$  და  $C$  წერტილები ერთ წრეზე განლაგდება და ამ შემთხვევაშიც ეჭვს არ იწვევს, რომ  $OM=KC$  და  $OC=MK$ . აგრეთვე,  $OM\parallel CK$ . ე. ი.  $OMKC$  ოთხკუთხედი პარალელოგრამია, საიდანაც  $MK=OC$ . რის დამტკიცებაც გვინდოდა.

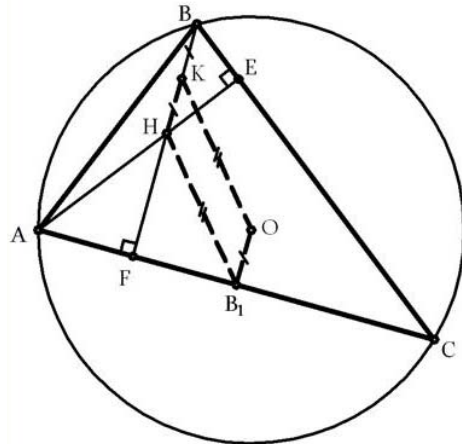
განვიხილოთ მოცემული ამოცანის ამოხსნის ყველა ვარიანტი:

I ვარიანტი:

$ABC$  სამკუთხედის სიმაღლეები დაშვებულია მისი  $A$  და  $B$  წვეროებიდან(ნახ.4,5)



ნახ. 4

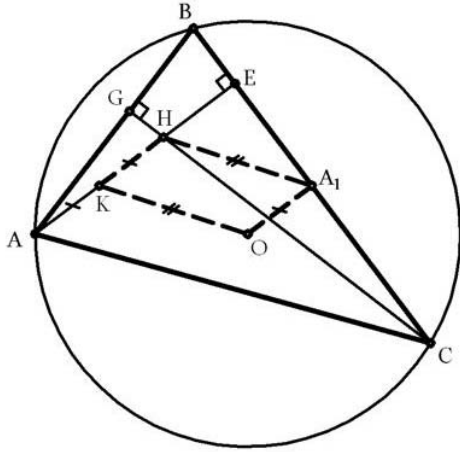


ნახ. 5

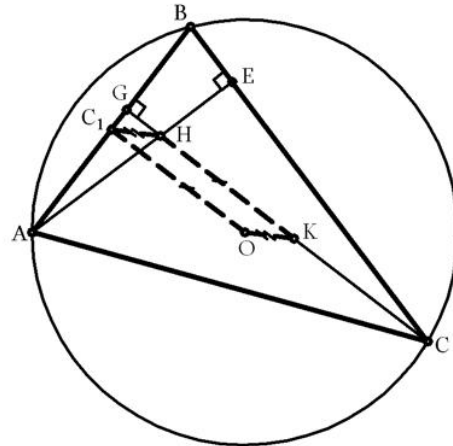
1. ავლნიშნოთ  $AE$  სიმაღლის ზოგიერთი თვისება. სიმაღლის წვეროდან ორთოცენტრამდე მანძილის ნახევარი სამკუთხედზე შემოხაზული წრეწირის ცენტრიდან წვეროს მოპირდაპირე გვერდზე დაშვებული მართობის სიგრძის ტოლია(ნახ.4).
2.  $BF$  სიმაღლისათვის (ნახ.5)  
ტოლი მონაკვეთები  $BK$  და  $KH$  სამკუთხედზე შემოხაზული წრეწირის ცენტრიდან წვეროს მოპირდაპირე გვერდზე დაშვებული მართობის სიგრძის ტოლია(ნახ.5).

II ვარიანტი:

ABC სამკუთხედის სიმაღლეები დაშვებულია მისი A და C წვეროებიდან(ნახ. 6,7).



ნახ. 6



ნახ. 7

1. AE სიმაღლისათვის:

ტოლი მონაკვეთები AK და KH სამკუთხედზე შემოსახული წრეწირის ცენტრიდან A წვეროს მოპირდაპირე BC გვერდზე დაშვებული მართობის სიგრძის ტოლია(ნახ.6).

2. CG სიმაღლისათვის:

ტოლი მონაკვეთები CK და KH სამკუთხედზე შემოსახული წრეწირის ცენტრიდან C წვეროს მოპირდაპირე AB გვერდზე დაშვებული მართობის სიგრძის ტოლია(ნახ.7).

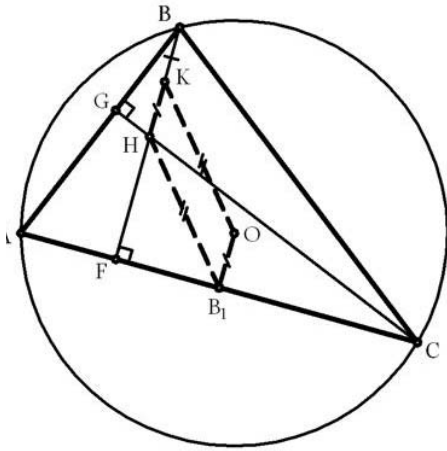
III ვარიანტი:

ABC სამკუთხედის სიმაღლეები დაშვებულია მისი B და C წვეროებიდან(ნახ. 8,9).

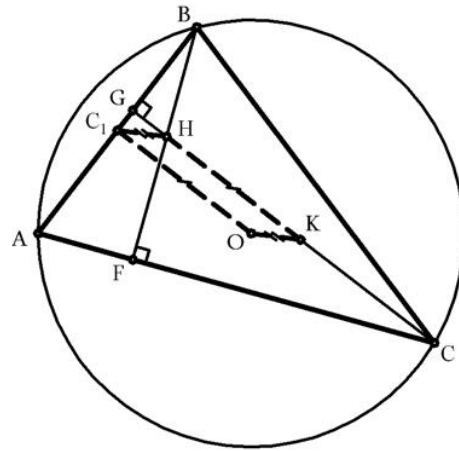
1. BF სიმაღლისათვის:

ტოლი მონაკვეთები BK და KH სამკუთხედზე შემოსახული წრეწირის ცენტრიდან B წვეროს მოპირდაპირე AC გვერდზე დაშვებული მართობის სიგრძის ტოლია(ნახ.8).

2. CG სიმაღლისათვის:



ნახ. 8



ნახ. 9

ტოლი მონაკვეთები CK და KH სამკუთხედზე შემოხაზული წრეწირის ცენტრიდან C წვეროს მოპირდაპირე AB გვერდზე დაშვებული მართობის სიგრძის ტოლია(ნახ.9).

ახლა განვიხილოთ ჩვენს მიერ შემჩნეული ზოგიერთი კანონზომიერება:

1. ექვსივე შემთხვევაში ყალიბდება პარალელოგრამი, რომლის ერთი წვერო მოცემულ სამკუთხედზე შემოხაზული წრეწირის ცენტრია; მეორე, მისი მოპირდაპირე – ამ სამკუთხედის ორთოცენტრი, მესამე – სამკუთხედის ერთ-ერთი გვერდის შუაწერტილი და მეოთხე – სამკუთხედის ამ გვერდის მოპირდაპირე წვეროდან ორთოცენტრამდე მანძილის შუაწერტილი.
2. შეიქმნა მიღებული ტოლი პარალელოგრამების სამი წყვილი. ესენია: ნახ.4-ზე და 6-ზე, ნახ.5-ზე და 8-ზე და ნახ.7-ზე და 9-ზე მოცემული შემთხვევები. ამ წყვილების საერთო თვისებად შეიძლება მივიჩნიოთ:
  - (ნახ. 4 და 6) – მონაწილეობს სამკუთხედის A წვეროდან დაშვებული სიმაღლე;
  - (ნახ. 5 და 8) – მონაწილეობს სამკუთხედის B წვეროდან დაშვებული სიმაღლე;
  - (ნახ. 7 და 9) – მონაწილეობს სამკუთხედის C წვეროდან დაშვებული სიმაღლე.



## **გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. **Зетель С.И.** Новая геометрия треугольника. – Москва, Учпедгиз, 1962.
2. **Мякишев А.Г.** Элементы геометрии треугольника. Москва: Изд. центра непрер. мат. обр., 2009.
3. **Четверухин Н.Ф.** Начертательная геометрия. – Москва: Просвещение, 1963.
4. **Костер Г.С.** Введение в геометрию. Москва. Физматгиз. 1966.

## **ОДНО СВОЙСТВО ТРЕУГОЛЬНИКА, ВПИСАННОГО В ОКРУЖНОСТЬ**

**Г. Цулейскири, М. Хубутია, Н. Нозадзе**

### **Резюме**

Рассмотрено одно интересное свойство треугольника, вписанного в окружность, в частности, что отрезок, соединяющий среднюю точку одной из его сторон со средней точкой расстояния от противоположного угла этой стороны до ортоцентра данного треугольника, равен половине радиуса описываемой окружности.

Рассмотрены все частные случаи и варианты.

## **ONE FEATURE OF INSCRIBED IN CIRCLE TRIANGLE**

**G. Tsuleiskiri, M. Khubutia, N. Nozadze**

### **Abstract**

In the work id considered one interesting feature of the inscribed in circle triangle that lies in the fact that one of its sides midpoint and line segment connected the opposite angle of this side to triangle orthocenter distance midpoint is equal to half of the circumscribed circle radius.

---

УДК 621.923

**К ВОПРОСУ СИНТЕЗА  
СЛОЖНЫХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПО  
ЗАДАННЫМ ПЕРЕХОДНЫМ ПРОЦЕССАМ**

**Мchedlishvili Т.Ф., Гвиниашвили З.М., Деметрашвили К. Г., Романадзе И.Р.  
(Грузинский технический университет, ул. М. Костава 77,  
0175, Тбилиси, Грузия)**

**Резюме:** *Современные автоматизированные системы приводов представляют собой в структурном плане сложные системы автоматического регулирования и управления, дальнейшее совершенствование которых в свою очередь является важной научно-технической задачей. В этой связи особую актуальность приобретают вопросы, связанные с параметрическим и структурным синтезом разрабатываемых систем. В настоящей работе рассматриваются оригинальные методологические подходы и приведены некоторые исходные математические зависимости, необходимые для разработки прикладных методов синтеза.*

**Ключевые слова:** система регулирования, параметрический синтез, желаемые процессы, корректирующие связи, варьируемые параметры.

**ВВЕДЕНИЕ**

Системы приводов современных машин представляют собой структурно сложные многоконтурные системы автоматического регулирования.

Тенденции дальнейшего повышения эффективности разрабатываемых систем требуют дальнейшего совершенствования методов и методик динамических исследований, направленных на их оптимизационный динамический синтез.

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

В общем случае структура системы автоматического регулирования включает в себя объект регулирования и регулятор, охваченные обратной связью по выходной координате. Одновременно с этим в системе могут присутствовать дополнительные обратные связи, по

определенным дополнительным координатам, поступающим в суммирующее устройств системы [1-3,4].

В приложение к сказанному на рис. 1 приведена известная блок-схема системы, реализующей оптимальный закон управления [1] с помощью синтезируемых обратных связей  $\beta_i(t)$  ( $i=1, \dots, n$ ), в которой: 1. количество цепей обратных связей равно порядку системы, 2. сигналы обратных связей являются измеряемыми координатами системы.

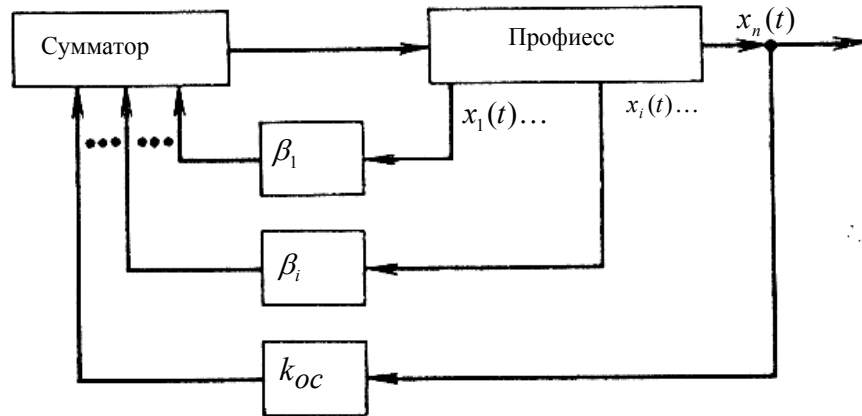


Рис. 1. Схема оптимальной системы регулирования.

Здесь же отметим, что по такой схема строится метод синтеза, обеспечивающий заданное распределение полюсов в передаточной функции замкнутой системы на комплексной плоскости, получивший в начале название метода стандартных коэффициентов, а в дальнейшем именуемой модальных управлением [2, 3].

Система нормальных уравнений динамики системы регулирования может быть записана в векторно-матричном виде [5-8].

$$\dot{X} = AX + G(t). \tag{1}$$

где

$$X(t) = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ \vdots \\ x_n(t) \end{bmatrix}; \quad G(t) = \begin{bmatrix} g_1(t) \\ g_2(t) \\ \vdots \\ g_n(t) \end{bmatrix}; \quad A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}; \tag{2}$$

$G(t)$ - функциональная матрица входных воздействий.

В приложении к одномерной системе равенство (2) может быть записано так:

$$\dot{X} = AX + G(t); \tag{3}$$

$$Y = CX, \tag{4}$$

где Y - выходная координата системы;

$$C = [0, 0 \dots 1]$$

Здесь

$$G(t) = \begin{bmatrix} g_1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

В изображениях Лапласа в приложении к многомерным системам в матричной форме имеем [7,8].

$$(sE - A)X(s) = G(s),$$

где  $E$  – единичная матрица.

В приложении же к одномерным системам будем иметь

$$N(s)x(s) = M(s)g(s),$$

где  $q(s)$  и  $x(s)$  – изображение входной и выходной координат системы, а  $N(s)$  и  $M(s)$  – определенные многочлены от степеней оператора  $s$ .

При синтезе системы по заданным переходным процессам [ 5- 8] в первую очередь составляется передаточная функция нескорректированной системы регулирования. Далее в структуру системы вводят корректирующие элементы.

Т.о. для того, чтобы на выходе системы иметь желаемую регулируемую координату  $x_{жс}(t)$  в суммирующем устройстве должно дополнительно поступать воздействие

$$g_{гжс}(t) = g_{жс}(t) - g(t). \quad (6)$$

В этом выражении:

$g_{жс}(t)$  – это воздействие, рассматриваемое во взаимосвязи с реализацией желаемой координаты  $x_{жс}(t)$ ,  $g(t)$  – входное воздействие системы.

Здесь

$$g_{жс}(s) = \frac{1}{W_{кс}(s)} x_{жс}(s) - g(s), \quad (7)$$

где

$$W_{кс}(s) = \frac{M_{кс}(s)}{N_{кс}(s)} = \frac{x(s)}{q(s)}$$

представляет собой передаточную функцию нескорректированной системы.

Отметим, что при задании выражения желаемых процессов можем руководствоваться типовыми характеристическими уравнениями, в частности приведенными в работах [3, 5].

Дальнейшая задача формирования дополнительного воздействия  $g_{gжс}(s)$  осуществляется с помощью введения корректирующих звеньев.

В общем случае задачу параметрического синтеза можно строить на основе достижения приближенного равенства

$$g_{gжс}(s) \approx \sum_i \beta_i x_i(s) + g_{ig}(s)_{noc} \quad (8)$$

или

$$x_{вжс}(t) = \sum_{i=1}^n \beta_i W(s) x_{жс}(t) \quad (9)$$

Здесь:  $W(s)$  передаточная функция разомкнутой нескорректированной системы (системы без контурной обратной связи), где  $x_{вжс}(t)$  - желаемая выходная координата.

В приложении же к матрично-векторной системе уравнений (3-4)  $i$ -ые желаемые координаты  $x_{жс}(t)$  определяются на основе решения уравнений вида

$$\begin{aligned} \dot{X} &= AX + G(t) + G_{\delta жс}(t) \\ Y_{жс} &= CX, \end{aligned} \quad (11)$$

где:

$$G_{gжс}(t) = [(g_{жс}(t) \ 0 \ \dots \ 0)]^T; \quad (12)$$

$$g_{жс}(t) = \sum \beta_i x_{iжс}(t);$$

$x_{iжс}$  - желаемые координаты синтезируемой системы.

В приложении к соответствующим оригиналам задачу параметрического синтеза можно реализовывать на основе минимизации квадратичного функционала

$$\Phi_g = \int_0^{\tau} \left[ g_{gжс}(t) - \sum_i \beta_i x_i жс(t) \right]^2 dt \quad (13)$$

или

$$\Phi_g = \int_0^{\tau} \left[ x_{гжс}(t) - \sum_i \beta_i x_{\beta_i}(t) + x_{bo}(t) \right]^2 dt \quad (14)$$

где:  $x_{вжс}(t)$  - желаемая выходная координата системы.  $x_{\beta_i}(t)$  - выходные координаты разомкнутой нескорректированной системы соответствующие,  $i$ -ым составляющим  $\beta_i x_{iжс}(t)$  дополнительного входного воздействия. а  $x_{bo}(t)$  решение системы при воздействии

$$[g(t) - k_{oc} X_{вжс}(t)];$$

$k_{oc}$  - коэффициент контурной обратной связи (обратной связи по положению в следящей системе).

Минимализацию осуществляем с помощью вариации регулируемых параметров параллельных корректирующих звеньев.

Здесь же отметим, что во многих случаях для упрощения расчетной части минимизацию функционалов (13) и (14) заменяют обработкой по методу наименьших квадратов систем условных уравнений

При более обобщенном подходе к решаемой задаче желаемые координаты  $X_{iж}(t_v)$  выявляем на основе пошагового решения системы (3-4) при заданной функции  $Y_{ж}(t_v)$ , где  $t_v$  моменты  $v$ -го шага численных решений. В более простых случаях можно использовать и аналитические расчетные зависимости.

С помощью полученных зависимости  $X_{iж}(t_v)$  формируем матрицы

$$G_{i_{гж}}(t_v) = \beta_i G_{\beta_i}(t_v) = \beta_i [-X_{iж}(t_v) \ 0 \ \dots \ 0]^T,$$

В сумме определяющие матрицу  $G_{гж}(t)$  из равенства (10), т.е.

$$G_{гж}(t) = \sum G_{i_{гж}}(t_v),$$

и далее на основе использования матричных уравнений;

$$\dot{X}_i = A_1 X_i + G_1(t) + G_{\beta_i g_{ж}}(t_u) \quad (15)$$

$$Y_i = C X_i, \quad (16)$$

где:  $A_1$ - передаточная матрица нескорректированной системы без учёта контурной обратной связи по положению;

$$G_1(t_v) = [g_1(t_v) - K_{oc} Y_{ж}(t_v) \ 0 \ 0 \dots 0]^T,$$

пошагово рассчитываем значения координаты  $Y_{во}(t_v)$  и  $X_i(t)$

Здесь  $Y_{BO}(t_v)$  – соответствует решению системы:

$$\dot{X}_i = A_1 X_i + G_1(t_v); \quad (17)$$

$$Y_i = C X_i, \quad (18)$$

а координаты  $X_i(t)$  получаются из решения уравнения

$$X_i = A X_i + G_{\beta_i g_{ж}}(t_v) \quad (19)$$

$$Y_i = C X_i \quad (20)$$

С использованием получаемых результатов приходим к условным уравнениям, в точках численного интегрирования.

Обрабатывая эти условные уравнения по методу наименьших квадратов приходим к системе нормальных уравнений относительно искомым  $\beta_i$ .

В соответствии с известной теорией синтеза по заданным переходным процессам [6,8] желаемую координату задаем в функциональной взаимосвязи с масштабным коэффициентом времени  $z_m$ , т.е. в виде  $\beta_i(z_m)$ , что дает возможность дополнительного увеличения степени приближения синтезируемого процесса к желаемому, а также решения многокритериальной задачи синтеза.

В развитии последнего в приложении к синтезу параллельных корректирующих звеньев условные уравнения в развернутой форме могут быть записаны так [8]:

$$\beta_1 x_1(Z_m t_v) + \beta_2 x_2(Z_m t_v) + \beta_{n-1} x_{n-1}(Z_m t_v) = y_m(Z_m t_v) - y_{BO}(Z_m t_v) \quad (21)$$

Обработывая систему уравнений (21) по методу наименьших квадратов, как это указано выше, приходим к системе нормальных уравнений, линейных, по отношению к искомому коэффициентом  $\beta_i$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований сформулирована обобщенная схема последовательной реализации процедур и приведены исходные математические зависимости для осуществления целенаправленного синтеза структурно-сложных систем автоматического регулирования с использованием количества обратных, как равных порядку системы, так и при их более ограниченном количестве

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Ю. Ту.** Современная теория управления. М.: Машиностроение, 1991. – 472 с.
2. **Первозванский А.А.** Курс теории автоматического управления. М.: Наука, 1986. – 616с.
3. **Иванов В.А., Медведев В.С., Чемоданов Б.К., Ющенко А.С.** Математические основы теории автоматического регулирования. Том. I. М.: Высшая школа. 1977. – 516 с.
4. Справочник по теории автоматического управления /Под ред. **А.А. Красовского.** – М.: Наука, 1987. – 712 с.
5. **Соколов Н.И.** Аналитический метод синтеза линеаризованных систем автоматического регулирования. М.: Машиностроение, 1986. – 328 с.
6. **Мчедlishvili Т.Ф.** Научные основы и прикладные задачи теории синтеза нелинейных систем приводов по заданным переходным процессам. Тбилиси, Технический университет. 2008. – 273 с.
7. **Дудик Г.А., Коновалов А.С., Орурк И.А., Осипов Л.А.** Анализ и динамический синтез на ЭВМ систем управления. М.: Наука, 1984. – 344 с.

8. **Мchedlishvili T.Ф., Мchedlishvili H.П.** Квапросу оптимизационной СЛОЖНЫХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПО ЗАДАНЫМ переходным процессам Транспорт и машиностроение. № 1 (23), Тбилиси 2012. с. 22-28

**რეგულირების რთული სისტემების მოცემული  
გარდამავალი პროცესების მიხედვით  
სინთეზის საკითხის შესახებ**

**თ. მჭედლიშვილი, ზ. ღვინიაშვილი, კ. დემეტრაშვილი, ი. რომანაძე.**

**რეზიუმე**

ამჟამად თანამედროვე ავტომატიზებული სისტემები მიეკუთვნებიან ავტომატური რეგულირებისა და მართვის რთულ სისტემებს და მათი შემდგომი სრულყოფა თავის მხრივ წარმოადგენს მნიშვნელოვან სამეცნიერო-ტექნიკურ ამოცანას. აღნიშნულის მხრივ უაღრესად აქტუალურია ამოცანები, დაკავშირებული განხილვადი სისტემების პარამეტრულ და სტრუქტურულ სინთეზთან. წარმოდგენილ ნაშრომში განიხილება თანამედროვე მანქანების რთული სისტემების მოცემული გარდამავალი პროცესების მიხედვით სინთეზის გამოყენებით მეთოდების შემუშავებისათვის საჭირო ორიგინალური მეთოდოლოგიური მიდგომები და საწყისი მათემატიკური დამოკიდებულებები.

**ON ISSUE OF SYNTHESIS OF COMPLEX CONTROL  
SYSTEMS ON SET TRANSIENT PROCESSES**

**Mchedlishvili T.F., Gviniashvili Z.M., Demetrashvili K. G., Romanadze I. R.**

**Summary**

Current automatic actuator systems structurally represents complex automatic regulation and control system, further improvement of that in turn represents the complex scientific and engineering problem. In connection with this the rather actual are issues related with optimization parametrical and structural synthesis of developed systems. In the present work are considered original methodological approaches and are given some initial mathematical dependencies that are required for development of applied methods of synthesis.



შპს 634. 0. 36

**განივგადასატანი საბავირო მორსათრევი  
დანადგარის ბავირ-ბლოკური სქემის დამუშავება  
და საწვევი ბავირის ანგარიში**

დ. ნაცყებია, რ. ტყემალაძე, ზ. ბალამწარაშვილი, პ. დუნდუა, ი. გელაშვილი  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი  
საქართველო)

*რეზიუმე: დამუშავებულია მეთოდიკა განივგადასატანი საბავირო მორსათრევი დანადგარის ჯალამბარის საწვევ ბავირში მაქსიმალური საანგარიშო წვევის ძალის განსაზღვრისათვის. შედგენილია ბავირის მოძრაობის სქემა და დადგენილია წინააღმდეგობის სახეები და ადვილები, სადაც აღიძვრება აღნიშნული წინააღმდეგობები. საწვევ ბავირში მაქსიმალური საანგარიშო წვევის ძალის განსაზღვრის დროს, დამუშავებული მეთოდიკის საფუძველზე, ბავირის მოძრაობის სქემის და წინააღმდეგობის მოდების წერტილების ძალები საწყისი წერტილიდან დოლზე ბავირის მიწყდომის წერტილამდე. წინააღმდეგობების ჯამური ძალის მიხედვით ხდება ჯალამბარის ძრავის სიმძლავრის ანგარიში მარგი დატვირთვისა და უქში სვლის დროს. საწვევ ბავირში მაქსიმალური წვევის ძალიდან გამომდინარე განსაზღვრულია გამგლევი ძალა და შერჩეულია საწვევი ბავირის დიამეტრი.*

**საკვანძო სიტყვები:** საწვევი ბავირი, მზიდი ბავირი, ტყეკაფი, ჯალამბარი, ურიკა.

განივგადასატანი საბავირო მორსათრევი დანადგარის საწვევი ბავირი შეიძლება მუშაობდეს შემდეგ რეჟიმებში (ნახ. 1, ა, ბ, გ):

1. ხე-ტყის მთლიანად მიწისზედა მორთრევის რეჟიმში (ნახ. 1, ა);
2. ხე-ტყის ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მიწისზედა მორთრევის რეჟიმში – სპეციალური ურიკის გამოყენებით (ნახ. 1, ბ);
3. ხე-ტყის ნახევრად დაკიდულ მდგომარეობაში მორთრევის რეჟიმში – განივგადასატანი მზიდი ბავირის და დამხმარე ურიკის გამოყენებით (ნახ. 1, გ).

წვევის ძალის სიდიდე წერტილებში დამოკიდებულია ბავირის საწყის მდებარეობაში დაბრუნების ხერხზე. ხე-ტყის მორთრევის დროს სატვირთო ბავირი ტყეკაფზე შეიძლება

დავაბრუნოთ, როგორც ხელით, ასევე სპეციალური ჯალამბარით ან საწევი ჯალამბარის მეორე დოლის დახმარებით.

საწევი ჯალამბარის ბაგირში მაქსიმალური საანგარიშო წევის ძალის განსაზღვრის დროს საჭიროა შედგეს ბაგირის მოძრაობის სქემა, დადგინდეს ადგილები, სადაც აღიძვრება წინააღმდეგობები და მათი თანმიმდევრობითი შეჯამებით გამოითვალოს მაქსიმალური წევის ძალა, მოძრაობის საწყისი წერტილიდან დოლზე ბაგირის მიწყდომის წერტილამდე.

ნახ. 1-ზე მოყვანილია ტყეკაფზე საწევი ჯალამბარით ხე-ტყის მორთრევის შესაძლო სქემები: ა – მიწისზედა; ბ – მიწისზედა ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში სპეციალური ორთველიანი ურიკით; გ – ნახევრად დაკიდულ მდგომარეობაში განივ-გადასატან მზიდ ბაგირზე დაყენებული დამატებითი – დამხმარე ურიკით, რომლების სატვირთო ბაგირის უკან ტყეკაფზე დაბრუნება წარმოებს ჯალამბარის მეორე დოლით.

შოლტის ან მორის სახით მოჭრილი ხე გადაადგილდება საწევი ბაგირით, რომელიც ეხვევა ძირითად დოლზე, ხოლო ტვირთზე ან ურიკაზე ჩაბმული დასაბრუნებელი ბაგირი გადმოიხვევა დასაბრუნებელი დოლიდან. საბაგირო ტრასის მზიდ ბაგირამდე შოლტის მიტანის შემდეგ ურიკა თავისუფლდება ტვირთისაგან და სატვირთო დოლი დასაბრუნებელი დოლის და ბაგირის დახმარებით ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში.

განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის შემთხვევაში (ნახ. 1. ა, ბ, გ) აღიძვრება წინააღმდეგობები, რომლებიც უნდა გადაილახოს ჯალამბარის საწევი ბაგირით.

ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ტვირთის გადაადგილების წინააღმდეგობა:

$$W_1 = Q\omega; \quad (1)$$

დახრილო სიბრტყეზე:

ზევით

$$W_1 = Q(\sin \alpha + \omega \cos \alpha); \quad (2)$$

ქვევით

$$W_1 = Q(\omega \cos \alpha - \sin \alpha). \quad (3)$$

საწევი ბაგირის სიბრტყეზე გადაადგილების წინააღმდეგობა:

ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე

$$W_2 = G_1 L_1 \omega_1; \quad (4)$$

დახრილ სიბრტყეზე:

ზევით

$$W_2 = G_1 L_1 (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha), \quad (5)$$

ქვევით

$$W_2 = G_1 L_1 (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha). \quad (6)$$

სადაც,  $Q$  – გადასაადგილებელი ტვირთის წონა, კგ;

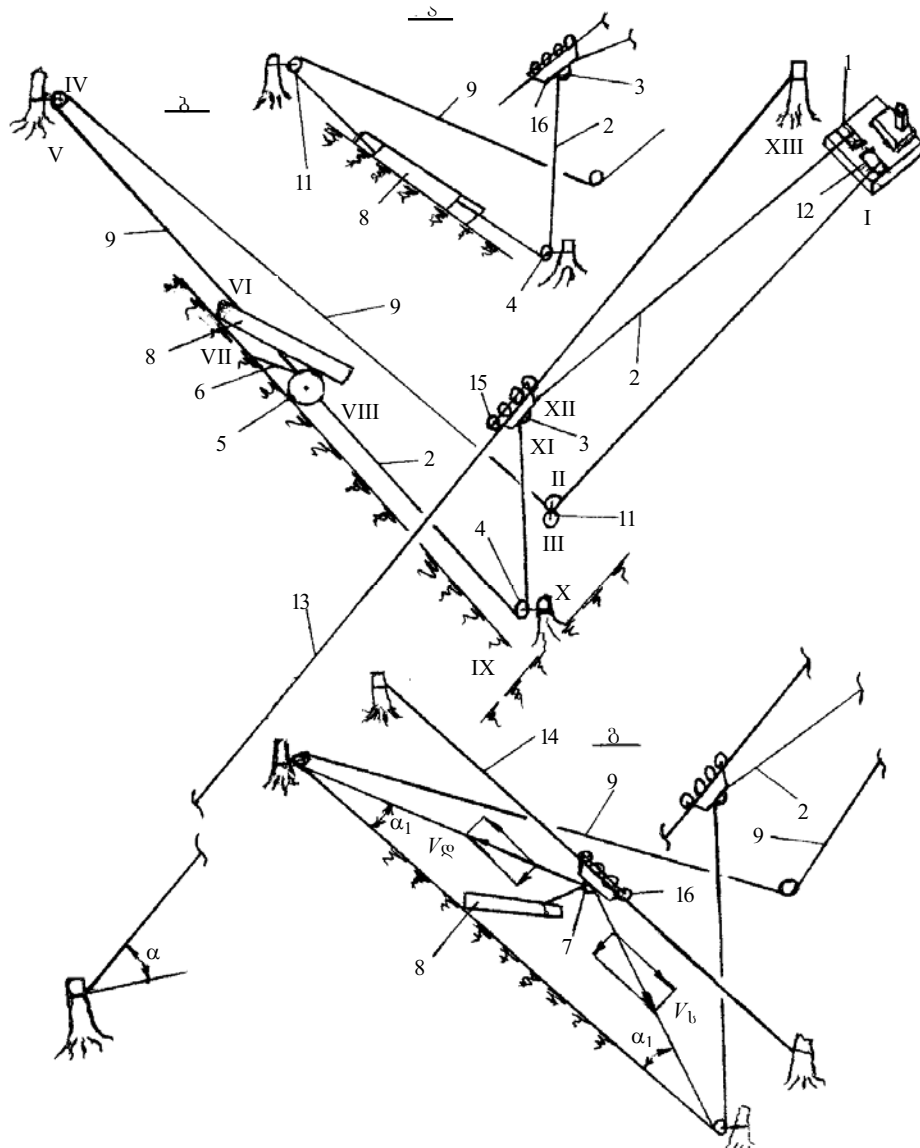
$\alpha$  – გადაადგილების სიბრტყის დახრის კუთხე, გრად;

$\omega$  – ტყის გრუნტზე ხე-ტყის გადაადგილების წინააღმდეგობის კოეფიციენტი;

$L_1$  – საწვევი ბაგირის მაქსიმალური თავისუფალი სიგრძე, მ;

$G_b$  – 1 გრძ.მ საწვევი ბაგირის წონა, კგ;

$\omega_1$  – ტყის გრუნტზე ბაგირის გადაადგილების წინააღმდეგობის კოეფიციენტი.



ნახ. 1. ა, ბ, გ. განივგადასატანი საბაგირო მორსატრევი დანადგარის სქემა:

ა – ხე-ტყის მორსატრევის რეჟიმი; ბ – ხე-ტყის ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მიწისზედა მორსატრევის რეჟიმი, სპეციალური ურიკის გამოყენებით; გ – ხე-ტყის ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მორსატრევის რეჟიმი, განივგადასატანი მზიდი ბაგირის და დამხმარე ურიკის გამოყენებით. 1 – სატვირთო დოლი; 2 – სატვირთო ბაგირი; 3 – ძირითად ურიკაზე დასმული ბლოკი; 4 – მიწისზედა ბლოკი; 5 – ორთვალა ურიკა; 6 – ორთვალა ურიკის დასატვირთი ფარი; 7 – დამხმარე ურიკის ბლოკი; 8 – მორი; 9 – დასაბრუნებელი ბაგირი; 10 – ბლოკი; 11 – ორმაგი ბლოკი; 12 – დასაბრუნებელი დოლი; 13 – მთავარი მზიდი ბაგირი; 14 – დამხმარე განივგადასატანი მზიდი ბაგირი; 15 – ძირითადი ურიკა; 16 – დამხმარე ურიკა; I-XIII წერტილები, რომლებშიც განისაზღვრება წინააღმდეგობის ძალები

მიმართველ ბლოკზე ბაგირის შემოვლების წინააღმდეგობა:

$$W_3 = S_{\text{ბიბ}} \omega_2, \quad (7)$$

სადაც  $S_{\text{ბიბ}}$  – ბაგირის შტოში ბლოკზე მიმწვდომი ძალა, კგ;

$\omega_2$  – წინააღმდეგობის კოეფიციენტი ბლოკში, გამოწვეული ბაგირის სიხისტით და ხახუნით ბლოკის საყრდენებში, სრიალის ხახუნის დროს საყრდენებში  $\omega_2 = 0,1$ .

ტვირთის ინერციით გამოწვეული წინააღმდეგობა, აღძრული მისი ადგილიდან დაძვრის მომენტში

$$W_4 = ma = \frac{Q}{g} \cdot \frac{V}{t}, \quad (8)$$

სადაც  $m$  – ტვირთის მასა, კგ.წმ<sup>2</sup>/მ;

$a$  – ტვირთის აჩქარება, მ/წმ<sup>2</sup>;

$V$  – ტვირთის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ;

$t$  – პერიოდი, რომლის დროსაც ტვირთი მიიღებს საწვეი ბაგირის საბოლოო სიჩქარეს, წმ.

ამასთან

$$V = V_{\text{საბ}} - V_{\text{საწ}}, \quad (9)$$

სადაც  $V_{\text{საბ}}$  და  $V_{\text{საწ}}$  – ტვირთის საბოლოო და საწყისი სიჩქარეები.

თუ  $V_{\text{საწ}} = 0$ , მაშინ

$$W_4 = \frac{QV_{\text{საბ}}}{gt}. \quad (10)$$

თუ ტვირთი ბაგირის მოძრაობის დროს წაიტაცება  $V_{\text{საბ}}$  სიჩქარით, მაშინ დრო, რომლის განმავლობაში ტვირთი იძენს  $V_{\text{საბ}}$  სიჩქარეს შეიძლება იყოს ძალზე მცირე; ამ შემთხვევაში  $W_4$ -ის მნიშვნელობამ შეიძლება მიაღწიოს დიდ სიდიდეს.

საწყის მდგომარეობაში ბაგირის მექანიკურად დაბრუნების სქემებში ტვირთის მოჭიმვის დროს, საჭიროა გადაილახოს დოლიდან ბაგირის დასაბრუნებელი შტოს გაშლისა და მისი სიბრტყეზე გადაადგილების წინააღმდეგობა, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$W_5 = W_5' + W_5'' + W_5''', \quad (11)$$

სადაც  $W_5'$  – დასაბრუნებელი დოლის ბრუნვის წინააღმდეგობა, კგ;

$W_5''$  – დასაბრუნებელი დოლის და მასზე დახვეული ბაგირის ინერციით აღძრული წინააღმდეგობა, კგ;

$W_5'''$  – დასაბრუნებელი ბაგირის გადაადგილების წინააღმდეგობა, კგ.

აღნიშნული სიდიდეების საანგარიშო ფორმულებია:

$$W'_5 = j' G_{\text{დ}} f_0 \frac{d_{\text{დ}}}{D_{\text{დ}}}; \quad (12)$$

$$W''_5 = \frac{0,7 G_{\text{დ}} D_{\text{დ}}^2 \pi m_{\text{დ}}}{R_{\text{საშ}} 4g30t}. \quad (13)$$

დასაბრუნებელი ბაგირის ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე გადაადგილების წინააღმდეგობა ტოლია

$$W'''_5 = G_2 L_2 \omega_1; \quad (14)$$

დახრილ სიბრტყეზე:

ზევით

$$W'''_5 = G_2 L_2 (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha); \quad (15)$$

ქვევით

$$W'''_5 = G_2 L_2 (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha), \quad (16)$$

სადაც  $j'$  – ფრიქციულ ქუროზე და ჯალამბარის მუხრუჭზე შემუხრუჭების გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი; ლენტური ფრიქციული ქუროს დროს –  $j' = 1,3$ , კონუსურის –  $j' = 1,2$ ;

$G_{\text{დ}}$  – დასაბრუნებელი დოლის წონა მასზე დახვეული ბაგირით, კგ;

$f_0$  – დოლის საყრდენებში ხახუნის კოეფიციენტი;

$d_{\text{დ}}$  – დასაბრუნებელი დოლის ღერძის დიამეტრი, მ;

$D_{\text{დ}}$  – დასაბრუნებელი დოლის დიამეტრი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით, მ;

$n_{\text{დ}}$  – დასაბრუნებელი დოლის ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ;

$R_{\text{საშ}}$  – დასაბრუნებელი დოლის რადიუსი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით, მ;

$\theta$  – დოლის გაქანების დრო სიჩქარემდე, რომელიც ტოლია საწვეი ბაგირის სიჩქარისა (საშუალოდ 3-4 წმ), წმ;

$G_2 - 1$  გრძ.მ დასაბრუნებელი ბაგირის წონა, კგ;

$L_2$  – დასაბრუნებელი ბაგირის ნაწილის სიგრძე, მ.

განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ბაგირ-ბლოკური სქემების (ნახ. 1, ა, ბ, გ) სამივე შემთხვევაში საწვეი და დასაბრუნებელი ბაგირები განლაგებულია ტყის გრუნტზე, როგორც ჰორიზონტალურ და დახრილ, ასევე საყრდენის გარეშე ვერტიკალურ და

დახრილ სიბრტყეებში – საწვევი ბაგირის ძირითადი ურიკის ბლოკში გავლის შემდეგ. ჯალამბარის საწვევ ბაგირში საანგარიშო ძალას განსაზღვრავენ თანმიმდევრობით I წერტილიდან ანუ ჩაშვების ადგილიდან – დასაბრუნებელი ბაგირის დოლიდან, მუშა დოლზე საწვევი ბაგირის მიწვდომის XIII წერტილამდე.

ძალა  $S_I$  I წერტილში (ნახ. 1, ბ) ტვირთის დაუმყარებელი – არათანაბარი მოძრაობის დროს ტოლია

$$S'_I = W'_5 + W''_5 = j'G_{\text{გ}} f_0 \frac{d_{\text{გ}}}{D_{\text{გ}}} + \frac{0,7G_{\text{გ}} D_{\text{გ}}^2 \pi n_{\text{გ}}}{R'_{\text{ბ.ს.ა.შ}} 4g30t}, \quad (17)$$

ხოლო VIII წერტილში დაუმყარებელი მოძრაობის დროს გვაქვს

$$S_{VIII} = S_{VI} + W_6 + W_4 = S_{VI} + Q\omega + \frac{QV_{\text{ს}}}{gt}.$$

დასაბრუნებელი დოლის ბრუნთა რიცხვი იანგარიშება საწვევი ბაგირის საშუალო სიჩქარიდან გამომდინარე, ბაგირდახვეული დასაბრუნებელი დოლის  $n'_0$  რიგისათვის

$$n_{\text{გ}} = \frac{60 \cdot V_{\text{ს.ს.ა.შ}}}{\pi \cdot D_{\text{გ}}},$$

სადაც  $V_{\text{ს.ს.ა.შ}}$  – საწვევი ბაგირის საშუალო სიჩქარე, მ/წმ.

დასაბრუნებელი ბაგირდახვეული დოლის საშუალო დიამეტრი იანგარიშება ფორმულით:

$$D_{\text{გ}} = D + n'_0 d'_{\text{გ}}, \quad (3)$$

სადაც  $D$  – დასაბრუნებელი დოლის დიამეტრი ბაგირის გარეშე  $D \geq 16d_{\text{გ}}$ ;

$d'_{\text{გ}}$  – დასაბრუნებელი ბაგირის კვეთის დიამეტრი, მმ;

$n'_0$  – დასაბრუნებელ დოლზე დახვეული ბაგირის რიგების მაქსიმალური რაოდენობა.

დამყარებული-თანაბარი მოძრაობის დროს I–XIII წერტილებში წინააღმდეგობების ძალები იანგარიშება ფორმულებით:

$$\text{I} - S_I = W'_5 = j'G_{\text{გ}} f_0 \frac{d_{\text{გ}}}{D_{\text{გ}}};$$

$$\text{II} - S_{II} = S_I + W''_{5.1} = S_I + G_2 L_{I-II} (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha);$$

$$\text{III} - S_{III} = S_{II} + W_{3.1} = S_{II} + S_{II} \omega_2 = S_{II} (1 + \omega_2);$$

$$\text{IV} - S_{IV} = S_{III} + W''_{5.2} = S_{III} + G_2 L_{III-IV} (\omega_1);$$

$$\text{V} - S_V = S_{IV} + W_{3.2} = S_{IV} (1 + \omega_2);$$

$$\text{VI} - S_{VI} = S_V + W''_{5.3} = S_V + G_2 L_{V-VI} \omega_1;$$

$$\text{VIII} - S_{VIII} = S_{VI} + W_6 + W_4 = S_{VI} + Q\omega; \quad (18)$$

$$\text{IX} - S_{IX} = S_{VIII} + W_{2.1} = S_{VIII} + G_1 L_{VIII-IX} \omega_1;$$

$$\begin{aligned}
X - S_X &= S_{IX} + W_{3,3} = S_{IX} + S_{IX} \omega_2 = S_{IX} (1 + \omega_2); \\
XI - S_{XI} &= S_X + W_{2,2} = S_X + G_1 L_{X-XI}; \quad \omega_1 = 0, \quad \alpha = 90^\circ; \\
XII - S_{XII} &= S_{XI} + W_{3,4} = S_{XI} + S_{XI} \omega_2 = S_{XI} (1 + \omega_2); \\
XIII - S_{XIII} &= S_{XII} + W_{2,3} = S_{XII} + G_1 L_{XII-XIII} (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\
&= S_{XII} + G_1 L_{XII-XIII} (-\sin \alpha), \quad \omega_1 = 0, \quad \alpha = 35^\circ,
\end{aligned}$$

სადაც  $V_b$  - საწვევი ბაგირის სიჩქარე, მ/წმ;

$L_{I-II}$ ,  $L_{III-IV}$ ,  $L_{V-VI}$ ,  $L_{VIII-IX}$ ,  $L_{X-XI}$ ,  $L_{XII-XIII}$  - მანძილები შესაბამის წერტილებს შორის, მ.

ძალა  $S_{XIII}$  მეორე სქემის (ნახ. 1, ბ) მიხედვით იანგარიშება იგივე ფორმულებით. აღნიშნული სქემისათვის განსხვავება იქნება იმაში, რომ VII წერტილში წინააღმდეგობის ძალა  $S_{VII}$ , ხე ტყის  $Qn_1$  მასის ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში ტყის გრუნტზე სპეციალური ურიკის გამოყენებით მორთრევის დროს ტოლია

$$VII - S_{VII} = S_{VI} + W_{6,1} + W_{4,1} = S_{VI} + Qn_1 \omega + \frac{Qn_1 V_b}{gt}, \quad (19)$$

ხოლო ურიკაზე დატვირთული ხე-ტყის  $Qn_2$  ნაწილის მორთრევაზე VIII წერტილში ძალა ტოლია

$$VIII - S_{VIII} = S_{VII} + W_{6,2} + W_{4,2} = S_{VII} + 0,86 Qn_3 \sqrt{\frac{Q_n}{bcD_{\gamma}^2 n_3}} + \frac{Q_n V_b}{gt}, \quad (20)$$

სადაც  $n_1$  - ტყის გრუნტზე მოთრეული ხე-ტყის ტვირთის ნაწილის განმსაზღვრელი კოეფიციენტი;

$n_2$  - ურიკაზე დატვირთული ხე-ტყის ნაწილის განმსაზღვრელი კოეფიციენტი;

$Q_n$  - ურიკის და ურიკაზე დატვირთული ტვირთის ნაწილის წონა,

$$Q_n = Qn_2 + G_{\gamma}, \quad \text{კგ};$$

$G_{\gamma}$  - ურიკის წონა, კგ;

$n_3$  - თვლების რაოდენობა ურიკაზე, 2;

$b$  - ურიკის ფოლადის თვლის სიგანე, სმ;

$c$  - ნიადაგის სიმყარის კოეფიციენტი, კგ/სმ<sup>3</sup>;

$D_{\gamma}$  - ურიკის თვლის დიამეტრი, სმ.

ძალა  $S_{VIII}$  მესამე სქემის (ნახ. 1, გ) მიხედვით იანგარიშება იგივე ფორმულებით. განსხვავება მეორე სქემისაგან მდგომარეობს იმაში, რომ VIII წერტილში განივგადასატანი მზიდი ბაგირის და დამატებითი ურიკის შემთხვევაში ძალა  $S_{VIII}$  ტოლია:

$$\text{VIII} - S_{VIII} = S_{VIII} + W_{6.2} \cos \alpha_1 + W_{4.2} = S_{VII} + Q'_n \omega_2 \cos \alpha_1 + \frac{Q'_n V_b \cos \alpha_1}{gt}, \quad (21)$$

სადაც  $Q'_n$  – დამატებითი განივგადასატან მზიდ ბაგირზე დადგმული ურიკის და მასზე მოსული

ტვირთის ნაწილის წონა,  $Q'_n = Qn_2 + G'_y$ , კგ;

$\omega_3$  – მზიდ ბაგირზე დამატებითი ურიკის გადაადგილების წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, 0,1;

$G'_y$  – დამატებითი ურიკის წონა, კგ;

$\alpha_1$  – ბაგირის დახრის კუთხე განივ სიბრტყეში.

მესამე სქემის მიხედვით  $S_{VI}$  და  $S_{IX}$  ძალების მნიშვნელობები იანგარიშება შემდეგი ფორმულებით:

$$\text{VI} - S_{VI} = S_V + W_{2.4} = S_V + G_2 \frac{L_{V-VI}}{\cos \alpha_1} \sin \alpha_1 = S_V + G_2 L_{V-VI} \operatorname{tg} \alpha_1; \quad \omega_1 = 0, \quad \alpha_{1\max} = 30^\circ; \quad (22)$$

$$\text{IX} - S_{IX} = S_{VIII} + W_{2.5} = S_{VIII} + G_1 \frac{L_{VIII-IX}}{\cos \alpha_1} (-\sin \alpha_1) = S_{VIII} + G_2 L_{VIII-IX} (-\operatorname{tg} \alpha_1);$$

$$\omega_1 = 0, \quad \alpha_{1\max} = -30^\circ. \quad (23)$$

ძალა XIII წერტილში არის ის მაქსიმალური ძალა  $S_{XIII}$ , რომლის მიხედვითაც იანგარიშება საწვეი ბაგირის დიამეტრი და განისაზღვრება საბაგრო დანადგარის ჯალამბარის ძრავას სიმძლავრე.

ჯალამბარის რგოლებში დანაკარგების გათვალისწინებით (დოლიდან ძრავამდე) ძრავას მაქსიმალური სიმძლავრე იქნება:

$$N = \frac{S_{XIII} V_b}{75 \cdot \eta_{\max}}, \quad (24)$$

სადაც  $\eta_{\max}$  – დოლიდან ძრავამდე გადაცემების ყველა რგოლების, მ.ქ.კ.;

$V_b$  – საწვეი ბაგირის სიჩქარე, მ/წმ.

მაქსიმალური წვეის ძალა დასაბრუნებელ ბაგირზე განისაზღვრება უკუ რიგით. ამ შემთხვევაში საწყისს წარმოადგენს სატვირთო დოლიდან საწვეი ბაგირის გაშლის წინააღმდეგობის ძალა XIII წერტილში. წინააღმდეგობის ძალა XIII წერტილში სამივე სქემის (ნახ. 1, ბ, გ) მიხედვით იანგარიშება ფორმულით:

$$S_{XIII} = j' G_b f_0 \frac{d_b}{D_b} + \frac{0,7 G_b D_b^2 \pi m_b}{R'_{b,აშ} 4g30t}, \quad (25)$$

სადაც  $G_b$  – სატვირთო დოლის წონა მასზე დახვეული ბაგირით, კგ;

$d_b$  – სატვირთო დოლის ლერძის დიამეტრი, მ;



$D_b$  – სატვირთო დოლის დიამეტრი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით, მ;

$n_b$  – სატვირთო დოლის ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ;

$R'_{ბაგ}$  – სატვირთო დოლის რადიუსი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით, მ;

$\epsilon$  – სატვირთო დოლის გაქანების დრო სიჩქარეზე, რომელიც ტოლია დასაბრუნებელი ბაგირის სიჩქარისა (3-4) წმ.

საწვევი დოლის ბრუნთა რიცხვი იანგარიშება დასაბრუნებელი ბაგირის საშუალო სიჩქარიდან გამომდინარე, ბაგირდახვეული საწვევი დოლის  $n'_0$  რიგისათვის

$$n_b = \frac{60 \cdot V_{დ.ბაგ}}{\pi \cdot D_b}.$$

საწვევი ბაგირის ბაგირდახვეული დოლის დიამეტრი იანგარიშება ფორმულით:

$$D_b = D' + n'_0 d_b,$$

სადაც  $'$  – საწვევი დოლის დიამეტრი ბაგირის გარეშე;

$n'_0$  – საწვევ დოლზე დახვეული ბაგირის რიგების მაქსიმალური რაოდენობა, ვიღებთ

$$n'_0 = 15;$$

$d_b$  – საწვევი ბაგირის დიამეტრი, მმ;

$G_1 - 1$  გრძ.მ საწვევი ბაგირის წონა, კგ.

ძალა წერტილებში დასაბრუნებელი ბაგირის დამყარებული მოძრაობის დროს ტოლია:

$$XIII - S_{XIII} = j' G_b f_0 \frac{d_b}{D_b};$$

$$XII - S_{XII} = S_{XIII} + W_{2.1} = S_{XIII} + G_1 L_{XIII-XII} (-\sin \alpha), \quad \alpha = 35^\circ, \quad \omega_1 = 0;$$

$$XI - S_{XI} = S_{XII} + W_{3.1} = S_{XII} + S_{XII} \omega_2 = S_{XII} (1 + \omega_2);$$

$$X - S_X = S_{XI} + W_{2.2} = S_{XI} + G_1 L_{XI-X}, \quad \omega_1 = 0, \quad \alpha = 90^\circ;$$

$$IX - S_{IX} = S_X + W_{3.2} = S_X + S_X \omega_2 = S_X (1 + \omega_2);$$

$$VI - S_{VI} = S_V + W_{5.3}''' = S_V + G_2 L_{V-VI} \omega_1;$$

$$V - S_V = S_{IX} + W_{2.3} = S_{IX} + \left( \frac{G_2}{2} + \frac{G_1}{2} \right) L_{IX-V} \omega_1;$$

$$IV - S_{IV} = S_V + W_{3.5} = S_V + S_V \omega_2 = S_V (1 + \omega_2);$$

$$III - S_{III} = S_{IV} + W_{2.4} = S_{IV} + G_2 L_{IV-III} \omega_1;$$

$$II - S_{II} = S_{III} + W_{3.4} = S_{III} + S_{III} \omega_2 = S_{III} (1 + \omega_2);$$

$$I - S_I = S_{II} + W_{2.5} = S_{II} + G_2 L_{II-I} (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha).$$

ძალები მეორე სქემის მიხედვით (ნახ. 1, ბ) დასაბრუნებელ ბაგირზე წერტილებში I-XIII იანგარიშება იგივე ფორმულებით, იმ განსხვავებით, რომ მეორე სქემის დროს ხდება ორთველიანი ურიკის დაბრუნება საწყის მდგომარეობაში, საიდანაც გამომდინარე VIII, VII და V წერტილებში წვევის ძალის საანგარიშო ფორმულები მიიღებენ შემდეგ სახეს:

$$\text{VIII} - S_{VIII} = S_{IX} + W_{2.4} = S_{IX} + G_1 L_{IX-VIII} \omega_1; \quad (27)$$

$$\text{VII} - S_{VII} = S_{VIII} + 0,85 G_{\text{უ}} \sqrt[3]{\frac{G_{\text{უ}}}{bcD_{\text{უ}}^2 n_3}} + \frac{G_{\text{უ}} V_{\text{გ}}}{gt}; \quad (28)$$

$$\text{V} - S_V = S_{VII} + W_{2.6} = S_{VII} + G_2 L_{VII-V}. \quad (29)$$

იგივე პირობებში ძალები მესამე სქემის მიხედვით (ნახ. 1, გ) წერტილებში I-XIII იანგარიშება იგივე ფორმულებით, იმ განსხვავებით, რომ ურიკა დაბრუნების დროს გადაადგილება არა გრუნტზე, არამედ განივკადასატან მზიდ ბაგირზე, საიდანაც გამომდინარე VIII, VII და V წერტილებში წვევის ძალის საანგარიშო ფორმულები, დასაბრუნებელ ბაგირზე მიიღებენ შემდეგ სახეს:

$$\text{VIII} - S_{VIII} = S_{IX} + W_{2.6} = S_{IX} + G_1 \frac{L_{IX-VIII}}{\cos \alpha_1} (-\sin \alpha_1) = S_{IX} + G_1 L_{IX-VIII} (-tg \alpha_1);$$

$$\omega_1 = 0, \quad \alpha_{1\max} = 30^\circ; \quad (30)$$

$$\text{VII} - S_{VII} = S_{VIII} + W_{6.1} = S_{VIII} + G_{\text{უ}} \omega_3 \cos \alpha_1 + \frac{G_{\text{უ}} V_{\text{გ}} \cos \alpha_1}{gt}; \quad (31)$$

$$\text{V} - S_V = S_{VII} + W_{2.7} = S_{VII} + G_2 \frac{L_{VII-V}}{\cos \alpha_1} \sin \alpha_1 = S_{VII} + G_2 L_{VII-V} tg \alpha_1; \quad \omega_1 = 0, \quad \alpha_{1\max} = 30^\circ. \quad (32)$$

ჯალამბარის ძრავას სიმძლავრე სატვირთო და დასაბრუნებელი ბაგირების უკუსვლის დროს, მარგი დატვირთვის გარეშე ტოლია

$$N = \frac{S_i V_{\text{გ}}}{75 \cdot \eta_{\max}},$$

სადაც  $V_{\text{გ}}$  – დასაბრუნებელი ბაგირის სიჩქარე, მ/წმ.

ამრიგად, ჩვენს მიერ დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე მიღებულია ფორმულები საწვევ ბაგირში წინააღმდეგობის ძალების საანგარიშოდ I წერტილიდან XIII წერტილის ჩათვლით და შესაბამისად, დასაბრუნებელ ბაგირში წვევის ძალის საანგარიშოდ XIII წერტილიდან I წერტილის ჩათვლით, რის საფუძველზედაც შესაძლებელია საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ბაგირ-ბლოკური სქემისათვის ვიანგარიშოთ საწვევი და დასაბრუნებელი ბაგირების დიამეტრები და განვსაზღვროთ ძრავას სიმძლავრე.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. ბალამწარაშვილი ზ., კოკია გ., ღუნდუა პ. – ტყეკაფითი სამუშაოების მანქანები და ტექნოლოგია მთიან პირობებში, სმექსკ ინსტიტუტი, თბილისი, 2008წ.;
2. ბალამწარაშვილი ზ., გელაშვილი ი., ტყემალაძე რ., ჩიტბე ზ. – ხე-ტყის ორმხრივი საპაერო საბაგირო მორსატორევი დანადგარი, საქპატენტი, პატენტი GEP 4779B. 09.10.09. №17.
3. მოსულიშვილი დ., ბალამწარაშვილი ზ., ნარიმანაშვილი მ., ტყემალაძე რ., ღუნდუა პ. – ტყესაკაფი სამუშაოების ეკოლოგიურად უვნებელი ტექნოლოგიები და მანქანები მთიან პირობებში. „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, სტუ, გამომცემლობა „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, თბილისი, 2010წ., №2(18), 90-95გვ.
4. Л.А. Занегин, И. В. Воскобойников, Н.С. Еремеев. Машины и механизмы для каматной трелевки. МГУ леса, Москва 2004, с. 445.
5. გვაზავა ლ., ხე-ტყის დამზადება, სს სასოფლო სამეურნეო უნივერსიტეტი, თბილისი, 2009წ., გვ. 160.

### DEVELOPMENT OF TRANSVERSE MOVEMENT CABLE LOGGING INSTALLATION CABLE- BLOCK SCHEME AND CALCULATION OF MAIN CABLE

D. Nachkebia, R. Tkemaladze, Z. Balamtsarashvili, P. Dundua

#### Summary

The method for definition of maximal design hauling power in main cable of transverse movement cable logging installation is developed. Is compiled cable motion scheme and is defined kinds and places of resistance, where are arisen mentioned resistances. At definition of maximal hauling power in the main cable, grounded on the developed methodology, according of cable motion scheme and points of resistance forces applying from initial point to cable touching on drum point. According of total resistance force is carried out calculation of hoist engine power at useful load and idle motion. Due the maximal hauling force in main cable is calculated buckling force and is selected cable diameter.

### РАЗРАБОТКА КАНАТНО-БЛОЧНОЙ СХЕМЫ КАНАТНОЙ ТРЕЛЁВОЧНОЙ УСТАНОВКИ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И РАСЧЁТ ТЯГОВОГО КАНАТА

Д. Начкебия, Р. Ткемаладзе, З. Баламцарашвили, П. Дундуа, И. Гелашвили

#### Резюме

Разработана методика для определения максимальной расчётной силы тяги тягового каната лебёдки канатной трелёвочной установки поперечного перемещения. Составлена схема движения каната и установлены виды и места сопротивления. При определении максимальной расчётной силы тяги тягового каната, на основе разработанной методики и схемы движения каната рассчитаны точки приложения силы сопротивления на начальной точке барабана до точки отрыва каната. Согласно суммарной силе сопротивления происходит расчёт мощности двигателя лебёдки при полезной нагрузке и холостом ходе. Исходя из максимальной силы тяги каната определены разрывная сила и подобран диаметр каната.

---

შპს 621

**ჰაერის მახასიათებლების ცვლილების გათვალისწინება  
ავტომობილის აეროდინამიკური გაანგარიშების და  
ექსპლუატაციის დროს**

გ. სანაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ძ. კოსტავას ქ. 77, თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** ნაშრომი ეხება ჰაერის მახასიათებლების ცვლილების ავტომობილის აეროდინამიკურ მახასიათებლებზე გავლენას და მათ გათვალისწინებას ავტომობილის აეროდინამიკური გაანგარიშებისა და ექსპლუატაციის დროს. ნაჩვენებია, თუ როგორ გავლენას ახდენს სიმაღლის ზრდით ან სხვა გარემო პირობების ცვალებადობით გამოწვეული ჰაერის სიმკვრივის ცვლილება ავტომობილზე მოქმედ ჰაერის წინაღობაზე, ავტომობილის სიჩქარეზე, საწვავის ხარჯზე და ავტომობილის სხვა მახასიათებლებზე. შემოთავაზებულია მიღებული შედეგების გათვალისწინება ავტომობილის აეროდინამიკური გაანგარიშების და ექსპლუატაციის დროს.

**საკვანძო სიტყვები:** ავტომობილის აეროდინამიკა, ჰაერის მახასიათებლები, ჰაერის წინაღობა, აეროდინამიკური ამწევი ძალა, ჰაერის სიმკვრივე, საწვავის ხარჯი.

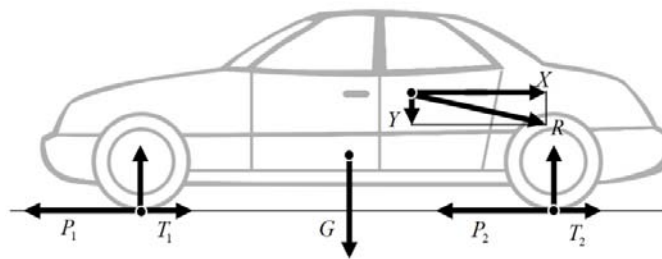
თანამედროვე საავტომობილო ინჟინერიაში ავტომობილების აეროდინამიკა მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ავტომობილების დაპროექტებისა და ექსპლუატაციის ისეთი ამოცანების გადაწყვეტაში, როგორცაა [3,4,5]:

- ჰაერის წინაღობის ძალის შემცირება საწვავის ხარჯის შემცირების და ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარის გაზრდის მიზნით;
- აეროდინამიკური ამწევი ძალის შემცირება ავტომობილის თვლების გზის საფართან შეჭიდულობის და შესაბამისად მისი მდგრადობის გაზრდისა და ავტომობილის გზიდან მოწყვეტის შემცირების მიზნით;

- ავტომობილის და მისი სხვა გარე ნაწილების უკან თანმხლები ნაკადის დაგრიგალების შემცირება გარე ზედაპირების გაჭუჭყიანების შემცირების მიზნით;
- ოპტიმალური ჰაერის ნაკადის უზრუნველყოფა ძრავასთვის ჰაერის მიწოდების, გაგრილების და სალონის ვენტილაციის მიზნით;
- აეროდინამიკური ხმაურის შემცირება მგზავრთა კომფორტის გაუმჯობესების მიზნით.

აღნიშნული ამოცანების გადაწყვეტის მიზნით ხდება ავტომობილის გარე ფორმების სრულყოფა, წინა და უკანა სპოილერების, ანტიფრთების, ტურბულიზატორების და სხვა აეროდინამიკური საშუალებების გამოყენება.

ავტომობილების შექმნის პროცესში მისი აეროდინამიკური დაპროექტება უკვე იქცა ავტომობილის დაპროექტების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მიმართულებად. ამჟამად წამყვანი ავტომობილების მწარმოებელი ფირმების მიერ წარმოუდგენელია ავტომობილების კონსტრუირება აეროდინამიკური გამოკვლევისა და დაპროექტების გარეშე. როგორც წესი ეს გამოკვლევები და გათვლები ტარდება ე.წ. სტანდარტული ატმოსფეროს პირობებში, რაც გულისხმობს ჰაერის შემდეგ ძირითად პარამეტრებს: ტემპერატურა  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , წნევა 760 მმ. ვერც. წყ. სვ., სიმკვრივე  $0,123\text{ კგ/მ}^3$ . მაგრამ ატმოსფერული პირობების ცვლილებამ გამოწვეული ამინდის, სეზონის, ადგილმდებარეობის განედის და სიმაღლის მიხედვით შეიძლება მნიშვნელოვანი ცდომილება შეიტანოს სტანდარტული ატმოსფერული პირობებით ჩატარებულ გაანგარიშებებში. აღსანიშნავია, რომ ეს ცდომილებები მცირე სიჩქარეებზე (80-100 კმ/სთ-მდე) უმნიშვნელოა და გავლენას ვერ ახდენენ ავტომობილის მოძრაობის უსაფრთხოებაზე, ეკონომიურობაზე და სხვა მახასიათებლებზე. მაგრამ თანამედროვე ტრანსპორტში ავტომობილების მოძრაობის სიჩქარის ზრდის ტენდენციის პირობებში მიზანშეწონილი ხდება აღნიშნული პრობლემის უფრო ღრმად შესწავლის და მისი პრაქტიკული გამოყენების აუცილებლობა.



ნახ. 1.

განვიხილოთ ავტომობილზე მოქმედი აეროდინამიკური ძალები (ნახ. 1). მიმწყდომი ჰაერის ნაკადის მოქმედების შედეგად ავტომობილზე მოქმედებს სრული აეროდინამიკური ძალა ( $R$ ), რომლის ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ მდგენელებად დაშლის შედეგად მიიღება

ავტომობილზე მოქმედი ჰაერის წინაღობის ( $X$ ) და აეროდინამიკური ამწევი ( $Y$ ) ძალები. მათი მნიშვნელობები გამოისახება შემდეგი ფორმულებით [1,2]:

$$R = C_R \frac{\rho \cdot V_\infty^2}{2} \cdot S ;$$

$$X = C_X \frac{\rho \cdot V_\infty^2}{2} \cdot S ;$$

$$Y = C_Y \frac{\rho \cdot V_\infty^2}{2} \cdot S ,$$

სადაც:  $C_R$ ,  $C_X$ ,  $C_Y$  – შესაბამისად ავტომობილზე მოქმედი სრული აეროდინამიკური, ჰაერის წინაღობის და ამწევი ძალის კოეფიციენტებია.  $\rho$  – ჰაერის სიმკვრივე,  $V_\infty$  – მიმწყლომი ჰაერის ნაკადის სიჩქარე,  $S$  – ავტომობილის შუბლური ფართობი.

როგორც ფორმულიდან ჩანს ავტომობილზე მოქმედი ჰაერის წინაღობის და ამწევი ძალები შეიძლება იცვლებოდეს ჰაერის სიმკვრივის ცვლილების მიხედვით. ჰაერის სიმკვრივის ჰაერის სხვა პარამეტრებთან კავშირს გამოსახავს აირის მდგომარეობის განტოლება [6]

$$\frac{p}{\rho} = gR_0T ,$$

სადაც  $p$  – ჰაერის წნევაა,  $R_0$  – აირის მუდმივა,  $T$  – ჰაერის ტემპერატურა.

სხვადასხვა დროის და ადგილმდებარეობის მიხედვით ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების დიაპაზონი შეიძლება შეადგენდეს  $50$  °C-ს და მეტს, რაც შესაბამისად აისახება ჰაერის სიმკვრივის ცვლილებაზე. ავტომობილზე მოქმედი ჰაერის წინაღობის და აეროდინამიკური ამწევი ძალები ჰაერის პარამეტრების ცვლილების გათვალისწინებით ლეზულობენ შემდეგ სახეს

$$X = C_X \frac{p \cdot V_\infty^2 \cdot S}{gR_0T} ;$$

$$Y = C_Y \frac{p \cdot V_\infty^2 \cdot S}{gR_0T} .$$

გარკვეული კანონზომიერებით იცვლება ჰაერის სიმკვრივე ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად. ეს კანონზომიერება შეიძლება გამოისახოს ფორმულით

$$\Delta = \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{20 - H}{20 + H} ,$$

სადაც  $\Delta$  – ჰაერის ფარდობითი სიმკვრივეა,  $H$  – სიმაღლე ზღვის დონიდან კმ-ში.

მაგ. ზღვის დონიდან  $3$  კმ სიმაღლეზე ჰაერის ფარდობითი სიმკვრივე შეადგენს  $\Delta=0,7$ -ს. ეს იმას ნიშნავს, რომ ჰაერის სიმკვრივე და შესაბამისად ავტომობილზე მოქმედი ჰაერის

წინალობის ძალა 30%-ით მცირდება. ტენიანი და წვიმიანი ამინდის პირობებში ავტომობილზე მოქმედი ჰაერის წინალობა კიდევ უფრო მნიშვნელოვნად იზრდება.

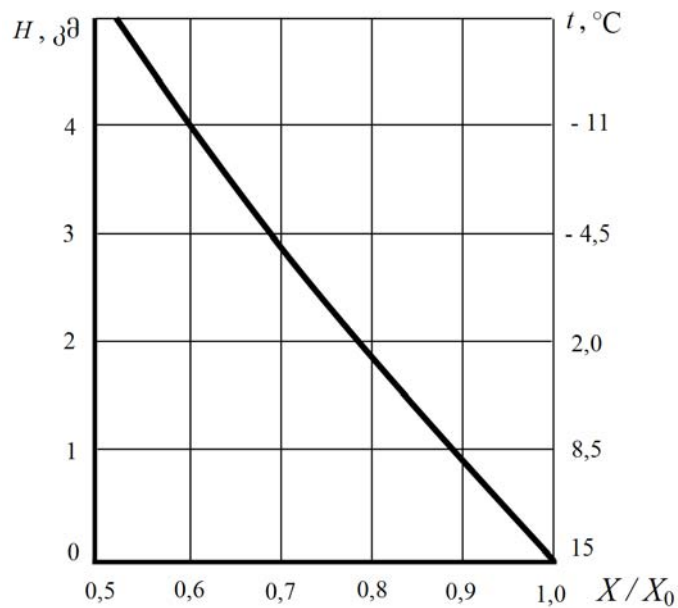
სიმაღლის ზრდასთან ერთად ჰაერის პარამეტრების ცვლილებით გამოწვეული ავტომობილზე ჰაერის წინალობის ცვლილების კანონზომიერება ზემოაღნიშნული გამოსახულებების გამოყენებით შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი გრაფიკის სახით (ნახ. 2).

ჰაერის მახასიათებლების ცვლილების შედეგად ავტომობილის სიჩქარის ცვლილების შეფასებისათვის განვსაზღვროთ ავტომობილის სიჩქარე მისი გრძივი დამყარებული მოძრაობის პირობიდან

$$P = X + T \quad ,$$

$$V^2 = \frac{2(P - T)}{C_x \rho S} \quad ,$$

სადაც:  $P$  – ავტომობილის წვეის ძალა,  $T$  – ავტომობილის თვლების გზასთან ხახუნის ძალა.



აღნიშნული გამოსახულების გამოყენებით მიიღება ავტომობილის სიჩქარის ცვლილების ფარდობით სიმკვრივეზე დამოკიდებულების შემდეგი გამოსახულება

$$\frac{V}{V_0} = \frac{1}{\sqrt{\Delta}} \quad ,$$

სადაც  $V_0$  – ავტომობილის სიჩქარეა ჰაერის სიმკვრივის ცვლილებამდე. აღნიშნული გამოსახულებიდან გამომდინარე ავტომობილის სიჩქარის ცვლილების ფარდობით სიმკვრივეზე დამოკიდებულებას ექნება შემდეგი სახე (ნახ. 3).

ჰაერის მახასიათებლების ცვლილების ეკონომიურობაზე ავტომობილის გავლენის შეფასებისათვის განვსაზღვროთ, თუ როგორ იცვლება ავტომობილის საწვავის ხარჯი (ლ/100 კმ) ჰაერის სიმკვრივის ცვლილებისას. ამისათვის გამოვიყენოთ საწვავის ხარჯის შემდეგი ფორმულა

$$C = \frac{g_e(G\psi + 0,5\Delta\rho_0V^2S)}{0,36 \cdot 10^5 \eta \cdot \rho_c},$$

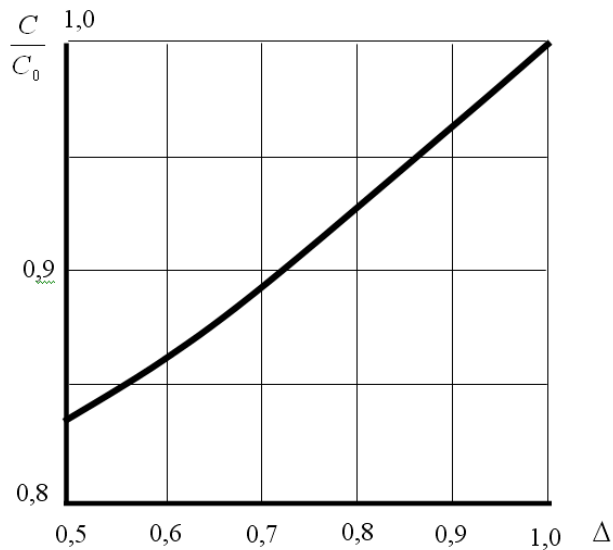
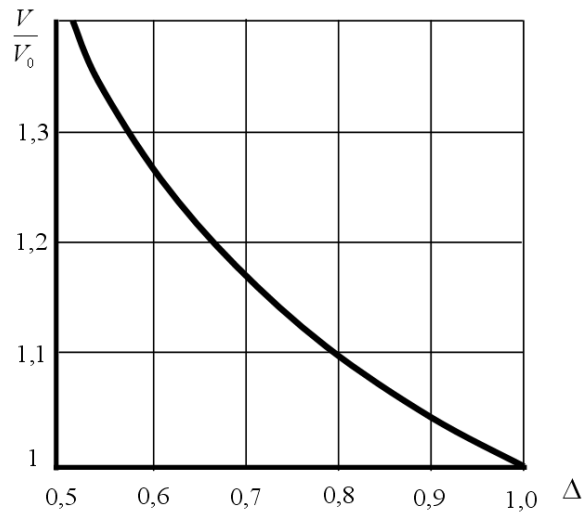
სადაც  $g_e$  – საწვავის კუთრი ხარჯია,  $G$  – ავტომობილის წონა,  $\psi$  – საგზაო

წინაღობის კოეფიციენტი,  $\Delta$  – ჰაერის ფარდობითი სიმკვრივე,  $\rho_0$  – ჰაერის სიმკვრივე ზღვის დონეზე,  $V$  – ავტომობილის სიჩქარე,  $S$  – ავტომობილის შუბლური ფართობი,  $\eta$  – ტრანსმისიის მარგი ქმედების კოეფიციენტი,  $\rho_c$  – საწვავის სიმკვრივე.

აღნიშნული გამოსახულების გამოყენებით ავტომობილის საწვავის ხარჯის ცვლილების ფარდობით სიმკვრივეზე დამოკიდებულებას წარმოვადგენთ შემდეგი გრაფიკის სახით (ნახ. 4).

ჩატარებული კვლევის შედეგების საფუძველზე ნაჩვენებია იქნა ჰაერის მახასიათებლების ცვლილების გავლენა ავტომობილის მახასიათებლებზე: ავტომობილზე მოქმედ ჰაერის წინაღობაზე, ავტომობილის სიჩქარეზე, საწვავის ხარჯზე.

მიზანშეწონილია აღნიშნული პრობლემის გათვალისწინება ავტომობილის აეროდინამიკური გაანგარიშების და ექსპლუატაციის დროს.



ნახ. 4.



## გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ტეფნაძე ს., სანაძე გ., ლელაძე დ., აეროდინამიკა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი. 1997 წ. 215 გვ.
2. **Houghton E. L., Carpenter P.W.** Aerodynamics for Engineering Students. Edward Arnold. London. 1993. 515 p.
3. Julian Happian-Smith .Introduction to Modern Vehicle Design. Publisher: Butterworth-Heinemann. 2001. 600 p.
4. **Михайловский Е.В.** Аэродинамика автомобиля. М.: Машиностроение. 1973. 224с.
5. Аэродинамика автомобиля. Под ред. **В.Г. Гухо**. М.: Машиностроение, 1987. 424 с.
6. **Мхитарян А. М., Ушаков В. В., Баскаков А.А., Трубенюк В.Д.** Аэрогидромеханика. М.:Машиностроение. 1984. 352 с.

### **УЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУХА ВО ВРЕМЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ**

**Г. Сანაძე**

#### **Резюме**

Работа относится проблеме влияния изменения характеристик воздуха на аэродинамику автомобиля и их учета во время аэродинамического проектирования и эксплуатации. Показано какое влияние оказывает изменение плотности воздуха вызванная изменением высоты от уровня моря или другими причинами на: сопротивление воздуха действующая на автомобиль, скорость автомобиля, расход топлива и другие характеристики автомобиля. Рекомендовано учет полученных результатов во время аэродинамического расчета и эксплуатации автомобиля.

### **TAKING INTO CONSIDERATION OF AIR CHARACTERISTIC CHANGES FOR AERODYNAMIC DESIGN AND OPERATION OF CAR**

**G. Sanadze**

#### **Summary**

The work refers to air characteristics changes influence on car's aerodynamic features and its considerations during aerodynamic calculation and maintenance process. There is shown by increasing of altitude or changing of other conditions, how it influences on air drag, car speed and fuel discharge and other car characteristics. It is recommended to consider current results of car's aerodynamic calculation and maintenance.

---

შპს 339;626.9

**საინჟინერიო საშუალებების კომპლექსური ორგანიზაცია**

**გ. ტყეშელაშვილი, ი. გეგეშიძე**

**(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი  
საქართველო)**

*რეზიუმე: საქართველოში მეწარმეობის განვითარებისათვის ხელსაყრელი პირობების შექმნა, საინჟინერიო გარემოს გაუმჯობესება, ადგილობრივი და უცხოელი ინვესტორებისათვის საინჟინერიო საშუალებების მოძიების ორგანიზება. სპეციალური საინჟინერიო პროექტის მომზადებაში სხვადასხვა პროფილის ცოდნის და პროფესიის ადმიანების აქტიური ჩართულობა, რადგან გათვალისწინებული იყოს ყველა შესაძლო საკითხი, პრობლემა თუ სამომავლო გეგმა პოტენციური ინვესტორებისთვის. აღნიშნული სტატიაში წარმოდგენულია ზოგადი მაგრამ უმთავრესი პრინციპების ეს კრიტერიუმები, რაც აუცილებელს ხდის საინჟინერიო პროექტის მომზადებაში, ორგანიზებაში და მოძიებაში.*

**საკვანძო სიტყვები:** იმპორტი, რისკ-ფაქტორების, საინჟინერიო პროექტი.

**შეჯამება**

ინვესტირების დაბანდების თვალსაზრისით საქართველოს მიმზიდველ სტრატეგიულ დარგებს განეკუთვნება: ტრანსპორტი, კავშირგაბმულობა, მრეწველობა, ენერჯეტიკა, ტურიზმი, მშენებლობა და საბანკო სექტორი. ჩვენი ქვეყნის გეოპოლიტიკური მდებარეობიდან გამომდინარე, გასაგებია უცხოური ინვესტიციების მოზიდვა ტრანსპორტსა და კავშირგაბმულობაში. მაგრამ, იმავდროულად, მომგებიანი იქნება უცხოური ინვესტიციების დაბანდება მატერიალური დოვლათის შემქმნელ სამრეწველო დარგებში, რასაც დიდი მოგების მოტანა შეუძლია როგორც საქართველოსათვის, ასევე უცხოელი ინვესტორისათვის. საქართველოში სამამულო წარმოების სფეროში ინვესტიციების მოზიდვის ანალიზი საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ აღნიშნულ დარგში ინვესტიციების მოზიდვის შესაძრევად გადიდებისათვის საჭიროა შემუშავდეს სწორი საინჟინერიო საშუალებების

ძებნის ორგანიზება და სწორად უნდა გავაცნოთ უცხოელ თუ ადგილობრივ ინვესტორებს მისი არსი და მნიშვნელობა.<sup>11</sup>

## პირითადი ნაწილი

ძებნა და არჩევა იდეის, რომელშიც ღირს ფულის ჩადება პირველ რიგში აუცილებელია განისაზღვროს ჩარჩოები, რომლის პირობებშიც უნდა მოხდეს ძიება, ხოლო შემდეგ მოხდება მისი შედარება ფირმის სტრატეგიასთან.

საერთაშორისო პრაქტიკაში მიღებულია შემდეგი კლასიფიკაცია საწყისი გზაწილებისა, რომლის პირობებშიც უნდა მოხდეს ძიება საინვესტიციო კონცეფციების ფირმებში და განსხვავებული პროფილის ორგანიზაციებში:

ა) გარემოს სასურველი წიაღისეულები ან სხვა ბუნებრივი რესურსები, რომლებიც გამოიყენება გადამუშავებისათვის და წარმოებაში გამოსაყენებლად. ასეთი რესურსები შეიძლება იყოს მრავალი: ნავთობი, გაზი, ხე-ტყე და სხვა.

ბ) შესაძლებლობები და ტრადიციები სოფლის მეურნეობის წარმოების სიცოცხლისუნარიანობისათვის. კავშირი წარმოების განვითარების პოტენციალსა და პროექტს შორის.

გ) გარემო ფაქტორების განსაზღვრა. თუ როგორ იმოქმედებს ფირმაზე, პროექტის განხორციელების შემდეგ: დემოგრაფიული, სოციალური, ეკონომიკური ფაქტორები ან სულაც ბარის მოქმედება განსხვავებულ პროდუქციაზე.

დ) იმპორტის განსაზღვრა, რომელიც შეიძლება გახდეს სწორედ მიზეზი წარმოებაში ახალი პროექტის განხორციელებისა, რათა მოხდეს იმპორტული პროდუქციის შემცველი პროდუქციის წარმოება.

ე) გამოცდილების და მწარმოებლურობის სტრუქტურის განსაზღვრა სხვა ქვეყნის საწარმოებში, რომელიც მოითხოვს ანალოგიურ რესურსებს.

ვ) განისაზღვროს მოთხოვნები, რომელიც უკვე გაიზარდა ან იწყებს გაზრდას, როგორც სამამულო ასევე მსოფლიო ეკონომიკაში.

ზ) მოხდეს ინფორმაციის მოპოვება წარმოების გაზრდის გეგმების შესახებ, რომელიც მიმდინარეობს მოთხოვნის გაზრდის გამო როგორც ქვეყნის შიგნით, ასევე მსოფლიო ბაზარზე.

<sup>11</sup> პ. გულიაშვილი. ეკონომიკური განვითარების ტენდეციები თანამედროვე ეტაპზე 2009 წ. – ინვესტიციების როლი სამამულო წარმოების განვითარებაში (გ. ქათამაძე) გვ. 262

თ) წარმოების მასშტაბების რაციონალური გარდა რათა მიღწეულ იქნეს დანახარჯების ეკონომია, პროდუქციის მოცულობის ზრდის ხარჯზე.

ი) საერთო ეკონომიკური შეთანხმება, როდესაც სახელმწიფო თვითონ ახდენს და ხელს უწყობს ინვესტიციის განხორციელებას გარკვეულ წარმოებაში, რათა გამოშვებულ იქნეს საექსპორტო პროდუქცია, რაც ხელს შეუწყობს თავის მხრივ ეროვნული ვალუტის გამყარებას.

კ) საბანკო სექტორის აქტივობის განსაზღვრა სამეწარმეო ბიზნესისი დაკრედიტებაში და მათი როლი სამეწარმეო ბიზნესის განვითარებაში

ძირითადად შეიძლება საწყისი გზავნილების ფორმულირება მხოლოდ მსხვილი საინვესტიციო იდეების პროექტირებისას და სანამ საინვესტიციო პროექტების კონცეფციები არ მიიღებს დამაკმაყოფილებელ სახეს და სანამ საბოლოო გადაწყვეტილება არ იქნება მიღებული, არ არის მიზანშეწონილი სხვადასხვა საშუალებების ხარჯვა, მის უფრო დეტალურ მომზადებაზე და სხვადასხვა ინფორმაციაზე.<sup>12</sup>

## დასკვნა

ყოველივე ზემოთხსენებული კრიტერიუმის დეტალური შესწავლის შედეგად ხდება, კონკრეტული საინვესტიციო პროექტის საბოლოო ფორმულირება და მისი ტექნიკურ-ეკონომიკური და ფინანსური შეფასება.

დეტალური მომზადება ტექნიკურ-ეკონომიკური და ფინანსური პროექტის, აუცილებლად უნდა უზრუნველყოფდეს ალტერნატიულ შემოწმებას პრობლემას, დაკავშირებულს ყველა ასპექტით მზა ინვესტირებასთან: ტექნიკური, ფინანსური და კომერციული. ნათელია რომ, გადაწყვეტა ასეთი ამოცანისათვის მხოლოდ ეკონომისტებისათვის შეუძლებელია, ამიტომ აუცილებელია ამ ეტაპზე მუშაობდეს სპეციალისტების ჯგუფი, რომლებიც არიან განსხვავებული პროფილით, მაგალითად:

1. ეკონომისტები, ამ საქმის გამოცდილებით;
2. სპეციალისტები ანალიზისათვის, ბაზარზე მომავალი პროდუქციის რალიზაციისათვის.
3. ერთი ან რამოდენიმე ინჟინერ-ტექნოლოგი რომლებმაც იციან ის ტექნოლოგიები, რომლითაც უნდა მოხდეს ახალი პროდუქციის შექმნა.
4. ინჟინერ-კონსტრუქტორები, რომლებმაც კარგად იციან მომავალი პროდუქცია და მასთან დაკავშირებული პრობლემები გაყიდვის და ორგანიზაციი სდროს.
5. ინჟინერ-მშენებლები, როლებსაც აქვთ გამოცდილება ასეთ ობიექტების აშენების.
6. სპეციალისტები-საწარმოში დანახარჯების შესწავლისთვის.

<sup>12</sup> Савчук В.П. Оценка эффективности инвестиционных проектов.

სპეციალისტების ჯგუფმა თავის სამუშაოსთან ერთად მონაწილეობა უნდა მიიღონ პერიოდულად სხვა პრობლემების გადაჭრაშიც, მაგალითად: ეკოლოგია. თუ გაირკვევა, რომ პროექტის განხორციელებაში წარმოიჭრა პრობლემა მაშინ სპეციალისტთა ჯგუფმა უნდა შეძლოს ალტერნატიული გადაწყვეტილების მიღება. იმ გაგებით რომ ყოველთვის არსებობს რამოდენიმე შესაძლებლობა ერთი და იგივე პრობლემის გადაჭრას, ხოლო ამოცანა საპროექტო ჯგუფის მდგომარეობს იმაში, რომ მოძებნოს ის კომბინაცია პრობლემის გადაწყვეტის, რომელიც პროექტს ეფექტურად განხორციელებაში დაეხმარება.

ნათელია რომ ძეგნა ასეთი კომბინაციის, რომელიც პროექტს ხდის ეფექტურს და განსახორციელებელს, ხდება ერთ-ერთი შემადგენელი ნაწილი საბოლოო დოკუმენტის, იმდენად რამდენადაც აღწერა მისი ეტაპების და შედეგების უკვე თავისთავად ფლობს მნიშვნელოვან ინფორმაციას.

ამ ეტაპზე ანალიტიკური მუშაობა აუცილებელია რათა მოხდეს დადგენა მასშტაბების მომავალი პროექტის. განისაზღვროს დაგეგმილი წარმოების გამოშვება ან მომსახურება. ასეთი დაზუსტების გარეშე უაზრო ხდება ახალი ინფორმაციის დამუშავება. მიზეზი ნათელია: არსებული მასშტაბებით მოღვაწეობა განახლებული საწარმოო ობიექტის, რომელიც დამოკიდებული იქნება არა მარტო მოთხოვნებზე ინვესტიციების, არამედ პროდუქციის წარმოების დანახარჯებზე. რადგან ზოგიერთ დანახარჯები იცვლება პროდუქციის ზრდით, ხოლო სხვა დანახარჯები ამ დანახარჯების შეცვლის შემდეგ იცვლება, მცირე უმნიშვნელო რაოდენობით, რაც იწვევს საინვესტიციო პროექტში ცვლილებებს. ასე რომ წარმოების მოღვაწეობის მასშტაბების უზუსტესი ფიქსირების გარეშე, შეუძლებელია მოვახდინოთ შედარება განსხვავებული საინვესტიციო საპროექტო ვარიანტების. ასეთი შედარება შეიძლება იმ შემთხვევაში, თუ ჩვენ ზემოთ აღნიშნული მეთოდებით მოვახდენთ საწარმოს მომავალი მოღვაწეობის მასშტაბების განსაზღვრას.

ხოლო რაც შეეხება წინა საინვესტიციო ეტაპის ბოლო სტადიას: ფინანსური გადახედვა პროექტის და საბოლოო გადაწყვეტილების მიღება. ამ სტადიაზე ხდება ფინანსური მაჩვენებლების განსაზღვრა და მათი ეფექტურობის შეფასება. ბანკების ანალიტიკური დასკვნები საწარმოს საინვესტიციო დაკრედიტებაში რისკ-ფაქტორების შესწავლა და მათი მინიმიზაცია რაც გაადვილებს საბოლოო გადაწყვეტილების მიღებას. საბოლოო გადაწყვეტილების მიღება მიზანმიმართული და საპასუხისმგებლო საქმეა, რისი განხორციელებაც დაკავშირებულია-პოლიტიკურ და ეკონომიკურ-სოციალურ ფაქტორებთან.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Непомняющий А.Е., Катаев А. Инвестиционный анализ, 1999.

## **გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. **პ. გულიაშვილი.** ეკონომიკური განვითარების ტენდეციები თანამედროვე ეტაპზე 2009 წ. – ინვესტიციების როლი სამამულო წარმოების განვითარებაში (გ. ქათამაძე) გვ. 262
2. **Савчук В.П.** Оценка эффективности инвестиционных проектов.
3. **Непомнящий А.Е., Катаев А.** Инвестиционный анализ, 1999.

## **SEARCH OF INVESTMENT OPPORTUNITIES**

**G. Tkeshelashvili, I. Gegeshidze**

### **Summary**

Creating an enabling environment for the development owners in Georgia, improving the investment environment, the organization find investment funds for local and foreign investors. Special sainsevtitsi draft in other people's knowledge and active involvement of the profession, because of all the possible issues to be considered a problem if there is a future plan for potential investors. This article presents general principles, but the main criteria I have, which makes the investment proekteis requires preparation, organization and search.

## **ПОИСК ИНВЕСТИЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ**

**Г. Ткешелашвили, И. Гегешидзе**

### **Резюме**

Создание благоприятных условия для развития предпринимательства в Грузии, улучшение инвестиционной среды, организация поиска инвестиционных средств для местных и зарубежных инвесторов. О специальные инвестиционного проект в чужие знания и активное участие профессия, потому что из всех возможных вопросов для рассмотрения проблем, если есть будущее план для потенциальных инвесторов. В данной статье представлены общие принципы, но главный критерий у меня есть, что делает инвестиции проект требует подготовки, организации и поиска.

---

შპს 625.7/8

**საავტომობილო გზების დიაგნოსტიკის თანამედროვე  
სისტემები**

თ. პაპუაშვილი, ზ. მელაძე, დ. დემეტრაშვილი, პ. ნადირაშვილი  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი  
საქართველო)

**რეზიუმე:** ნაშრომის ძირითად მიზანს წარმოადგენს საავტომობილო გზების დიაგნოსტიკის თანამედროვე სისტემები. დიაგნოსტიკის შედეგად მიღებული მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია გადაიჭრას შემდეგი სახის ამოცანები: საავტომობილო გზების მოვლა შენახვის სამუშაოების დაგეგმვა; საავტომობილო გზების პასპორტიზაცია; ინვენტარიზაცია; სერემონტო სამუშაოების პროექტების შედგენა; მოძრაობის უსაფრთხოების გაზრდის ღონისძიებების დაგეგმვა; საგზაო სამუშაოების ხარისხზე ზედამხედველობა და სხვა. ეს ამოცანები მოითხოვს საავტომობილო გზების სხვადასხვა პარამეტრების შეფასებას. ნაშრომში განხილულია თანამედროვე საგზაო გადასაადგილებელი ლაბორატორიები, რომლებიც გამოყენება ამ პარამეტრების დასადგენად, მოცემულია თუ რა სახის საკვლევი სამუშაოების შესრულება შესაძლებელი მათი გამოყენებით და განხილულია მათი მუშაობის პრინციპები.

**საკვანძო სიტყვები:** დიაგნოსტიკა, ლაბორატორია, საგზაო სამოსი, გზის საფარი.

საავტომობილო გზებს ქვეყნისათვის სასიცოცხლო მნიშვნელობა გააჩნია და მის სავიზიტო ბარათს წარმოადგენს, მათ მდგომარეობაზე დამოკიდებულია ქვეყნის ეკონომიკური განვითარება.

საგზაო ქსელის გამართული მუშაობისათვის საჭიროა რაციონალურად წარიმართოს მისი საქსპლუატაციო პროცესები, რომელიც მოიცავს: პასპორტიზაციას, დიაგნოსტიკას, რემონტების დაგეგმვასა და მოვლა-შენახვას.

გზების რემონტების დაგეგმვისა და მოვლა-შენახვისადმი მეცნიერული მიდგომების საფუძველს წარმოადგენს დიაგნოსტიკა. დიაგნოსტიკა გულისხმობს საექსპლუატაციო გზების და ხელოვნური ნაგებობების მდგომარეობის შესახებ მონაცემების შეგროვებას გარკვეული პერიოდულობით. ამ მონაცემების ანალიზის საფუძველზე გზების მდგომარეობის შეფასებასა და პროგნოზირებას.

დიაგნოსტიკის მეთოდები და საშუალებები მუდმივად ვითარდება და იხვეწება. სადიაგნოსტიკო საშუალებების შესასრულებლად გამოიყენება თანამედროვე საგზაო გადასადგილებელი ლაბორატორიები, რომლებიც საშუალებას იძლევა სწრაფი ტემპებით და დიდი მოცულობებით იწარმოოს საავტომობილო გზების საექსპლუატაციო პარამეტრების შეფასება.

თანამედროვე საგზაო გადასადგილებელი ლაბორატორიები საშუალებას გვაძლევს ვაწარმოოთ შემდეგი სახის საშუაობები: საავტომობილო გზების გეომეტრიული ელემენტების დადგენა (გრძივი და განივი პროფილების გაზომვა; მოხვევის კუთხეების, კორიზონტალური, ჩაზნექილი, ამოზნექილი მრუდებისა და სწორე მონაკვეთების გაზომვა); განივი პროფილის ტალღოვნების (მიკროპროფილის) გაზომვა; ჩაჭიდების კოეფიციენტის დადგენა; გზის გრძივი სისწორის (ტალღოვნების) დადგენა; მხედველობის მანძილების განსაზღვრა; დეფექტების და დაზიანებების (ბზარები, ორმოები) დაფიქსირება და სიტუაციის ვიდეო გადაღება. თითოეული სისტემის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში:

**ვიდეოგადაღების სისტემა:** ავტომობილი ლაბორატორია აღჭურვილია ერთი ან რამდენიმე მაღალი ხარისხის ციფრული ვიდეოკამერით (სურათი №1), რომლებიც ავტომობილის მოძრაობის დროს უწყვეტ რეჟიმში აწარმოებს ვიდეო გადაღებას. ეს მონაცემები გამოიყენება საავტომობილო გზების ვიზუალური მდგომარეობის შესაფასებლად. კერძოდ: საგზაო ნიშნებისა და მონიშვნის; მიერთებების; გვერდულების;



სურათი №1 -

WVK ფირმის ვიზუალური დათვალიერების მანქანა

ტროტუარების; კიუვეტებისა და გზის მიმდებარე ტერიტორიების მდგომარეობის შესაფასებლად. ავტომობილში მძღოლის თვალის სიმაღლეზე მაგრდება კამერა რომელიც გამოიყენება მხედველობის მანძილის შესაფასებლად. საფარის დაზიანების სახეობებისა და მათი ხარისხის დასადგენად გამოიყენება ავტომობილის უკანა მხარეს ვერტიკალურად დამაგრებული და საფარისკენ ქვემოთ



მიმართული რამდენიმე კამერა. ავტომობილში ინტეგრირებული მაღალი სიზუსტის GPS სისტემის მეშვეობით განისაზღვრება ამ დაზიანებების ადგილმდებარეობა.

**გეომეტრიული ელემენტების გაზომვის სისტემის** საშუალებით ხდება საავტომობილო გზის სწორი მონაკვეთების, მოხვევის რადიუსებისა და კუთხეების გაზომა. ამ სისტემის მეშვეობით აგრეთვე შესაძლებელია გრძივი და განივი ქანობების გამოთვლა. GPS სისტემისა და სენსორების საშუალებით ხდება ავტომობილის ზუსტი ადგილმდებარეობისა და ძარის მდგომარეობის (განისაზღვრება ავტომობილის დახრილობა გრძივად და განივად, ვერტიკალურ სიბრტყეებში) განსაზღვრა. მიღებული მონაცემების დამუშავების შემდეგ ხდება მათი საპროექტო მონაცემებთან შედარება.

საფარის ზედაპირის სისწორე უზრუნველყოფს ავტომობილის კომფორტულ უსაფრთხო და მდორე მოძრაობას. არსებობს გრძივი სისწორის (ტალღოვნების) გაზომვის სხვადასხვა მეთოდი, მათგან ყველაზე მარტივია სამ მეტრიანი ლარტყის მეთოდი.

ამ მეთოდით გაზომა ხორციელდება შემდეგნაირად: წინასწარ შესამოწმებელ გზაზე ავტომობილის გავლით უნდა შეირჩეს გასაზომი მონაკვეთები. ლარტყა თავსდება სავალი ნაწილის მარჯვენა და მარცხენა ნაპირებიდან ერთი მეტრის მოშორებით და გზის ღერძზე. სოლის საშუალებით იზომება განაშუქი სავალი ნაწილის ზედაპირსა და ლარტყას შორის. გაზომა ხდება ლარტყის ქვეშ ხუთ ადგილზე: ლარტყის ბოლოებიდან 0.5 მ-ის მანძილზე და ყოველი 0.5 მ-ის დაშორებით. თუ გაზომვები ტარდება ვერტიკალური მრუდის ადგილებში, მაშინ ცხრილების მეშვეობით ხდება განაშუქის მნიშვნელობების შესწორება. საბოლოოდ მონაცემების ანალიზის საფუძველზე ხდება გზის ტალღოვნების ნორმებთან შედარება.

ზემოაღწერილი მეთოდი და აგრეთვე ნიველირების მეთოდი საკმაოდ შრომატევადია და მოითხოვს უსაფრთხოების ზომების მიღებას გაზომვების ჩატარების დროს, რაც არ იძლევა საშუალებას მთლიანად იქნას შეფასებული საავტომობილო გზის სისწორე.

არსებობს მეთოდები რომელთა გამოყენებით შესაძლებელია გზის სისწორის მთელ სიგრძეზე დადგენა. საქართველოში ამისათვის გამოიყენება: სისწორის საერთაშორისო ინდექსის "IRI"-ს განსაზღვრის მეთოდი და გერმანული წარმოების პლანოგრაფი.

"IRI"-ს მეთოდით ხდება ავტომობილის სავალი ნაწილის უკანა ღერძის რხევების ჯამური შეფასება სპეციალური მოწყობილობის საშუალებით გზის გარკვეულ მონაკვეთებზე. რის შემდეგაც ხდება სისწორის ინდექსის დადგენა.

მეორე მეთოდით გაზომვებისათვის გამოიყენება გერმანული წარმოების "RIEDHOFFER MESSTECHNIK" ფირმის პლანოგრაფი (სურათი №2). პლანოგრაფი წარმოადგენს ლითონის ფერმას რომლის სიგრძეა 4300 მმ, ლითონის ფერმა გორავს 10 მყარად დამაგრებულ და ერთ სიბრტყეში მდებარე რეზინის ბორბალზე. პლანოგრაფის შუაში მდებარეობს ვერტიკალურ სიბრტყეში მოძრავი ბორბალი, რომლის მეშვეობითაც ხორციელდება

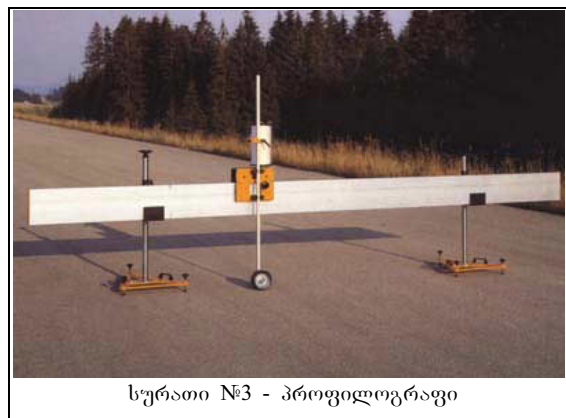


სურათი №2 - პლანოგრაფი

სავალი ნაწილის ტალღოვნების გაზომვა რეგისტრაცია. პლანოგრაფს ასევე გააჩნია მანძილის ჩამწერი მოწყობილობა რომლის მეშვეობითაც ხდება ტალღოვანი ადგილების პიკეტაჟის დადგენა.

ამ მეთოდების გარდა უცხოეთის ქვეყნებში გზის სისწორის დასადგენად გამოიყენება ლაზერული სკანერები რომელთა მეშვეობითაც ხდება სისწორის ანალიზი. ლაზერული სენსორები განლაგებულია ავტომობილის გასწვრივ და აწარმოებს გზის ზედაპირის ტალღოვნების ჩაწერას. ასევე გამოიყენება "TOPCON"-ის ფირმის სკანერები რომელიც ახორციელებს არსებული სიტუაციის სრულ სკანირებას.

განივი პროფილის სისწორის შეფასება შესაძლებელია მოხდეს რამდენიმე მეთოდით, ქ. თბილისში ამისათვის გამოიყენება "RIEDHOFFER MESSTECHNIK" ფირმის პროფილოგრაფი



სურათი №3 - პროფილოგრაფი

(სურათი №3). პროფილოგრაფს აქვს მექანიკური ჩამწერი მოწყობილობა, რომლის მეშვეობითაც მილიმეტრულ ფურცელზე ხდება განივი პროფილის მასშტაბში გამოხაზვა. ნახაზის

ანალიზის საფუძველზე და გაანგარიშებების შემდეგ შესაძლებელია განისაზღვროს განივი ქანობი და შეფასდეს განივი სისწორე (მიკრო-პროფილი).

განივი პროფილების შესამოწმებლად ასევე გამოიყენება ლაზერული ან ტალღური სკანერები. ამ სკანერებით აღჭურვილი ლაბორატორია ავტომობილის მეშვეობით, მოძრაობის დროს შესაძლებელია განივი პროფილების გადაღება 10 სმ-ის ბიჯით (სურათი №4). ამ მეთოდით გადაღებული პროფილებით შესაძლებელია საავტომობილო გზის ზედაპირის სივრცული მოდელის შექმნა. სივრცულ მოდელში გზის ზედაპირის წერტილებს შესაძლებელია მიენიჭოს როგორც აბსოლუტური ასევე პირობითი კოორდინატები.



სურათი № 4 - ლაზერული სკანერები

ჩაჭიდების კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის გამოიყენება შემდეგი დანადგარები: ხელის საგორავი მცირე მოწყობილობა (სურათი №5), ავტომობილის მისაბმელი (სურათი №6) და სპეციალური ავტომობილები. მუშაობის პრინციპის მიხედვით ეს მოწყობილობები დიდად არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან, ყოველი მათგანი აღჭურვილია საზომი ბორბლით, რომლის



სურათი №5 – ჩაჭიდების კოეფიციენტის განსაზღვრის ხელის საგორავი მოწყობილობა.

მეშვეობითაც ხდება დამუხრუჭების იმიტირება. დამუხრუჭების დროს საფარის ზედაპირსა და საზომ ბორბალს შორის წარმოიქმნება ხახუნი. როდესაც მზომი ბორბალი მიცურავს საფარის ზედაპირზე ხახუნის ძალა წარმოშობს მბრუნავ მომენტს რომელიც გადაეცემა დატვირთვის განმსაზღვრელ მოწყობილობას. დანადგარში დამონტაჟებული კომპიუტერის მეშვეობით ხდება მიღებული მონაცემების დამუშავება და ჩაჭიდების კოეფიციენტის

განსაზღვრა. სველ ზედაპირზე ჩაჭიდების კოეფიციენტის დასადგენად დანადგარში დამონტაჟებულია წყლის მიწოდების სისტემა, ამ სისტემის მეშვეობით საზომი ბორბლის წინ

ხდება წყლის გაფრქვევა, რის შედეგადაც საფარის ზედაპირზე წარმოიქმნება წყლის აფსკი. ეს დანადგარები საშუალებას გვაძლევს უწყვეტ რეჟიმში ვაწარმოოთ ჩაჭიდების კოეფიციენტის გაზომვა როგორც საავტომობილო გზებზე ასევე აეროდრომების ფენილებზე.



საგზაო სამოსის მზიდუნარიანობის სიმტკიცისა და დრეკადობის მოდულის დასადგენად გამოიყენება დეფლექტომეტრები. დეფლექტომეტრები შეიძლება იყოს რამდენიმე სახის: სატვირთო ავტომობილის ნახევრადმისაბმელი, მსუბუქი მანქანის მისაბმელი და სტაციონარული მოწყობილობები. სტაციონალური მოწყობილობების მეშვეობით შესაძლებელია გაზომვები ჩატარდეს მხოლოდ გზის გარკვეულ მონაკვეთებზე, რაც არ იძლევა საშუალებას სრულად შეფასდეს საგზაო სამოსის მზიდუნარიანობა გზის მთელ სიგრძეზე. სრული სურათის შესაქმნელად გამოიყენება მოძრავი დეფლექტომეტრები, რომლებიც ძირითადად წარმოადგენს სატვირთო ავტომობილებს ნახევრადმისაბმელით.



სატვირთო ავტომობილი ნახევრადმისაბმელით (სურათი №7) რომელშიც განთავსებულია საზომი აპარატურა გადაადგილდება სატრანსპორტო ნაკადის სიჩქარით და საშუალებას გვაძლევს უწყვეტ რეჟიმში გზის მთელ სიგრძეზე მივიღოთ მონაცემები. ნახევრადმისაბმელში

განთავსებულია მაღალტექნოლოგიური მოწყობილობები, რთული მექანიზმები და ლაზერული სენსორები. ის საგზაო სამოსის კონსტრუქციაზე ახდენს იგივე ზემოქმედებას როგორსაც ჩვეულებრივი დატვირთული სატვირთო ავტომობილები. ლაზერული სენსორების მეშვეობით ხდება საგზაო სამოსის დეფორმაციების გაზომვა, რომლებიც წარმოიშობა მისაბმელის ღერძის ზემოქმედებით. მიღებული მონაცემების დამუშავების შემდეგ ხდება მზიდუნარიანობის დადგენა. დეფლექტომეტრი აგრეთვე საშუალებას გვაძლევს გზებზე წინასწარ გამოვაკლინოთ და აღმოვფხვრათ ის მცირე დეფექტები, რომლებიც შემდგომში გამოიწვევს უფრო დიდ დაზიანებებს. საგზაო სამოსის მშენებლობის ზედამხედველობისას დეფლექტომეტრის გამოყენებით შესაძლებელია იმის დადგენა თუ რამდენად შეესაბამება ახლადაშენებული და რეაბილიტირებული სამოსის მზიდუნარიანობა საპროექტო დოკუმენტაციით გათვალისწინებულ მოთხოვნებს.

საგზაო ქსელის გამართული ფუნქციონირებისათვის საჭიროა მისი მდგომარეობის შესწავლა, მოპოვებული ინფორმაციის ანალიზი და საინფორმაციო ბანკის შექმნა. საავტომობილო გზებისა და მათზე მდებარე ხელოვნური ნაგებობების მდგომარეობის შესახებ ინფორმაციის დიდი მოცულობებით შეგროვება შესაძლებელია თანამედროვე გადასაადგილებელი ლაბორატორიების საშუალებით.

### **გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. **А.П.Васильев** - Эксплуатация автомобильных дорог. Москва, Издательский центр "Академия" 2010.
2. **А.А. Надежко** - справочная энциклопедия дорожника. том 4
3. ОДН 218.0.006-2002 Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог.

## **MODERN SYSTEMS FOR AUTOMOTIVE ROAD DIAGNOSTICS**

**T. Papuashvili, Z. Meladze, D. Demetrashvili, P. Nadirashvili**

### **Resume**

The works main objectives are modern systems for automotive roads diagnostics. Depending on a result of the diagnostic data it is possible to solve the next types of problems: Planing of automotive roads maintenance works; Certification of roads, Preparing design documentation for repair works, Planning to increase traffic safety measures, supervision of road construction and so on. This type of works need estimation of various parameters of the road. In this work there are considered modern portable laboratoies, which are used for the estimation of this parameters. Information about what kind of research works are implementable by using this systems, also their principles of operation.

## **СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ РАБОТ**

**Т.Папуашвили, З.Меладзе, Д.Деметрашвили, П.Надирашвили**

### **Резюме**

Главной целью работы является современные системы диагностики автомобильных дорог. Исходя из полученных данных на основе полученных данных диагностики можно решить следующие задачи : Планирование работ по уходу автомобилных дорог, паспортизация автомобильных дорог, инвентаризация. создание проекта ремонтных работ, планирование мероприятий по увеличению безопасности движения, надзор по качеству дорожных работ и тд

эти задачи требуют оценки разных параметров автомобильных дорог. В этой работе рассмотрены современные передвижные лаборатории, которые используются для определения параметров. даны те возможные типы исследований которые можно проводить с их помощью рассмотрены принципы их работ.

---

შპს 629.113.004

**ავტომობილების სათადარიგო დეტალებით უზრუნველყოფის  
ნორმირების მეთოდის სრულყოფა**

**ვ. ლეკიაშვილი, გ. მარდალიშვილი**

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ.77, 0175, თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** სატრანსპორტო საშუალებებისა და მანქანა-მოწყობილობების საიმედოობის მართვა ექსპლუატაციის პროცესში მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული სათადარიგო დეტალების ნომენკლატურის უზრუნველყოფაზე. ამიტომ მათი ნორმირება და გარბენის მიხედვით დიფერენცირება წარმოადგენს მათი ეფექტიანობის ამაღლების აუცილებელ პირობას.

ნორმირებას საფუძვლად უდევს საიმედოობის მალიმიტერებელი დეტალების რესურსების გამოკვლევა და მათი განაწილების პარამეტრების დადგენა. მეორეს მხრივ აღნიშნული ნორმირება მოიცავს სათადარიგო დეტალების ხარჯვის ცვლილების კანონზომიერების მიხედვით კორექტირებასა და დაზუსტებას, რაც სატრანსპორტო საშუალებათა ეფექტურ გამოყენებაზე მიუთითებს და განპირობებულია მანქანათა ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტით.

**საკვანძო სიტყვები:** ავტომობილი, სათადარიგო დეტალები, საიმედოობა, მტყუნება, ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტი, გარბენა, ეფექტიანობა.

**შეჯამება**

სატრანსპორტო საშუალებების და საერთოდ მანქანების ეფექტური ფუნქციონირების ერთ-ერთ მთავარ და აუცილებელ პირობას, ორგანიზაციულ-ტექნიკურ ღონისძიებებთან ერთად წარმოადგენს მათი ტექნიკური მდგომარეობის სათანადო დონეზე შენარჩუნება. ეს კი განპირობებულია საიმედოობის მაჩვენებლების მნიშვნელობებით და მათი ცვლილების კანონზომიერებით. ამ მაჩვენებლიდან ერთ-ერთ კომპლექსურს და მთავარს წარმოადგენს

ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტი, რომლითაც ხდება მანქანების გამოყენების შეფასება. იგი დამოკიდებულია ტექნიკური მიზეზებით გამოწვეული მოცდუნების სიდიდეზე და წარმოადგენს საკვლევი მანქანის მუშაობის უნარიან მდგომარეობაში ყოფნის დროის ფარდობას ამავე დროისა და ტექნიკური ზემოქმედებით გამოწვეული მოცდუნების ჯამთან. ტექნიკური ზემოქმედების შესრულება კი დაკავშირებულია სათადარიგო დეტალების შეცვლასთან. ამ პოზიციებიდან გამომდინარე სათადარიგო დეტალებით უზრუნველყოფა საიმედოობის მართვის პროცესის აუცილებელი და აქტუალური შემადგენელი ნაწილია.

### პირითადი ნაწილი

სატრანსპორტო საშუალებათა საიმედოობის მართვა ექსპლუატაციის პროცესში გულისხმობს ტექნიკური ზემოქმედების რეჟიმების (ოპერაციების ნომენკლატურა, პერიოდულობა, შრომა-ტევადობა) ოპტიმიზირებას. ოპტიმიზირება კი უნდა განხორციელდეს შერჩეული და დასაბუთებული კრიტერიუმებით. ასეთ კრიტერიუმებად კი მიღებულია ტექნიკური მდგომარეობის შენარჩუნების კუთრი ხარჯების მინიმუმი უმტყუნებლობის დასაშვები დონით, რაც კვლევის მიზნობრივ ფუნქციას წარმოადგენს. ვინაიდან რეალიზაციის საბოლოო შედეგი ტექნიკურად მზადყოფნის კოეფიციენტის  $\alpha_{\text{ტ}}$  სიდიდეა, ამიტომ ოპტიმიზაცია მისი განსაზღვრის კომპონენტებს ეხება.

$$\alpha_{\text{ტ}} = \frac{1}{1 + T_{\text{მოც}} L_{\text{დლ}}} \quad (1)$$

სადაც:  $L_{\text{დლ}}$  არის ავტომობილის დღიური გარბენა, - კმ;

$T_{\text{მოც}}$  - ტექნიკური ზემოქმედების (ტექნიკური მომსახურება, მიმდინარე რემონტი) კუთრი მოცდენა დღე/1000კმ

კუთრი მოცდენა  $T_{\text{მოც}}$  შედგება ორი კომპონენტისაგან, პირველია დადგენილი, ტექნიკური მომსახურების (პროფილაქტიკური ოპერაციების) შესრულებით გამოწვეული მოცდენა, რომელიც მუდმივია და მაშასადამე  $\alpha_{\text{ტ}}$ -ზე გავლენას ვერ მოახდენს და მეორე კომპონენტი - მტყუნების აღმოფხვრაზე გამოწვეული მოცდენები. ეს უკანასკნელი გარკვეული  $L_{\text{რ}}$  რესურსის (გარბენის) პირობებში შემდეგნაირად განისაზღვრება:

$$T_{\text{მოც}} = \frac{1}{L_{\text{რ}}} \sum_{i=1}^l \Omega_i(L_{\text{რ}}) t_i \quad (2)$$



სადაც,  $\Omega_i(L)$  არის საიმედოების წამყვანი ფუნქცია, რომელიც მტყუნებათა რაოდენობას განსაზღვრავს.

$t_i$  – მოცდენების ნორმა უწყისივრობის (მტყუნების) აღმოფხვრაზე გარბენის ერთეულზე, სთ.

მე-2 გამოსახულება მისაღები და სამართლიანია ზოგადად ყველა შემთხვევაში, როდესაც საქმე ეხება მანქანის მექანიზმის კვანძს, აგრეგატს ან სისტემას და მთლიანად ავტომობილს. აღნიშნული ფუნქციის განსაზღვრისათვის საჭიროა გამოვლენილი იქნას საიმედოობის მალიმიტირებელი დეტალები, ანუ კონსტრუქციული ელემენტები, რომლებიც ხშირად გამოდიან მწყობრიდან და იცვლებიან. მამასადამე საქმე გვაქვს საკვლევი ობიექტის მუშაობის უნარის აღდგენასთან. აღდგენის პროცესის თეორიული საფუძვლების პრაქტიკული რეალიზაცია მოითხოვს დეტალების შეცვლის სისტემის დამუშავებას. მას საფუძვლად უდევს კონკრეტული დეტალების რესურსების განაწილების მახასიათებლები (საშუალო რესურსი, ვარიაციის კოეფიციენტი, საშუალო კვადრატული გადახრა). ამ მონაცემების მიხედვით განისაზღვრება დეტალების შეცვლათა კომპოზიციები, რომელთა ჯამი განსაზღვრული ნამუშევრის (გასარბენის) შემთხვევაში იძლევა აღდგენის წამყვან ფუნქციას.

$$\Omega(L) = \sum_{n=1}^{\infty} F_{K_h}(L) \quad (3)$$

ეს საშუალებას იძლევა განსაზღვროს ელემენტის მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრი  $\omega(L)$ , ე.ი ელემენტის მტყუნებათა რაოდენობა გარბენის ინტერვალების მიხედვით

$$\omega(L) = \frac{\Omega(L+\Delta L) - \Omega(L)}{\Delta L} \quad (4)$$

ამითი პრაქტიკულად მიიღება თოთოეული კონსტრუქციული ელემენტის სათადარიგო (მართვის) რაოდენობა ნომენკლატურის მიხედვით, ე.ი მათი დასახელების მიხედვით. რაც შეეხება სათადარიგო დეტალების ხარჯვის ტექნიკურ-ეკონომიკური მხარეს, იგი განპირობებულია (ნომენკლატურულ რაოდენობასთან ერთად) მათი ღირებულებით.

სათადარიგო დეტალების ნორმირება, როგორც საიმედოობის მართვის მეთოდი და ავტომობილის რესურსის გამოყენების დონის რეგულირება, მოითხოვს მუშაობის უნარის აღდგენის საერთო ხარჯების სრულ ანალიზს. ეს ხარჯები, გარდა სათადარიგო დეტალებისა, მოიცავს შრომის, მასალების და მოცდენების კომპენსაციის ხარჯებს. ვინაიდან ზუსტ აღრიცხვასა და

ანალიზს ექვემდებარება სათადარიგო დეტალების ხარჯი ამიტომ საჭირო ხდება მის და დანარჩენ ხარჯებს შორის კორელიაციური კავშირის დადგენა და ამ კავშირის პარამეტრების გამოვლენა (კორელიაციის კოეფიციენტის განსაზღვრა). ასეთ შემთხვევაში სათადარიგო დეტალების ჯამური ხარჯი გარკვეული რესურსის პერიოდში შემდეგნაირად განისაზღვრება.

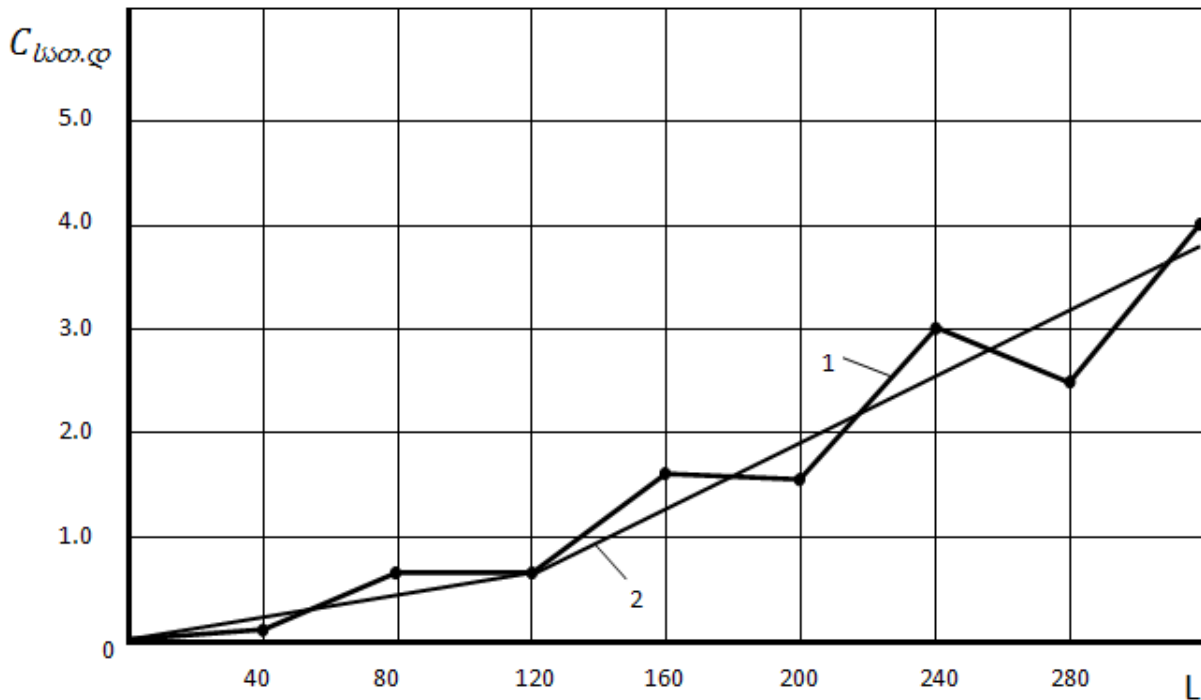
$$C_{სათ.დ} = \frac{C_{ავტ}}{n(1+A+B+C)} \quad (5)$$

სადაც:  $C_{ავტ}$  არის ავტომობილის შეძენის ღირებულება;

$A, B, C$  - შრომითი მასალებისა და მოცდენის კონპენსაციის ხარჯების ფარდობა სათადარიგო დეტალების ხარჯებთან.

$n$  ხარიხსის მაჩვენებელი, იგი წარმოადგენს შეძენის ხარჯების და სათადარიგო დეტალების ხარჯების ფარდობას.

მისი განსაზღვრისათვის საჭიროა სათადარიგო დეტალების ხარჯების ექსპერიმენტული მრუდის თეორიული მრუდით გასწორება (აპროქსიმაცია) ნახ. 1



ნახ. 1. სათადარიგო დეტალების ხარჯის ცვლილება გარბენის მიხედვით; 1 - ექსპერიმენტული მრუდი; 2 - აპროქსიმირებული მრუდი;

თეორიული მრუდის მიღება შეიძლება უმცირესი კვადრატების მეთოდით, როდესაც განისაზღვრება აპროქსიმაციის კოეფიციენტები დეტერმინატების ფარდობით, შემდეგი ფუნქციონალური დამოკიდებულებით: ფორმულა კოეფიციენტი წარმოადგენს თეორიული მრუდის ცვლილების კანონზომიერების ამსახველ სიდიდეს, ამ შემთხვევაში, სათადარიგო დეტალების ხარჯების ცვლილების კუთრი კოეფიციენტის.

როდესაც ცნობილია ამ გზით განსაზღვრული აღნიშნული პარამეტრების მნიშვნელობები და სათადარიგო დეტალების ხარჯის ნორმა გარბენის ინტერვალების მიხედვით შემდგენიარად განისაზღვრება:

მოცემული გამოსახულება წარმოადგენს სათადარიგო დეტალების ხარჯის დიფერენცირებული ნორმების დადგენის ერთ-ერთ დაზუსტებულ მეთოდს, რომლის პრაქტიკული რეალიზაცია იძლევა ავტომობილის ეფექტიანობის ამაღლებას.

## დასკვნა

დამუშავებული მეთოდი საშუალებას იძლევა საავტომობილო ტრანსპორტის მოძრავი შემადგენლობისათვის მოხდეს სათადარიგო დეტალების ხარჯვის დაგეგმვა ნომენკლატურული დასახელების მიხედვით კონკრეტული საექსპლუატაციო პირობებისა და კონსტრუქციის საიმედოობის გათვალისწინებით.

ამასთან ერთად აღნიშნული მეთოდით მოხდება გარბენის ინტერვალების მიხედვით სათადარიგო დეტალების ხარჯის დიფერენცირება და ნორმატიული მაჩვენებლების დაზუსტება.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. Стандарт ГОСТ 13377-75. Надежность в технике М.1975
2. **А.М. Шейнин.** Принципы управления надежностью машин в эксплуатации, выпуск 2, М. издательство «Знание» 1977. ст 43
3. **ვ. ლეკიაშვილი,** ავტომობილების საიმედოობა, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2005 გვ. 92.

# **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА НОРМИРОВАНИЯ И ОБЕСПЕЧИВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ**

**В. Лекиашвили, Г. Мардалеишвили**

## **Резюме**

Разработан метод нормирования расхода запасных частей автомобилей по номенклатуре на основе параметров распределения ресурсов деталей, лимитирующих надежность.

Приведено математическое выражение, позволяющее дифференцировать расход запасных частей по интервалам наработки автомобилей с целью повышения эффективности использования автомобилей и коэффициента технической готовности.

# **IMPROVED METHOD OF REGULATION AND MAINTENANCE OF VEHICLES SPARE PARTS**

**V. Lekiasvili, G. Mardaleishvili**

## **Summary**

Developed a method of rationing consumption of spare parts of cars on the range of parameters on the basis of resource allocation details, limiting reliability. The mathematical expression that differentiate the flow of spare parts for vehicles operating time intervals in order to improve efficiency of cars and the coefficient of technical readiness.

---

შპს 339;626.9

**სატრანსპორტო საწარმოს მართვის ავტომატიზირებული  
სისტემის მიმოხილვა**

ა. კურტანიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი  
საქართველო)

**რეზიუმე:** სატრანსპორტო ორგანიზაციების მენეჯმენტის სრულყოფის ღონისძიებად შეიძლება მივიჩნიოთ მართვის ავტომატიზირებული სისტემა მაღალი დონის ინფორმაციული უზრუნველყოფით, რაც გამორიცხავს პარალელური სამუშაოების ჩატარებას, გადაზიდვების დუბლირებას, ტვირთებით და მგზავრებით ერთ მარშრუტზე მაქსიმალურად დატვირთვას. “ინფორმაცია” მნიშვნელოვანი სახის რესურსია რომელიც გამოიყენება მართვის ეკონომიკური გადაწყვეტილებების ანალიზისა და მისი გადამუშავების პროცესში. მართვის ნებისმიერი პროცესი დაკავშირებულია ინფორმაციის მასშტაბურ გამოყენებასთან, რაც ამცირებს სისტემის გაურკვეველობას, რის გამოც კიბერნეტიკაში ინფორმაციას ეძლევა რაოდენობრივი საზომი.

**საკვანძო სიტყვები:** ეკონომიკა, ლოჯისტიკური, ავტომატიზირებული, ვირტუალური, მართვა, საწარმო, ეფექტურობა, სატრანსპორტო, საინფორმაციო.

დღესდღეისობით წარმოდგენელია კერძო ბიზნესის ან სახელმწიფო სტრუქტურების მუშაობა სატრანსპორტო საშუალებების მასობრივი გამოყენების გარეშე. ამასთანავე იზრდება მოთხოვნილება როგორც ცალკეულ სატრანსპორტო საშუალებაზე აგრეთვე მთლიანად პარკის გამოყენებაზე.

მართვის ავტომატური სისტემის ტექნოლოგიების გამოყენება საშუალებას იძლევა რამოდენიმეჯერ დაჩქარდეს ორგანიზაციის მმართველობითი გადაწყვეტილებების

მიღება და მათი ოპტიმიზაცია ვირტუალური მეთოდების გამოყენებით, ხოლო სატრანსპორტო საწარმოების მუშაობის ეფექტურობის ამაღლებით მიიღწევა თვითღირებულების 20-40% შემცირება.

ახალი მართვის სისტემის შესადგენად ძირითად მოთხოვნას წარმოადგენს ოპტიმალური მოხმარების რესურსების სწრაფი შექმნა დაბალი ხარჯები წარმოებასა და ექსპლუატაციაზე, მასშტაბები და მოქნილობა. სრული ინფორმაცია, ეფექტური გადაწყვეტილებების მიღების საშუალებას იძლევა. ამისთვის ინფორმაცია საჭიროა მივიღოთ და შევინახოთ. ინფორმაციით უზრუნველყოფის პრობლემის გადაწყვეტილება ამოიხსნება-ინფორმატიზაციის საშუალებით-ზომების კომპლექსით რომელიც უზრუნველყოფს უტყუარი ცნობების სრულ გამოყენებას.

საინფორმაციო მიმართულებაში გამოიკვეთა ლოჯისტიკის განვითარების ორი მიმდინარეობა: საინფორმაციო ლოჯისტიკა და ვირტუალური ლოჯისტიკა.

ლოჯისტიკური საინფორმაციო სისტემა – პერსონალის, დანადგარების და პროცედურების შემცველი ინტერაქტიული სტრუქტურაა, გაერთიანებულია ერთიან საინფორმაციო ნაკადში, გამოიყენება ლოჯისტიკური მენეჯმენტის მიერ ფუნქციონალური ლოჯისტიკური სისტემების დაგეგმვის, რეგულირების, ანალიზის და კონტროლისათვის. შეიცავს არამრტო პროცესის ორგანიზებას, არამედ მის ექსპლუატაციასაც. მაგრამ ლოჯისტიკურ საინფორმაციო სისტემებს შეუძლია მოიცვას მხოლოდ ერთი ფიზიკური ორგანიზაციის საინფორმაციო სისტემის განსაზღვრული რაოდენობა.

ტრანსპორტზე შეიძლება გამოიყოს ინფორმაციის შემდეგი ძირითადი სახეები:

საგეგმო-ეკონომიკური: ტვირთის გადაზიდვის და მგზავრთა გადაყვანის პროგნოზები, გადაზიდვების პერსპექტიული, წლიური და ოპერატიული გეგმები, კაპიტალური დაბანდებების გეგმები, საწარმოო-საფინანსო გეგმები, ტვირთნაკადების სქემები და სხვა.

ტექნიკურ-ექსპლუატაციური: მოძრაობის გრაფიკები მატარებლების ფორმირების გეგმები, ტექნოლოგიური რუკები და სხვა ანალოგიური მასალები, ტექნიკური გეგმები, სამსახურეობრივი ინსტრუქციები.

ნორმატიულ-მეთოდური: ტრანსპორტის ობიექტების დაპროექტების ტექნიკური მითითებები, მოძრავი შემადგენლობის, მოწყობილობის და ნაგებობების ტექნიკური და კომერციული ექსპლუატაციის წესები.

საადრიცხო-სტატისტიკური: ტვირთის გადაზიდვის და მგზავრთა გადაყვანის სტატისტიკა, დატვირთვა-გადმოტვირთვის სამუშაოების სტატისტიკა.მონაცემები სატრანსპორტო ქსელის ტექნიკური აღჭურვილობის შესახებ,საბუღალტრო ანგარიშგება (შრომა, ხელფასი ფინანსები).

სამართლებრივი (წესდებები, კოდექსები, ტარიფები.)

საცნობარო-კომერციული: განრიგის წიგნები, შუქ-რეკლამები და მისი სხვა სახეები, სამგზავრო მატარებლების, თვითმფრინავების, გემების და ავტობუსების გამგზავრების მაჩვენებლები.

ადმინისტრაციულ-მმართველობითი (ბრძანებები და განკარგულებები, სამსახურებრივი ჩანაწერები, ცირკულარები)

სამეცნიერო-ტექნიკური (საინფორმაციო დარგობრივი კრებული,ექსპრეს ინფორმაციის ბროშურები)

დიდი რაოდენობით სარეკლამო პროექტების, ინტერნეტ ქსელის ფართო გამოყენებამ (როდესაც ქსელში მუშაობენ არამარტო საწარმოები არამედ დამკვეთები) მიგვიყვანა ლოჯისტიკაში ახალი მიმართულების ჩამოყალიბებასთან – ვირტუალური ლოჯისტიკა.

ვირტუალური ლოჯისტიკა - ეს ტექნოლოგიურად და ეკონომიურად ეფექტური პროცესების (დაგეგმვა, მართვა, კონტროლი) რეალიზაციაა, დროის სივრცეში გარდაქმნილი, მატერიალური და საინფორმაციო ნაკადების, დაგროვილი გამოცდილების და ინტერნეტ ქსელის ლოჯისტიკური რესურსებისა და სხვა საინფორმაციო სისტემების გამოყენებით. იგი ობიექტური რეალობაა.

ვირტუალური ლოჯისტიკა არ განიხილება, როგორც საინფორმაციო სისტემის ან საწარმოს შექმნის პრინციპი, არამედ წარმოადგენს ვირტუალური რესურსების გამოყენებისას საწარმოს ლოჯისტიკური მუშაობის შემსწავლელ მეცნიერებას.

სატრანსპორტო საშუალებების პარკის მართვისათვის ავტომატიზირებული სისტემით მართვის გადაწყვეტილებები მოიცავს დიდი რაოდენობით წინასწარ

კონფიგურირებულ მოხსენებებს, რაც სატრანსპორტო საშუალების ეფექტურობის ანალიზის საშუალებას იძლევა. ნავაჭრი და ხელფასი შესაძლებელია გაანალიზებული იქნას როგორც სატრანსპორტო საშუალებების ცალკე ჭრილში ასევე საჭირო დაჯგუფებებში. ასეთი დაჯგუფებების მაგალითები შესაძლებელია იყოს ტრანსპორტის სახეობები, სატრანსპორტო საშუალებები, მოდელები ან საწარმოები-დამამზადებლები. როგორც ტრანსპორტირების ოპერაციებში ასევე სატრანსპორტო საშუალებების ექსპლოატაციასთან დაკავშირებულ ოპერაციებში არსებობს უამრავი წინასწარ განსაზღვრული ნიშნები და მაჩვენებლები.

ძლიერი ლოჯისტიკური ფუნქციონალურობის და ინტეგრაციის ოპტიმალური შესაძლებლობების კომბინაციის შედეგად შესაძლებელია ჩამოვყალიბოთ საწარმოს მართვის ავტომატიზირებული მეთოდები, რომლის საშუალებით მივაწვეთ სატრანსპორტო საწარმოების მართვის ეფექტურობას.

#### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. **Архипова Н.И. Кульба В.В., Косячеико С.А.,** Исследование системы управления. М.: ПРИОР, 2008 ст.80;
2. **Емельянов С.В.** Введение в проблематику научного управления. . – М.: Международный центр научной и технической информации, ст.30;



## **OVERVIEW OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS OF TRANSPORT COMPANYS**

**A. Kurtanidze**

### **Summary**

Automatized management system with the high level of information support can be considered as the measure of transport organization management improvement that excludes the implementation of parallel works, duplication of transportations, maximal load of cargo and passenger transportation at one certain route. "Information" is the important resource that is used in the process of analysis and processing of management economic decisions. Any process of management is connected with the large-scale use of information that reduces system uncertainty and due to this information gets the quantitative measurement in the cybernetics.

## **ОБРАЗ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

**А. Куртанидзе**

### **Резюме**

Автоматизированная система управления с высоким уровнем информационной поддержки может рассматриваться как мера повышения эффективности управления транспортной организации, которая исключает осуществление параллельной работы, дублирование перевозок, максимальная нагрузка грузовых и пассажирских перевозок на один определенный маршрут. "Информация" является важным ресурсом, который используется в процессе анализа и обработки управленческой экономических решений. Любой процесс управления связан с широкомасштабным использованием информации, которая уменьшает неопределенность системы и в связи с этой информацией становится количественное измерение в кибернетике.

შპს 634. 0. 36

**განივგადსატანი საბაგირო მორსათრევი  
დანადგარის ჯალამბარის კრავას სიმძლავრის  
განსაზღვრა სამუშაო ციკლის ეკვივალენტური  
სიმძლავრის მიხედვით**

დ. ნაჭყებია, რ. ტყემალაძე, ზ. ბალამწარაშვილი, პ. ღუნდუა, ბ. გოგოჭური  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი  
საქართველო)

*რეზიუმე: დაბუშავებულია მეთოდიკა განივგადსატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ბაგირ-ბლოკური სქემისათვის ჯალამბარის ძრავას სიმძლავრის დასადგენად, მისი სამუშაო ციკლის ეკვივალენტური სიმძლავრიდან გამომდინარე, რომელშიც დასაბრუნებელი ბაგირი გადაადგილდება ჯალამბარის სატვირთო ღოლის გამოყენებით. ტექნოლოგიური და ტექნიკური მონაცემებისა და სამუშაო პირობების გათვალისწინებით, დადგენილია ჯალამბარის სამუშაო ციკლის დროის მთლიანი ხანგრძლივობა წამებში, რომელიც წარმოადგენს ციკლის ყველა ოპერაციის შესრულებაზე დახარჯული დროის პერიოდების ხანგრძლივობების ჯამს.*

**საკვანძო სიტყვები:** ჯალამბარი, პოლის პასტა, ურიკა, წვევის ძალა, ურიკის თვალი.

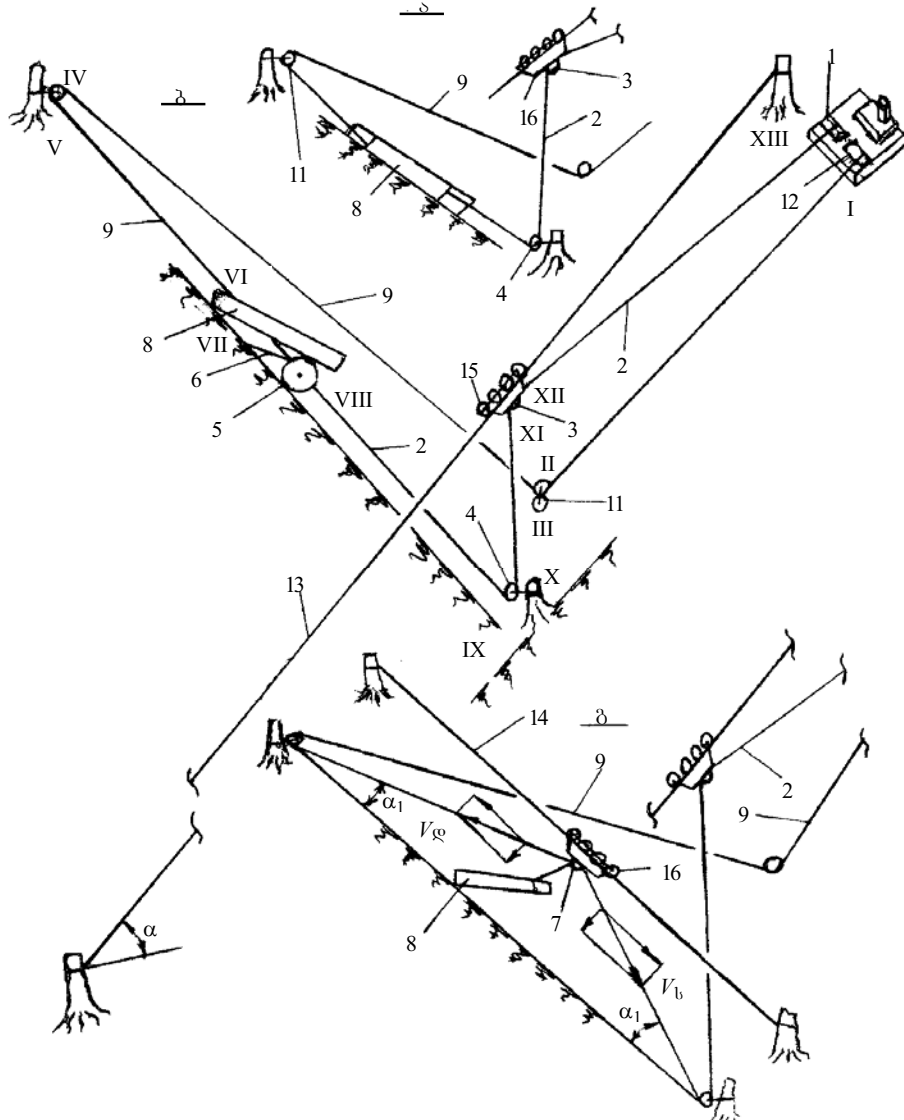
ხე-ტყის მორთრევა საწვევი ჯალამბრებით შეიძლება ხორციელდებოდეს პოლისპასტის გამოყენებით, ჩვენ შემთხვევაში ჯალამბრები მუშაობენ პოლისპასტის გარეშე – დასაბრუნებელი ბაგირის მიმართველი შემოვლითი ბლოკებით. ტვირთი და საწვევი ბაგირები შეიძლება გადაადგილდნენ ჰორიზონტალურ ან დახრილ სიბრტყეებზე.

წვევის ძალის სიდიდე სატვირთო ბაგირში დამოკიდებულია ბაგირის საწყის მდებარეობაში დაბრუნების ხერხზე. ხე-ტყის მორთრევის დროს სატვირთო ბაგირი ტყეკაფზე შეიძლება დავაბრუნოთ, როგორც ხელით, ასევე სპეციალური ჯალამბარით ან საწვევი ჯალამბარის მეორე ღოლის დახმარებით.

ბაგირ-ბლოკური განივგადსატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის ჯალამბარის სატვირთო ბაგირი შეიძლება მუშაობდეს შემდეგ რეჟიმებში (ნახ. 1, ა, ბ, გ).

- 1) ხე-ტყის მთლიანად მიწისზედა მორთრევის რეჟიმში (ნახ. 1, ა);

- 2) ხე-ტყის ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მიწისზედა მორთრევის რეჟიმში – სპეციალური ურიკის გამოყენებით (ნახ. 1, ბ);
- 3) ხე-ტყის ნახევრად დაკიდულ მდგომარეობაში მორთრევის რეჟიმში – განივგადასატანი მზიდი ბაგირის და დამხმარე ურიკის გამოყენებით (ნახ. 1, გ).



ნახ. 1. ა, ბ, გ. განივგადასატანი საბაგირო მორსათრევი დანადგარის სქემა:  
 ა – ხე-ტყის მორთრევის რეჟიმი; ბ – ხე-ტყის ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მიწისზედა მორთრევის რეჟიმი, სპეციალური ურიკის გამოყენებით; გ – ხე-ტყის ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში მორთრევის რეჟიმი, განივგადასატანი მზიდი ბაგირის და დამხმარე ურიკის გამოყენებით. 1 – სატვირთო დოლი; 2 – სატვირთო ბაგირი; 3 – ძირითად ურიკაზე დასმული ბლოკი; 4 – მიწისზედა ბლოკი; 5 – ორთვალა ურიკა; 6 – ორთვალა ურიკის დასატვირთი ფარი; 7 – დამხმარე ურიკის ბლოკი; 8 – მორი; 9 – დასაბრუნებელი ბაგირი; 10 – ბლოკი; 11 – ორმაგი ბლოკი; 12 – დასაბრუნებელი დოლი; 13 – მთავარი მზიდი ბაგირი; 14 – დამხმარე განივგადასატანი მზიდი ბაგირი; 15 – ძირითადი ურიკა; 16 – დამხმარე ურიკა; I-XIII წერტილები, რომლებშიც განისაზღვრება წინააღმდეგობის ძალები

ბაგირ-ბლოკურ სქემებში დასაბრუნებელი ბაგირით, რომელიც გადაადგილდება საწვევი ჯალამბარის მეორე დოლით, ძრავას სიმძლავრე განისაზღვრება მისი სამუშაო ციკლის ეკვივალენტური სიმძლავრიდან გამომდინარე.

ჯალამბარის სამუშაო ციკლის ხანგრძლივობა წამებში განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6, \quad (1)$$

სადაც,  $t_1$  – ტვირთის ადგილიდან დაძვრის დრო, 30 წმ;

$t_2$  – ტვირთის გადაადგილების დრო, 230 წმ;

$t_3$  – ტვირთის ჩახსნისათვის საჭირო დრო (დოლები გამორთულია, ძრავას სიმძლავრე იხარჯება ამძრავის გადაცემების უქმ ბრუნვაზე), 120 წმ;

$t_4$  – დასაბრუნებელი ბაგირით საწვევი ბაგირის გადაადგილების დრო, 30 წმ;

$t_5$  – ტვირთის ჩაბმის დრო (სატვირთო და დასაბრუნებელი ბაგირის დოლები გამორთულია, ძრავას სიმძლავრე იხარჯება ორივე დოლის ამძრავის გადაცემების უქმ ბრუნვაზე), 120 წმ;

$t_6$  – სატვირთო ბაგირის მოშვებულობის ამოკრების დრო, 20 წმ.

$t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_5$  და  $t_6$  – პერიოდების მნიშვნელობები დადგენილია, თეორიული გაანგარიშებებისა და პრაქტიკული გამოცდილებიდან გამომდინარე, საბაგირო დანადგარის მონაცემებისა, ტექნოლოგიური პროცესის და სამუშაო პირობების გათვალისწინებით.

ძრავას ეკვივალენტური სიმძლავრე იანგარიშება შემდეგი ფორმულით

$$N_{\text{დრ}} = \sqrt{\frac{N_1^2 t_1 + N_2^2 t_2 + N_3^2 t_3 + N_4^2 t_4 + N_5^2 t_5 + N_6^2 t_6}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6}}, \quad (2)$$

სადაც,  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $N_4$ ,  $N_5$ ,  $N_6$  – ძრავას სიმძლავრე შესაბამის პერიოდებში.

ელექტრო ძრავა შეირჩევა გაანგარიშებული სიმძლავრის  $N_{\text{დრ}}$  მიხედვით.

ვიანგარიშით ძრავას სიმძლავრე შესაბამის პერიოდებში.  $t_1$  პერიოდში გვექნება:

$$N_1 = \frac{S'_I V_{\text{საბ}}}{75 \cdot \eta_{\text{max}}}, \quad (3)$$

სადაც,  $S'_I$  – წვევის ძალა I წერტილში ტვირთის ადგილიდან დაძვრის მომენტში;

$V_{\text{საბ}}$  – ტვირთის საბოლოო სიჩქარე, 1,0 მ/წმ;

$\eta_{\text{max}}$  – დოლიდან ძრავამდე მექანიკური გადაცემების ყველა რგოლების მ.ქ.კ., 0,85.

სქემიდან (ნახ. 1, ბ) გამომდინარე ტვირთის დაძვრის დროს წვევის ძალა  $S_I$  განისაზღვრება I-XIII წერტილებში აღძრული წინააღმდეგობის ძალების შეკრებით. ეს ძალებია:

სქემის (ნახ. 1, ბ) მიხედვით I წერტილში ტვირთის ადგილიდან დაძვრის დროს  $S'_I$  ძალა ტოლია:

$$S'_I = W'_5 + W''_5 + W'''_{5.1} + W_{3.1} + W'''_{5.2} + W_{3.2} + W'''_{5.3} + W_{6.1} + W_{4.1} + W_{6.2} + W_{4.2} + W'''_{5.4} + W_{3.3} + W_{2.1} + W_{3.4} + W_{2.2}, \quad (4)$$

სადაც,  $W'_5$  – დასაბრუნებელი დოლის ბრუნვის წინააღმდეგობა, კგ;

$W''_5$  – დასაბრუნებელი დოლის და მასზე დახვეული ბაგირის ინერციით აღძრული წინააღმდეგობა, კგ;

$W'''_{5.1}, W'''_{5.2}, W'''_{5.3}$  – დასაბრუნებელ ბაგირის დახრილ და ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე გადაადგილების წინააღმდეგობები, კგ;

$W_{3.1}, W_{3.2}, W_{3.3}, W_{3.4}$  – მიმართველ ბლოკებზე ბაგირის შემოვლების წინააღმდეგობები, კგ;

$W_{6.1}$  – ტყის გრუნტზე ტვირთის ნაწილის მორთრევის წინააღმდეგობა;

$W_{6.2}$  – ტყის გრუნტზე ტვირთის ნაწილის ურიკით გადაადგილების წინააღმდეგობა;

$W_{4.1}$  – ტვირთის ადგილიდან დაძვრის დროს ინერციით აღძრული წინააღმდეგობა;

$W_{4.2}$  – ურიკის და ურიკაზე დატვირთული ტვირთის ინერციით გამოწვეული გორვის წინააღმდეგობა;

$W'''_{5.4}$  – საწევი ბაგირის ტყის გრუნტზე გადაადგილების წინააღმდეგობა;

$W_{2.1}, W_{2.2}$  – საწევი ბაგირის ვერტიკალურ და დახრილ სიბრტყეებში უსაყრდენოდ გადაადგილების წინააღმდეგობები;

აღნიშნული წინააღმდეგობების საანგარიშო ფორმულებია:

$$W'_5 = j'G_{\text{დ}} f_0 \frac{d_{\text{დ}}}{D_{\text{დ}}}; \quad (5)$$

$$W''_5 = \frac{0,7G_{\text{დ}} D_{\text{დ}}^2 \pi m_{\text{დ}}}{R_{\text{საშ}} 4g30t}; \quad (6)$$

$$W'''_{5.1} = W'''_{5.2} = W'''_{5.3} = G_2 L_2 \omega_1, \quad (7)$$

დახრილ სიბრტყეზე ზევით მოძრაობის დროს

$$W'''_{5.1} = W'''_{5.2} = W'''_{5.3} = G_2 L_2 (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha), \quad (8)$$

დახრილ სიბრტყეზე ქვევით მოძრაობის დროს

$$W'''_{5.1} = W'''_{5.2} = W'''_{5.3} = G_2 L_2 (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha); \quad (9)$$

$$W_{3.1} = W_{3.2} = W_{3.3} = W_{3.4} = S_{\text{ბაბ}} \omega_2; \quad (10)$$

$$W_{6.1} = Qn_1 \omega_3; \quad (11)$$

$$W_{6.2} = 0,86Q_n \sqrt{\frac{Q_n}{bcD_{\text{დ}}^2 n_3}};$$

$$W_{4.1} = \frac{Qn_1V_{\text{საბ}}}{gt}; \quad (12)$$

$$W_{4.2} = \frac{(Qn_2 + G_{\text{დ}})V_{\text{საბ}}}{gt}, \quad (13)$$

$$W_{5.4} = G_1L_2\omega_1; \quad (14)$$

$$W_{2.1} = W_{2.2} = G_1L_2 \sin \alpha, \quad (15)$$

სადაც,  $j'$  – ფრიქციულ ქუროზე და ჯალამბარის მუხრუჭზე შემუხრუჭების გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი; ლენტური ფრიქციული ქუროს დროს  $j' = 1,3$ , კონუსურის –  $j' = 1,2$ ;

$G_{\text{დ}}$  – დასაბრუნებელი დოლის წონა ბაგირით, 355 კგ;

$f_0$  – დოლის საყრდენებში ხახუნის კოეფიციენტი, 0,15;

$d_{\text{დ}}$  – დასაბრუნებელი დოლის ლერძის დიამეტრი, 0,05 მ;

$D_{\text{დ}}$  – დასაბრუნებელი დოლის დიამეტრი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით, 0,3085 მ;

$n_{\text{დ}}$  – დასაბრუნებელი დოლის ბრუნთა რიცხვი, 31,0 ბრ/წთ;

$R_{\text{საშ}}$  – დასაბრუნებელი დოლის რადიუსი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით; 0,1543 მ;

$t$  – დასაბრუნებელი დოლის გაქანების დრო სიჩქარედე, რომელიც ტოლია საწვეი ბაგირის სიჩქარის (საშუალოდ 3-4 წმ), - 3 წმ;

$G_2 - 1$  გრძ.მ დასაბრუნებელი ბაგირის წონა, 0,33 კგ;

$L_2$  – გადასაადგილებელი დასაბრუნებელი ბაგირის ნაწილის სიგრძე, მ,

ნახ. 1, ბ –  $L_{I-II} = 1000$  მ;  $L_{III-IV} = 100$  მ;  $L_{V-VII} = 50$  მ;

$L_{VIII-IX} = 50$  მ;  $L_{X-XI} = 10$  მ;  $L_{XII-XIII} = 1000$  მ,

წინააღმდეგობის ძალების მოდების წერტილებს შორის მანძილი.

$\omega_1$  – ტყის გრუნტზე ბაგირის გადაადგილების წინააღმდეგობის კოეფიციენტი – 0,2;

$\alpha$  – გადაადგილების სიბრტყის დახრის კუთხე, 35°;

$S_{\text{მომ}}$  – ბაგირის შტოს ბლოკზე მიმწყდომი ძალა, კგ;

$\omega_2$  – ბლოკში ბაგირის შემოვლების წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, გამოწვეული ბაგირის სიხისტით და ხახუნით ბლოკის საყრდენებში; სრიალის ხახუნის დროს საყრდენებში  $\omega_2 = 0,1$ ;

$Q$  – გადასაადგილებელი ტვირთის წონა, 1500 კგ;

$n_1$  – ტყის გრუნტზე მოთრეული ტვირთის ნაწილის განმსაზღვრელი კოეფიციენტი, 0,4;

$\omega_3$  – ტყის გრუნტზე ტვირთის მოთრევის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, 0,6;

$Q_n$  – ურიკის და ურიკაზე დატვირთული ტვირთის ნაწილის წონა,

$$Q_n = Qn_2 + G_{\eta} = 1500 \cdot 0,6 + 50 = 950 \text{ კგ}; \quad (16)$$

$b$  – ურიკის ფოლადის თვალის სიგანე, 10 სმ;

$c$  – ნიადაგის სიმყარის კოეფიციენტი, 0,2 კგ/სმ<sup>3</sup>;

$D_{\text{ღ}}$  – ურიკის თვლის დიამეტრი, 60 სმ;

$n_3$  – თვლების რაოდენობა ურიკაზე, 2;

$n_2$  – ურიკაზე დატვირთული ტვირთის ნაწილის განმსაზღვრელი კოეფიციენტი, 0,6;

$V_b, V_{\text{საბ}}$  – საწვეი ბაგირის და ტვირთის საბოლოო სიჩქარე 1,0 მ/წმ;

$G_{\eta}$  – ურიკის წონა, 50 კგ;

$G_1$  – 1 გრძ.მ საწვეი ბაგირის წონა, 0,53 კგ.

ფორმულაში (4), ფორმულების (5)-(16) მიხედვით და მათში შემაკვალი სიდიდეების რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით, მივიღებთ:

$$S'_I = 11,2 + 4,2 - 135,2 + 12 + 6,6 + 10,1 + 3,3 + 360 + 20,4 + \\ + 326,8 + 32,3 + 5,3 + 65,7 + 5,3 + 72,8 + 304 = 1104,8 \text{ კგ.}$$

ფორმულაში (3) რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ

$$N_1 = \frac{1104,8 \cdot 1,0}{75 \cdot 0,85} = 17,3 \text{ ცხ.ძ.} = 12,7 \text{ კვტ.}$$

ტვირთის დამყარებული, თანაბარი მოძრაობით გადაადგილების დროს  $t_1$  პერიოდში წინააღმდეგობის  $S''_{II}$  ძალა ტოლი იქნება  $S'_I$  ძალას გამოკლებული დასაბრუნებელი დოლისა და ტვირთის ინერციის ძალები  $W''_5, W_{4.1}$  და  $W_{4.2}$ .

$$S''_{II} = W'_5 + W''_{5.1} + W_{3.1} + W''_{5.2} + W_{3.2} + W''_{5.3} + W_{6.1} + W_{6.2} + \\ + W''_{5.4} + W_{3.3} + W_{2.1} + W_{3.4} + W_{2.2}. \quad (17)$$

დამყარებული მოძრაობის დროს ძალები წერტილებში იქნება შემდეგი (ინერციით გამოწვეული წინააღმდეგობის ძალები მონაწილეობას არ იღებენ)

$$I - S_I = W'_5 = 11,2 \text{ კგ.}$$

$$II - S_{II} = S_I + W''_{5.1} = W'_5 + W''_{5.1} = W'_5 + G_2 L_{I-II} (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha) = \\ = 11,2 + 0,33 \cdot 1000 \cdot (0,2 \cos 35^\circ - \sin 35^\circ) = \\ = 11,2 + 330(0,2 \cdot 0,81915 - 0,57358) = -124 \text{ კგ.}$$

$$\text{III} - S_{III} = S_{II} + W_{3,1} = -124 + 124 \cdot 0,1 = -111,6 \text{ კგ.}$$

$$\text{IV} - S_{IV} = S_{III} + W_{5,2}''' = S_{III} + G_2 L_{III-IV} \cdot \omega_1 = -111,6 + 0,33 \cdot 100 \cdot 0,2 = -105 \text{ კგ.}$$

$$\text{V} - S_V = S_{IV} + W_{3,2} = S_{IV} + S_{IV} \omega_2 = -105 + 105 \cdot 0,1 = -94,5 \text{ კგ.}$$

$$\text{VI} - S_{VI} = S_V + W_{5,3}''' = S_V + G_2 L_{V-VI} \omega_1 = -94,5 + 0,33 \cdot 50 \cdot 0,2 = -91,2 \text{ კგ.}$$

$$\text{VII} - S_{VII} = S_{VI} + W_{6,1} = S_{VI} + Q n_1 \omega = -91,2 + 1500 \cdot 0,4 \cdot 0,6 = 268,8 \text{ კგ.}$$

$$\text{VIII} - S_{VIII} = S_{VII} + W_{6,2} = 268,8 + 326,8 = 595,6 \text{ კგ.}$$

$$\text{IX} - S_{IX} = S_{VIII} + W_{5,4}''' = S_{VIII} + G_1 L_{VIII-IX} \omega_1 = 595,6 + 0,53 \cdot 50 \cdot 0,2 = 600,9 \text{ კგ.}$$

$$\text{X} - S_X = S_{IX} + W_{3,3} = S_{IX} + S_{IX} \omega_2 = S_{IX} (1 + \omega_2) = 600,9(1 + 0,1) = 661 \text{ კგ.}$$

$$\text{XI} - S_{XI} = S_X + W_{2,1} = 661 + 5,3 = 666,3 \text{ კგ.}$$

$$\text{XII} - S_{XII} = S_{XI} + W_{3,4} = S_{XI} + S_{XI} \omega_2 = S_{XI} (1 + \omega_2) = 666,3(1 + 0,1) = 732,9 \text{ კგ.}$$

$$\text{XIII} - S_{XIII} = S_{XII} + W_{2,2} = 732,9 + 304 = 1036,9 \text{ კგ.}$$

დამყარებული მოძრაობის დროს ძრავას სიმძლავრე ტოლია

$$N_2 = \frac{S_{II} V_{\text{საბ}}}{75 \eta_{\text{max}}} = \frac{1036,9 \cdot 10}{75 \cdot 0,85} = 16,3 \text{ ცხ.ძ} = 12,0 \text{ კვტ.} \quad (18)$$

ძრავების  $N_3$  და  $N_5$  სიმძლავრეები, რომლებიც შეესაბამება ტვირთის ჩახსნისა  $t_3$  და ჩაბმის  $t_5$  პერიოდებს, გადაცემების ყველა რგოლების მ.ქ.კ., ჯალამბარის ტექნიკური მონაცემების და სამუშაო პირობების გათვალისწინებით, ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევებიდან გამომდინარე, შეიძლება მივიღოთ 0,5 ცხ.ძ ტოლი

$$N_3 = N_5 = 0,5 \text{ ცხ.ძ} \quad (19)$$

ჯალამბარის ძრავას სიმძლავრე  $N_4$ , საწვევი ბაგირის დასაბრუნებლად მარგი დატვირთვის გარეშე უკუსვლის  $t_4$  პერიოდში ტოლია

$$N_4 = \frac{S'_{IV} V_{\text{გ}}}{75 \cdot \eta_{\text{max}}}, \quad (20)$$

სადაც,  $V_{\text{გ}}$  – დასაბრუნებელი ბაგირის სიჩქარე, 1,5 მ/წმ.

მაქსიმალურ წვევის ძალა  $S'_{IV}$ , დასაბრუნებელ ბაგირში განისაზღვრება შექცეული რიგით. ამ შემთხვევაში ამოსავალს წარმოადგენს მუშა დოლიდან ბაგირის გაშლის წინააღმდეგობა ანუ ძალა XIII წერტილში

$$S'_{XIII} = W'_{5,1} + W''_{5,1} = j' G_b f_0 \frac{d_b}{D_b} + \frac{0,7 G_b D_b^2 \pi n_b}{R_b 4g 30t}, \quad (21)$$

სადაც,  $G_b$  – სატვირთო დოლის წონა ბაგირით, 570 კგ;



$d_b$  – სატვირთო დოლის ღერძის დიამეტრი, 0,07 მ;

$D_b$  – სატვირთო დოლის დიამეტრი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით, 0,3975 მ;

$n_b$  – სატვირთო დოლის ბრუნთა რიცხვი, 36,0 ბრ/წთ;

$R'_b$  – სატვირთო დოლის რადიუსი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით, 0,1987 მ;

$t$  – სატვირთო დოლის გაქანების დრო სიჩქარემდე, რომელიც ტოლია დასაბრუნებელი ბაგირის სიჩქარისა, 3,0 წმ.

სატვირთო დოლის დიამეტრი ბაგირის დახვევის საშუალო შრის მიხედვით იანგარიშება ფორმულით

$$D_b = D + n'_0 d_b = 210 + 15 \cdot 12,5 = 397,5 = 0,3975 \text{ მ}, \quad (22)$$

სადაც  $n'_0$  – სატვირთო დოლზე დახვეული ბაგირის რიგების მაქსიმალური რაოდენობა, 15;

$d_b$  – საწვეი ბაგირის დიამეტრი, 12,5 მმ.

სატვირთო დოლის ბრუნთა რიცხვი იანგარიშება დასაბრუნებელი ბაგირის საშუალო სიჩქარიდან გამომდინარე ბაგირდახვეული დოლის  $n_0$  რიგისათვის

$$n_b = \frac{60 \cdot V_{\text{საშ}}}{\pi \cdot D_b} = \frac{60 \cdot 0,75}{3,14 \cdot 0,3975} = 36 \text{ ბრ/წთ}. \quad (23)$$

(21) ფორმულაში რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ:

$$S_{XIII} = 1,3 \cdot 570 \cdot 0,15 \frac{0,07}{0,3975} + \frac{0,7 \cdot 570 \cdot 0,3975^2 \cdot 3,14 \cdot 36}{0,1987 \cdot 4 \cdot 9,81 \cdot 30 \cdot 3} = 19,6 + 10,2 = 29,8 \text{ კგ}.$$

$t_4$  პერიოდში წინააღმდეგობის  $S'_{IV}$  ძალის საანგარიშოდ ნახ. 1, ბ სქემის მიხედვით, როცა სრულდება საწვეი ბაგირის გადაადგილება დასაბრუნებელი ბაგირით, ანუ საწვეი ბაგირის დაბრუნება მუშა მდგომარეობაში, სასარგებლო დატვირთვის გარეშე, საჭიროა შეიკრიბოს XIII-I წერტილებში აღძრული წინააღმდეგობის ძალები:

$$S'_{IV} = W'_{5,1} + W''_{5,1} + W_{2,3} + W_{3,1} + W_{2,4} + W_{3,2} + W'''_{5,1} + W_{6,3} + W_{4,3} + W'''_{5,2} + W_{3,3} + W'''_{5,3} + W_{3,4} + W'''_{5,4}; \quad (24)$$

$$W'_{5,1} = 19,6 \text{ კგ};$$

$$W''_{5,1} = 10,2 \text{ კგ};$$

$$XIII - S'_{XIII} = W'_5 + W''_5 = 19,6 + 10,2 = 29,8 \text{ კგ}.$$

$$\begin{aligned} XII - S_{XIII} &= S_{XII} + W_{2,3} = S_{VIII} + G_1 L_{XIII-XII} (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha) = 29,8 + 0,53 \cdot 1000 (-\sin 35^\circ) = \\ &= 29,8 + 530(-0,57358) = 29,8 - 304 = -274,2 \text{ კგ}. \end{aligned}$$

$$XI - S_{XI} = S_{XII} + W_{3,1} = S_{XII} + S_{XII} \cdot \omega_2 = -274,2 + (274,2 \cdot 0,1) =$$

$$-274,2 + 27,4 = -246,8 \text{ კგ.}$$

$$\begin{aligned} X - S_X &= S_{XI} + W_{2,4} = S_{XI} + G_1 L_{XI-X} (\omega_1 \cos \alpha - \sin \alpha) = -246,8 + 0,53 \cdot 10 (-\sin 90^\circ) = \\ &= -0,246,8 + 0,53 \cdot 10 (-1) = -246,8 - 5,3 = -252,1; \quad \omega = 0, \quad \alpha = 90^\circ, \end{aligned}$$

სადაც,  $G_1 - 1$  გრძივი მეტრი საწვევი ბაგირის წონა,  $0,53$  კგ.

$$IX - S_{IX} = S_X + W_{3,2} = S_X + S_X \omega_2 = -252,1 + 252,1 \cdot 0,1 = -252,1 + 25,2 = -226,9 \text{ კგ.}$$

$$\begin{aligned} VIII - S_{VIII} &= S_{IX} + W_{5,1}''' = S_{IX} + G_1 L_{IX-VIII} \omega_1 = -226,9 + 0,53 \cdot 50 \cdot 0,2 = \\ &= -226,9 + 5,3 = -221,6 \text{ კგ.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} VII - S_{VII} &= S_{VIII} + W_{6,3} = -221,6 + 0,86 G_{\text{უ}} \sqrt{\frac{G_{\text{უ}}}{bcD_{\text{უ}}^2 n_3}} = -221,6 + 0,86 \cdot 50 \sqrt{\frac{50}{10 \cdot 0,2 \cdot 60^2 \cdot 2}} = \\ &= -221,6 + 43 \sqrt{0,0034} = -221,6 + 43 \cdot 0,15 = -221,6 + 6,5 = -215,1 \text{ კგ.} \end{aligned}$$

სადაც  $G_{\text{უ}}$  - ურიკის წონა,  $50$  კგ;

$D_{\text{უ}}$  - ურიკის თვლის დიამეტრი,  $60$  სმ.

$$VII - S'_{VII} = S_{VII} + W_{4,3} = S_{VII} + \frac{G_{\text{უ}} \cdot V_{\text{ბად}}}{gt} = -215,1 + \frac{50 \cdot 1,0}{9,81 \cdot 3} = -215,1 + 1,7 = -213,4 \text{ კგ.}$$

$$\begin{aligned} V - S_V &= S_{VII} + W_{5,2}''' = S_{VII} + G_2 L_{VII-V} \omega_1 = -213,4 + 0,33 \cdot 50 \cdot 0,2 = \\ &= -213,4 + 3,3 = 210,1 \text{ კგ.} \end{aligned}$$

$$IV - S_{IV} = S_V + W_{3,3} = S_V + S_V \omega_2 = 210,1 + 210,1 \cdot 0,1 = -210,1 + 21 = -189,1 \text{ კგ.}$$

$$\begin{aligned} III - S_{III} &= S_{IV} + W_{5,3}''' = S_{IV} + G_2 L_{IV-III} \omega_1 = -189,1 + 0,33 \cdot 100 \cdot 0,2 = \\ &= -189,1 + 6,6 = -182,5 \text{ კგ.} \end{aligned}$$

$$II - S_{II} = S_{III} + W_{3,4} = S_{III} + S_{III} \cdot \omega_2 = -182,5 + 182,5 \cdot 0,1 = -182,5 + 18,3 = -164,2 \text{ კგ.}$$

$$\begin{aligned} I - S_I &= S_{II} + W_{5,4} = S_{II} + G_2 L_{II-I} \omega_1 = -164,2 + 0,33 \cdot 1000 (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha) = \\ &= -164,2 + 330 (0,57358 + 0,2 \cdot 0,81915) = -164,2 + 243,3 = 79,1 \text{ კგ.} \end{aligned}$$

(24) ფორმულის თანახმად

$$\begin{aligned} S''_{IV} &= 19,6 + 10,2 - 304 + 27,4 - 5,3 + 25,2 + 5,3 + 6,5 + 1,7 + 3,3 + \\ &+ 21 + 6,6 + 18,3 = 243,3 = 79,1 \text{ კგ.} \end{aligned}$$

$$N_4 = \frac{79,1 \cdot 1,5}{75 \cdot 0,85} = 1,9 \text{ ცხ.ბ} = 1,4 \text{ კვტ.}$$

დამყარებული მოძრაობის დროს

$$S'_I = S_I - W_5'' - W_{4,3} = 79,1 - 10,2 - 1,7 = 67,2 \text{ კგ.}$$

$$N_4 = \frac{67,2 \cdot 1,5}{75 \cdot 0,85} = 1,6 \text{ ცხ.ბ} = 1,2 \text{ კვტ.}$$

$t_6$  პერიოდში წინააღმდეგობის  $S'_{VI}$  ძალის საანგარიშოდ (ნახ. 1, ბ), როცა საწვეი დოლით ხორციელდება საწვეი ბაგირის მოშვებულობის ამოკრება I წერტილიდან VIII წერტილამდე, რის შემდეგაც წვეის ძალა მოედება დატვირთულ ურიკას და იწყება საწვეი დოლის სასარგებლო დატვირთვა; საჭიროა შეიკრიბოს I-XIII წერტილებში აღძრული წინააღმდეგობის ძალები:

$$S'_{VI} = W'_5 + W''_5 + W'''_{5,1} + W_{3,1} + W'''_{5,2} + W_{3,2} + W'''_{5,3}. \quad (25)$$

$$S_{XIII} = W'_5 + W''_5 = 19,6 + 10,2 = 29,8 \text{ კგ.}$$

$$\begin{aligned} XII - S_{XII} &= S_{XIII} + W'''_{5,1} = S_{XIII} + G_1 L_{I-II} (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha) = 29,8 + 0,53 \cdot 1000 \cdot \sin 35^\circ = \\ &= 29,8 + 530 \cdot 0,57358 = 29,8 + 304 = 333,8 \text{ კგ, } \omega_1 = 0. \end{aligned}$$

$$XI - S_{XI} = S_{XII} + W_{3,1} = S_{XII} + S_{XI} \omega_2 = 333,8 + 333,8 \cdot 0,1 = 333,8 + 33,4 = 367,2 \text{ კგ.}$$

$$\begin{aligned} X - S_{XI} &= S_{XI} + W'''_{5,2} = S_{XI} + G_1 L_{IX-X} (\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha) = 367,2 + 0,53 \cdot 10 \cdot \sin 35^\circ = \\ &= 367,2 + 5,3 \cdot 0,57358 = 367,2 + 3,0 = 370,2 \text{ კგ, } \omega_1 = 0 \end{aligned}$$

$$IX - S_{IX} = S_{IX} + W_{3,2} = S_{IX} + S_{IX} \omega_2 = 370 + 370 \cdot 0,1 = 370 + 37 = 407 \text{ კგ.}$$

$$\begin{aligned} VIII - S_{VIII} &= S_{IX} + W'''_{5,3} = S_{IX} + G_1 L_{IX-VIII} \omega_1 = 407 + 0,51 \cdot 100 \cdot 0,1 = \\ &= 407 + 10,6 = 417,6 \text{ კგ.} \end{aligned}$$

(25) ფორმულაში მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ

$$S'_{VI} = 29,8 + 304 + 33,4 + 3 + 37 + 10,6 = 417,8 \text{ კგ.}$$

ჯალამბარის ძრავის სიმძლავრე, რომელიც საჭიროა საწვეი ბაგირის მოშვებულობის ამოსაკრებად ტოლია

$$N_6 = \frac{S'_{VI} \cdot V_{\text{საბ}}}{75 \cdot \eta_{\text{max}}} = \frac{417,8 \cdot 10}{75 \cdot 0,85} = 6,6 \text{ ცხ.ძ} = 4,9 \text{ კვტ.}$$

ფორმულით (2) ვანგარიშობთ ძრავას ეკვივალენტურ სიმძლავრეს

$$\begin{aligned} N_{\text{ძრ}} &= \sqrt{\frac{17,3^2 \cdot 30 + 16,3^2 \cdot 230 + 0,5^2 \cdot 120 + 1,9^2 \cdot 30 + 0,5^2 \cdot 120 + 6,6^2 \cdot 20}{30 + 230 + 120 + 30 + 120 + 20}} \\ &= \sqrt{\frac{8979 + 61109 + 30 + 108,3 + 30 + 871,2}{550}} = \sqrt{\frac{71127,5}{550}} = \sqrt{129,4} = 11,4 \text{ ცხ.ძ.} = 8,4 \text{ კვტ.} \end{aligned}$$

მამასადამე, ბაგირ-ბლოკური საბაგირო მორსათრევი დანადგარის (ნახ. 1, გ) ჯალამბარის ძრავას სიმძლავრე, განსაზღვრული ჯალამბარის სამუშაო ციკლის ეკვივალენტური სიმძლავრიდან გამომდინარე ტოლია 11,4 ცხ.ძ. ანუ 8,4 კვტ.

სიმძლავრის მიხედვით ვირჩევთ ელექტრო ძრავას  $N_{\text{ძრ}} = 11$  კვტ, ელ. ძრ. ტიპი 4A132M2Y3,  $n = 3000$  ბრ/წთ.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. ბლამწარაშვილი ზ., კოკია გ., ღუნდუა პ. – ტყეკაფითი სამუშაოების მანქანები და ტექნოლოგია მთიან პირობებში, სმმესკ ინსტიტუტი, თბილისი, 2008წ.;
2. ბლამწარაშვილი ზ., გელაშვილი ი., ტყემალაძე რ., ჩიტძე ზ. – ხე-ტყის ორმხრივი საპაერო საბაგირო მორსათრევი დანადგარი, საქპატენტი, პატენტი GEP 4779B. 09.10.09. №17.
3. მოსულიშვილი დ., ბლამწარაშვილი ზ., ნარიმანაშვილი მ., ტყემალაძე რ., ღუნდუა პ. – ტყესაკაფი სამუშაოების ეკოლოგიურად უვნებელი ტექნოლოგიები და მანქანები მთიან პირობებში. „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, სტუ, გამომცემლობა „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, თბილისი, 2010წ., №2(18), 90-95გვ.
4. Л.А. Занегин, И. В. Воскобойников, Н.С. Еремеев. Машины и механизмы для каматной трелевки. МГУ леса, Москва 2004, с. 445.
5. გვაზავა ლ., ხე-ტყის დამზადება, სს სასოფლო სამეურნეო უნივერსიტეტი, თბილისი, 2009წ., გვ. 160.

### DEFIFITION OF TRANSVERSE MOVEMENT CABLE LOGGING INSTALLATION HOIST ENGINE POWER ACCORDING OF OPERATIONAL CYCLE EQUIVALENT POWER

**D. Nachkebia, R. Tkemaladze, Z. Balamtsarashvili, P. Dundua, B. Gogochuri**

#### Summary

Is developed the method of hoist engine power definition for transverse movement cable logging installation cable-block scheme, proceeding its operational cycle equivalent power, in that the rotation cable will move by application of hoist load drum. By consideration of technological and technical data and operational conditions is defined total duration of hoist operational cycle in seconds that represents sum of period's duration on each operation execution in operational cycle timetables.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ЛЕБЁДКИ КАНАТНОЙ ТРЕЛЁВОЧНОЙ УСТАНОВКИ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СОГЛАСНО ЭКВИВАЛЕНТНОЙ МОЩНОСТИ РАБОЧЕГО ЦИКЛА

**Д. Начкебия, Р. Ткемаладзе, З. Баламцарашвили, П. Дундуа, Б. Гогочури**  
Резюме

Разработана методика определения мощности двигателя лебёдки канатно-блочного устройства канатной трелёвочной установки поперечного перемещения, исходя из эквивалентной мощности рабочего цикла, в которой канат возвращения перещается при помощи грузового барабана лебёдки. С учётом технологических и технических данных и рабочих условий, определена полная продолжительность рабочего цикла в секундах, которая представляет собой сумму затраченного на все операции цикла периодов времени.

---

უპკ 667. 002. 786

**რეალური ფიგურის გრაფიკული მოდელის აგება**

ლ. ლურსმანაშვილი, დ. ქორჩილაგა

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** რეალური ფიგურის გრაფიკული მოდელის აგების მიზნით ჩვენს მიერ გამოკვლეულ იქნა სხეულის პროპორციები ჰარმონიზაციის კანონების გათვალისწინებით. რის საფუძველზეც შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მხოლოდ ფიბონაჩის მწკრივისა და რიცხვთა კონსტრუქციული თეორიის თვისებათა საფუძველზე მხატვრული პროპორციულობის კანონების გამოყენებით შეიძლება სტილიზირებული ფიგურის ტანაგებულების ჰარმონიული და პროპორციული აგების მოქნილი მოდელური სისტემის დამუშავება. რეალური ფიგურის გრაფიკული მოდელის ასაგებად ვისარგებლეთ XIX საუკუნის ქართველი ქალის კაბის ანტროპომეტრული ზომებით. საწყის მონაცემად შევირჩიეთ წელის ხაზიდან იატაკამდე მანძილი, რომელშიც მოდული (m) ეტევა 5-ჯერ.

**საკვანძო სიტყვები:** ფიბონაჩის მწკრივი, რიცხვთა კონსტრუქციული თეორია, მხატვრული პროპორც. 000000014-+601 იულობის კანონები, სტილიზირებული ფიგურა, რეალური ფიგურა, გრაფიკული მოდელი.

**შესავალი**

გრაფიკული მოდელის დამუშავება ფიგურაზე განგახორციელებთ პროპორციულ მოდელური ხერხის გამოყენებით. ტიპური ფიგურის ნახაზის მისაღებად, მოდულად მივიჩნიეთ თავის სიმაღლე (BT). ფიგურის გრაფიკული მოდელის აგებამდე გავანალიზეთ ტანადობის ტიპი, მხრის სიმაღლე, გულმკერდის, მუცლის, თეძოს, ხელის, ფეხისა და ყელის ფორმა და მდებარეობა და ასევე სხეულის პროპორციები. მოვახდინეთ ასევე ფიგურის ანალიზი როგორც ფრონტალურ, ასევე

პროფილურ პროექციაში. მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ ასევე განგვესაზღვრა ძირითადი გადახრები ( $\Delta i$ ) თითოეული იმ პარამეტრისა, რომელიც განსაზღვრავს ტან-აგებულების თავისებურებებს.

## ძირითადი ნაწილი

როგორც ვიცით, ქალისა და მამაკაცის ზომითი ტიპოლოგია მოიცავს პროპორციის სამ ტიპს: დოლიხომორფულს, მეზომორფულს და ბრახიმორფულს.

მეზომორფული ფიგურისათვის  $m=R/8$

ბრახიმორფული ფიგურისათვის  $m=R/7,5$

დოლიხომორფული ფიგურისათვის  $m=R/8,5$

სხვადასხვა ტიპის პროპორციის მქონე ფიგურის გრაფიკული მოდელის აგების პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: ბრახიმორფული ანდა დოლიხომორფული ფიგურის აგებისათვის, თედოს ხაზიდან ქვემოთ გადაიზომება შესაბამისად 3,5 ან 4,5 მოდული. ეს მონაკვეთი იყოფა 4 ნაწილად და გავავლებთ ჰორიზონტალურ ხაზებს. ამ უბნებისათვის იცვლება მოდულის სიდიდე, კერძოდ: ბრახიმორფული ფიგურისათვის  $m^1=0,875m$ . დოლიხომორფული ფიგურისათვის  $m^1=1,125m$ . მოცემულ უბნებზე ფიგურის მახასიათებელი წერტილების მდებარეობის განსაზღვრისათვის გამოიყენება მოდულის ეს შეცვლილი მნიშვნელობები. ფიგურის ფრონტალურ და პროფილურ პროექციაში ასაგებად ვიყენებთ ორ ვერტიკალურ ღერძს (Y).

აქედან ერთი არის ცენტრალური ღერძი და მეორე მხები ღერძი რომელიც გაივლის ბეჭის ძვლების ყველაზე გამოხურცულ ადგილზე. თითოეულ ღერძს ვყოფთ 8 ტოლ ნაწილად და თითოეული მათგანი ტოლია მოდულის (m) მათზე გავავლებთ ჰორიზონტალურ ხაზებს. აგებას ვიწყებთ ფიგურის პროფილურ პროექციაში. მე-7-ე ხაზიდან ქვემოთ გადავზომავთ მონაკვეთს რომელიც 0,1 m-ის ტოლია და გავავლებთ დამხმარე ჰორიზონტალურ ხაზს. მიღებული ხაზი განსაზღვრავს კისრის წერტილს. ამ ხაზზე გადაიზომება  $\Pi K$  მონაკვეთი (კორპუსის მდგომარეობა). მე-7-ე ხაზიდან ქვემოთ 0,15 m-ისა და 0,35 m-ის დაცილებით გავავლებთ ჰორიზონტალურ ხაზებს, რომელიც განსაზღვრავს კისრის ძირის წერტილის სიმაღლესა და ყელის წინა ქვედა საზღვარს (ლავიწის წერტილი). ყელის წინა ქვედა საზღვარის წერტილს ვპოულობთ ლავიწის წერტილზე გამავალ ხაზზე, რომელიც კისრის წერტილიდან დაშორებულია ყელის წინა-უკანა დიამეტრის მანძილით ( $d_{\text{III}}$ ). ამ ორი წერტილის შემაერთებელი მონაკვეთი კისრის ძირის წერტილზე გამავალ ხაზზე გადაკვეთს კისრის ძირის წერტილს. მე-7-ე ხაზიდან ქვემოთ გადავზომავთ მონაკვეთს, რომელიც 0,4 m-ის ტოლია. ამ წერტილზე გავლებული ჰორიზონტალური

ხაზი წარმოადგენს მხრის სიმაღლის ხაზს. ამ ხაზზე კისრის წერტილიდან დაშვებული პერპენდიკულარი განსაზღვრავს მხრის წერტილის სიმაღლეს. გულმკერდის ყველაზე ამობურცული წერტილების მდებარეობის განსაზღვრისათვის ბეჭის ძვლების ყველაზე გამოშვებული წერტილებიდან გადავზომავთ გულმკერდის წინა-უკანა დიამეტრის ტოლ მანძილს ( $d_{N3F}$ ) ისე, რომ ამ მონაკვეთის ბოლო მე-6- ჰორიზონტალური ხაზიდან მდებარეობდეს 0,25 m-ის დაცილებით. გულმკერდის ამობურცულობის ქვედა საზღვრის განსაზღვრისათვის მე-6-ჰორიზონტალიდან გადავზომავთ 0,5m-ის ტოლ მონაკვეთს და გავავლებთ დამხმარე ჰორიზონტალურ ხაზს.

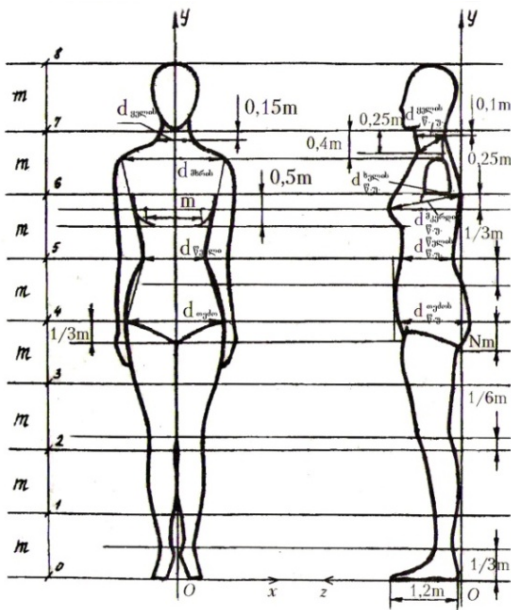
მე-5-ე ხაზზე ვერტიკალური ღერძებიდან გადავზომავთ წელის პირველ სიღრმეს ( $\Gamma_{T1}$ ) და წელის პირველი სიღრმისა და წელის წინა-უკანა დიამეტრის ჯამის ტოლ მანძილს ( $\Gamma_{T1}+d_{II\Theta T}$ ) ღუნდულის ყველაზე გამოშვებული წერტილების საპოვნელად მე-4-ე ხაზზე მარჯვნივ გადავზომავთ ( $\Gamma_{TII}-\Gamma_{T1}$ ) მონაკვეთს. მუცლის ყველაზე ამობურცული წერტილის საპოვნელად მე-5 ხაზზე  $1/3$  m-ით ქვემოთ გადავზომავთ მონაკვეთს  $d_{II\Xi b}=(\Gamma_{TII}-\Gamma_{T1})$ . ღუნდულის ქვემო ნაკეცის მდებარეობა განისაზღვრება მე-4-ე ხაზს ქვემოთ Nm სმ-ის დაშორებით, სადაც N-ი კოეფიციენტი დამოკიდებულია ტიპური ფიგურის სისრულით ჯგუფზე:

N			
1	2	3	4
0,44	0,46	0,48	0,5

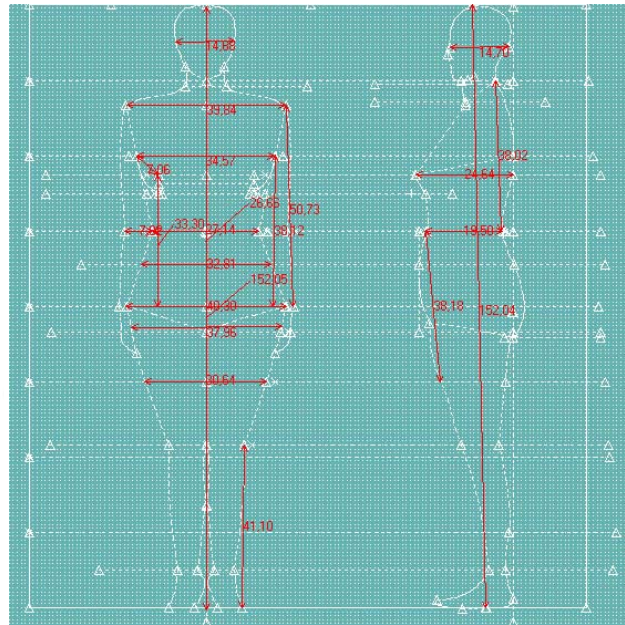
ფიგურის ფრონტალური პროექციების აგებისათვის ძირითად და დამხმარე ჰორიზონტალურ ხაზებზე გადავზომავთ ზომითი ნიშნების განივი დიამეტრების, მოდულურ მნიშვნელობებს.

კისრის ძირის ხაზიდან (მე-7 ხაზი) 0,15 m-ის ქვემოთ ვერტიკალური ღერძის მარჯვნივ და მარცხნივ გადავზომავთ წელის სიგრძის ნახევარს (0,5  $d_{III}$ ). მხრის სიმაღლის ხაზზე გადაიზომება მხრის სიგრძე ( $d_{IIL}$ ). გულმკერდის საწოვარ წერტილებს შორის მანძილი ტოლია მოდულისა (m). მე-5-ე ხაზზე გადავზომავთ წელის სიგრძეს ( $d_T$ ), ხოლო მე-6-ე ხაზზე თედოს სიგრძეს ( $d_b$ ). ფეხის ტერფის სიგანე და სიმაღლე შესაბამისად ტოლია  $1/3$  m-ისა, ხოლო სიგრძე 1,2 m-ისა. ხელის სიგრძე ჩამოდის თედოს შუა ხაზამდე. იდაყვის სახსარი მდებარეობს წელის ხაზზე.

რეალური ფიგურის გრაფიკული მოდელის ასაგებად ვისარგებლეთ XIX საუკუნის ქართველი ქალის კაბის ანტროპომეტრული ზომებით. საწყის მონაცემად შევირჩიეთ წელის ხაზიდან იატაკამდე მანძილი, რომელშიც მოდული (m) ეტევა 5-ჯერ.



ქალის ფიგურის გრაფიკული მოდელი.



რეალური ფიგურის გრაფიკული მოდელის ელექტრონული ვერსია.

### დასკვნა

რეალური ფიგურის გრაფიკული მოდელის ასაგებად:

გამოვიყენეთ ადამიანის (ქალის) სხეულის პროპორციები ჰარმონიზაციის კანონების გათვალისწინებით.

გრაფიკული მოდელის დამუშავება ფიგურაზე განვასხორციელეთ პროპორციულ მოდელური ხერხის გამოყენებით.

ტიპიური ფიგურის გრაფიკული მოდელის აგებისათვის გავანალიზეთ ტანადობის ტიპი, მხრის სიმაღლე, გულმკერდის, მუცლის, თეძოს, ხელის, ფეხისა და ყელის ფორმა, მდებარეობა და სხეულის პროპორციები.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. **Рудаков А.Н.** - Числа Фибоначчи и простота числа 2127-1 // Математическое Просвещение, третья серия. — 2000. — Т. 4.
2. **Шершнева Л.П., Ларькина Л.В.** Конструирования одежды. Москва. Форум ИНФРА. М. 2006. 288 ст.
3. **Шмигевский Н. В.** Формула совершенства // Страна знаний. — 2010. — № 4. - С.2-7.



4. <http://www.youtube.com/watch?v=G8yLBaYQG8E> Золотое сечение. Число Фибоначчи (0,618)

## **CONSTRUCTION OF GRAPHICAL MODEL'S REAL FIGURE**

**L. Lursmanashvili, D. Korchilava**

### **Summary**

For construction of graphical model's real figure, we have researched for the proportions of the body and have taken into consideration the rules of harmonization and we can conclude according to the Fibonacci's row and the features of the constructive theory with the usage of the law artistic proportions. It is possible to construct harmonic and proportional stylized figure and its mobile model system treatment. In order to construct real figure's graphic model, we have used the size of a Georgian woman of the XIX century. For the beginning data we have chosen the distance from the waist till the floor, where the module (m-head) is placed five times.

## **ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕАЛЬНОЙ ФИГУРЫ**

**Л. Лурсманашвили, Д. Корчилава**

### **Резюме**

Для того, что бы создать графическую модель реальной фигуры, с нашей стороны были исследованы пропорции тела принимая во внимание законы гармонизации. На основании выше упомянутого, мы можем резюмировать, что только используя ряда фибоначи и на основе конструктивной теории особенности чисел, используя законы художественной пропорциональности, становится возможным обработка гибкой модельной системы гармоничного и пропорционального воссоздания телосложения стилизированной фигуры. Для воспроизведения графической модели реальной фигуры, мы пользовались размерами платья грузинской женщины XIX века. Начальными данными посчитали длину от пола до линии талии, где  $m$  – модуль помещается 5 раз.

---

შპს 625.330

**საქართველოს საავტომობილო ტრანსპორტში  
ეკონომიკური კრიზისი და მისი დაკლების შესაძლებლობები  
მენეჯმენტის განვითარების საფუძველზე**

ი. გოდერძიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. მ. კოსტავას ქ., 77, 0175, თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია საქართველოში საავტომობილო-სატრანზიტო გადაზიდვების მოცულობის ზრდის შესაძლებლობები, ჩამოთვლილია ის კონკრეტული პრობლემები, რომელთა გადაჭრა და მოგვარება შესაძლებლობას იძლევა ქვეყნის ეს მეტად პერსპექტიული დარგი გახდეს უფრო მიმზიდველი, კონკურენტუნარიანი და ამასთან ერთად ამაღლდეს მისი ეფექტიანობის მაჩვენებელი. სტატიაში ზოგადად არის წარმოჩენილი საავტომობილო-სატრანზიტო გადაზიდვების მოცულობის ზრდის ხელისშემშლელი ფაქტორები და დასახულია ამ ფაქტორების აღმოფხვრის გზები.

**საკვანძო სიტყვები:** ტრანსპორტი, საავტომობილო ტრანსპორტი, კრიზისი, მენეჯმენტი.

**შესავალი**

საავტომობილო ტრანსპორტი ქვეყნის ეროვნული მეურნეობის ერთერთი მნიშვნელოვანი დარგია. საავტომობილო ტრანსპორტის ზრდადი გამოყენების ძირითადი სფეროებია:

- 1 ტრანსპორტის მაგისტრალურ სახეობებთან ტვირთის მიტანა-გადაზიდვა;
- 2 სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო ტვირთების მოკლე მანძილებზე გადაზიდვა;
- 3 შიდა საქალაქო გადაზიდვები, სავაჭრო და სამშენებლო ტვირთების გადაზიდვა.

დღეს წარმოუდგენელია მეურნეობის ნებისმიერი დარგის ფუნქციონირება საავტომობილო ტრანსპორტის გამოყენების გარეშე. XX საუკუნეში საავტომობილო ტრანსპორტი ლიდერის როლს იკავებს, რაზეც ნათლად მეტყველებს ცხრილ №1-ში მოყვანილი მონაცემები. XX საუკუნის დასაწყისიდან

საუკუნის ბოლოსთვის საავტომობილო ტრანსპორტის წილი შიდა ტვირთბრუნვაში 0,2%-დან 17,1%-მდე გაიზარდა, ხოლო სარკინიგზო ტრანსპორტის წილი შემცირდა 72,9%-დან 50,7%-მდე.

**ცხრილი №1**

**საავტომობილო ტრანსპორტის მსოფლიო ტვირთბრუნვის ზრდა(სოც. ქვეყნების გარდა)**

	1985		1990		1995	
	სულ	მათ შორის საქალაქთაშ.	სულ	მათ შორის საქალაქთაშ.	სულ	მათ შორის საქალაქთაშ
ევროპა	87	77	210	187	285	255
აზია	10	6	43	30	97	55
აფრიკა	8	4	18	10	29	16
ჩრდ. ამერიკა	353	264	587	455	752	596
ლათ. ამერიკა	16	13	50	40	78	56
ავსტრ. და ოკეანეთი	20	11	38	24	48	34
<b>სულ</b>	<b>494</b>	<b>375</b>	<b>946</b>	<b>746</b>	<b>1289</b>	<b>1012</b>

2010 წლის ივნისში საქართველოს მთავრობის მიერ შემუშავებულ იქნა დადგენილება „საქართველოს რეგიონული განვითარების 2010-2017 წწ. სახელმწიფო სტრატეგიის“ შესახებ, რომლის ძირითადი მიზანი იყო რეგიონების სოციალურ-ეკონომიკური განვითარებისთვის ხელსაყრელი გარემოს შექმნის უზრუნველყოფა, რაც მიიღწევა რეგიონების დაბალანსებული სოციალურ-ეკონომიკური განვითარებით, მათი კონკურენტუნარიანობის ამაღლებითა და რეგიონებს შორის არსებული სოციალურ-ეკონომიკური უთანასწორობის შემცირებით.

მდგრადი რეგიონული განვითარების ერთერთი აუცილებელი პირობაა გამართული სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურა, რომელიც თავი მხრივ მოიცავს:

- 1 რეგიონებს შორის საავტომობილო და სარკინიგზო გზებს;
- 2 მაღალმთლიან რეგიონებში შიდა ფრენებისათვის ინფრასტრუქტურის განვითარებას;
- 3 ტურისტულ ზონებში საბავირო ტრანსპორტის განვითარების ხელშეწყობას.

ამგვარად, საქართველოს ეკონომიკური მდგომარეობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული საავტომობილო გზების განვითარებასთან. დღესაც, ეკონომიკის ზრდასთან ერთად ფართოვდება

საქართველოს, როგორც ტრანსკავკასიური დერეფნის ფუნქცია, რადგან იგი აღმოსავლეთ აზიის ევროპასთან დამაკავშირებელ უმოკლეს გზას წარმოადგენს.

## პირითადი ნაწილი

საქართველოზე გამავალ ტრანსკავკასიურ დერეფანს გააჩნია ალტერნატიული – კონკურენტული გზები როგორც რუსეთის, ასევე ირანისა და თურქეთის ტერიტორიების გავლით. ამიტომ დღის წესრიგში დგება კონკურენტულ პირობებში საქართველოს მიერ ტვირთმფლობელებისათვის მომგებიანი პირობების შეთავაზება და მათი პრაქტიკული განხორციელება, ეს კი თავის მხრივ მოითხოვს თანამედროვე სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის შექმნას და შესაბამისად, ტვირთების გარანტირებულად დაცვის უზრუნველყოფას, მათ სწრაფ გადაზიდვას და სატრანსპორტო ხარჯების შემცირებას.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, აუცილებელი ხდება სარკინიგზო ხაზების გამართულობის უზრუნველყოფა, საავტომობილო გზების ტექნიკური მახასიათებლების მიახლოება მსოფლიო სტანდარტებთან, უსაფრთხო გარემო ქვეყნის მთელ ტერიტორიაზე და საზღვაო პორტების და ტერმინალების აღჭურვა თანამედროვე სტანდარტებით. ამდენად, ამ საკითხების მეცნიერული დამუშავება და სათანადო წინადადებების შემუშავება ხელს შეუწყობს საქართველოზე გამავალი ტრანსკავკასიური დერეფნის გაფართოებას და ფართო პერსპექტივებს შეუქმნის სატრანზიტო ტვირთების ინტენსივობის ზრდას. ამასთან ერთად, ის იქნება ქვეყნის ეკონომიკის დაჩქარებული განვითარების სტიმულიც.

საქართველოს დამოუკიდებლობის მოპოვების შემდეგ დღის წესრიგში დადგა საქართველოს ტერიტორიაზე ოდესღაც გამავალი “დიდი აბრეშუმის გზის” აღორძინება. კავკასიურ დერეფანს სახელები განსახორციელებელი პროექტების შესაბამისად დაერქვა, მაგ., "ტრასეკა" და "ნაბუკო".

აღნიშნული პრობლემების მეცნიერული დამუშავებით დაინტერესდნენ როგორც ქართველი, ისე უცხოელი მკვლევარები, პრობლემის მეცნიერულ დამუშავება კი ფინანსდებოდა და დღესაც ფინანსდება განვითარებულ სახელმწიფოთა მთავრობებისა და საერთაშორისო საფინანსო ორგანიზაციების მიერ.

ტრანსკავკასიური მაგისტრალის ცალკეული საკითხები ასახულია ქართველი მეცნიერ-ეკონომისტების, ა. აბრალავას, გ. ტყეშელაშვილის, ო. ბიჭიაშვილის, თ. ხომერიკის და სხვათა კვლევებში. მათთან ერთად აღნიშნულ საკითხს ინტენსიურად იკვლევდნენ როგორც აზერბაიჯანელი მეცნიერები - ტ. მამედოვი, ა. ალიევი და სხვ., ისე დასავლეთ ევროპის გამოჩენილი მკვლევარები - ო. რეზბიკოვა, გ. ფეფერმანი, ჯ. ვილეი, ი. პელოგურჩი და სხვ.

მიუხედავად ამისა, ტრანსკავკასიური პრობლემატიკა ჯერჯერობით ბოლომდე

გამოკვლეული არ არის. შესასწავლია საავტომობილო ტრანსპორტის მენეჯმენტის რიგი პრობლემატური საკითხები. მათ შორის:

- 1 ტრანსკავკასიური დერეფნის განვითარების ეკონომიკური პრობლემების შესწავლა;
- 2 არსებული რესურსების ანალიზი;
- 3 დერეფნის შემდგომი განვითარებისათვის საქართველოს შიგა და გარე ფაქტორების გაანალიზება;
- 4 განვითარების პერსპექტივების დასახვა.

შეიძლება ითქვას, რომ ამჟამად საქართველო, როგორც სატრანზიტო ქვეყანა, მნიშვნელოვან შემოსავალს იღებს სხვადასხვა საქონლის ტრანსპორტირებით, საკმაოდ განვითარებულია ქვეყნის ტრანსპორტის სექტორი და ამდენად, უდავოა სატრანსპორტო სისტემის სტრუქტურაში საავტომობილო ტრანსპორტის პრიორიტეტი, მისთვის დამახასიათებელი ტექნოლოგიური მონაცემების გათვალისწინებით. უკანასკნელ წლებში საგრძნობლად გაიზარდა გადატანილი ტვირთის მოცულობა, ტვირთბრუნვისა და მგზავრთა გადაყვანის მაჩვენებლები. ეს დარგი პერსპექტიულობის კუთხით, უმნიშვნელოვანესია საქართველოსთვის, მით უფრო, თუ გავითვალისწინებთ ქვეყნის სატრანზიტო ფუნქციას.

საქართველოში ქვეყნის საავტომობილო გზებით, ყოველწლიურად, საშუალოდ თითქმის 24,5 მილიონი ტონა ტვირთის გადაზიდვა და 257 მილიონი მგზავრის გადაყვანა ხდება, ხოლო გადაზიდული ტვირთის მოცულობაში დიდი ხვედრითი წილი – 59,9% საავტომობილო გადაზიდვებზე მოდის.

XX ს ბოლო ათწლეულში საქართველოს საავტომობილო მაგისტრალებმა დაიბრუნეს თავისი ფუნქცია, მაგრამ, წლების განმავლობაში მიტოვებული და მოუვლელი მაგისტრალების უმრავლესობა მოიშალა და განადგურდა. ამიტომ, მას შემდეგ, რაც საქართველომ შეიძინა აზია-ევროპის დამაკავშირებელი დერეფნის სტატუსი, სახელმწიფოს წინაშე პრიორიტეტული გახდა სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარება. საავტომობილო გადაზიდვების გაზრდილმა მოთხოვნებმა დღის წესრიგში დააყენა არსებული გზების რეკონსტრუქციისა და ზოგ შემთხვევებში ახალი და უსაფრთხო მონაკვეთების მშენებლობის აუცილებლობა. ბოლო წლებში საქართველოს მთავრობამ შეაკეთა დიდი დატვირთვის მქონე გზები, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, სიტუაციის საბოლოო მოწესრიგებამდე ჯერ კიდევ ბევრი სამუშაოა ჩასატარებელი.

აღსანიშნავია, რომ იმ დროს, როდესაც მნიშვნელოვნად ვითარდება აღმოსავლეთ-დასავლეთის სატრანსპორტო დერეფანი, საგრძნობლად შემცირდა სამხრეთ-ჩრდილოეთის იმ მარშრუტების დატვირთვა, რომელიც საბჭოთა ეპოქაში ფუნქციონირებდა. იმ სარკინიგზო და საავტომობილო გზების გადაკეტვამ, რომლებიც საქართველოს აფხაზეთის გავლით რუსეთის ფედერაციასთან აკავშირებდა, უარყოფითი გავლენა იქონია ვაჭრობის და ზოგადად, ეკონომიკის განვითარებაზე. საგრძნობლად იკლო ამ მიმართულებით გადაზიდული ტვირთების ოდენობამ.

საავტომობილო-სატრანზიტო გადაზიდვების მოცულობის შემცირების მიზეზების კვლევისას მეტად მნიშვნელოვან ფაქტორადაა მიჩნეული ქვეყნის უსაფრთხოება, რადგან არასტაბილური პოლიტიკური მდგომარეობა აფერხებს ქვეყნის სატრანსპორტო პოტენციალის სრულად გამოყენებას და ზრდის ტრანსპორტით მომსახურების ფასს.

აქედან გამომდინარე, ეს და სხვა პრობლემები გარკვეულწილად მოქმედებს ქვეყნის იმიჯზე და გვეკლინება ტვირთბრუნვის მატების ერთერთ მნიშვნელოვან შემაფერხებელ ფაქტორად, თუმცა, საავტომობილო-სატრანზიტო გადაზიდვების მოცულობის ზრდის შესაძლებლობები საქართველოში მაინც საკმაოდ დიდია.

ტრანსპორტირების ალტერნატიული მარშრუტების კონკურენტუნარიანობა ძირითადად დამოკიდებულია ტრანსპორტირების დანახარჯებსა და სატრანზიტო გადასახადებზე. ამასთან ერთად, ლიბერალური საკანონმდებლო ბაზა, გაუმჯობესებული ინფრასტრუქტურა და რეგიონის სწრაფი ეკონომიკური განვითარება იწვევს საავტომობილო ტრანსპორტით განხორციელებული ტვირთბრუნვის ზრდას, მაგრამ გარკვეული ფაქტორები უარყოფით გავლენას ახდენენ ტვირთბრუნვის მოცულობის ზრდის შესაძლებლობებზე. მათ შორის უნდა აღინიშნოს:

- 1 ტრანსპორტირების გეოპოლიტიკური ფაქტორი;
- 2 სატრანზიტო დერეფნის უსაფრთხოება;
- 3 ტვირთის მიწოდების ალტერნატიული მარშრუტები და სხვა ფაქტორები.

ამდენად, აუცილებელია, რომ საქართველოს სატრანსპორტო ტვირთბრუნვის მოცულობის გაზრდის პირობების შეფასებისას დიდი ყურადღება დაეთმოს ამ ფაქტორებს.

ქვეყნის სატრანსპორტო სექტორის და სატრანზიტო ფუნქციის განვითარება პირდაპირ კავშირშია სატრანსპორტო ტვირთბრუნვის მოცულობის ზრდასთან, ამ უკანასკნელის განვითარება კი დამოკიდებულია გარკვეულ პოლიტიკურ-ეკონომიკურ ასპექტებზე, კერძოდ, ეკონომიკის განვითარება და გადაზიდვების მოცულობის ზრდა წარმოუდგენელია მოწესრიგებული საგზაო ინფრასტრუქტურის გარეშე. ეს ეხება როგორც შიდასახელმწიფოებრივ, ისე საერთაშორისო მნიშვნელობის გზების მშენებლობასა და რეაბილიტაციას.

პრიორიტეტები, რომლებიც საფუძვლად უნდა დაედოს საქართველოს სატრანზიტო ფუნქციის და საავტომობილო-სატრანზიტო გადაზიდვების მოცულობის გაზრდას, არის თანამშრომლობის განმტკიცება ევროპისა და მეზობელ სახელმწიფოებთან, საზღვრის გადაკვეთის პროცედურების გამარტივება, საგზაო გადაზიდვების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა, შერჩევითი ღონიძობებისა და რეფორმების გატარებით ტრანსპორტის სფეროებში საერთაშორისო კონვენციებითა და შეთანხმებებით აღებული ვალდებულებების შესრულება და სხვა, რაც ცხადია, ხელს შეუწყობს ქვეყნის კონკურენტუნარიანობის ზრდას აღმოსავლეთ-დასავლეთი დერეფნის სატრანზიტო მომსახურების

განვითარების საქმეში და გაზრდის საავტომობილო-სატრანზიტო გადაზიდვების მოცულობის ზრდის შესაძლებლობებს.

ყურადსაღებია, რომ ევროკავშირი სრულად აცნობიერებს შავი ზღვისა და კასპიის რეგიონის მნიშვნელობას საავტომობილო ტრანსპორტის დარგში თანამშრომლობის კუთხით. კეთდება აქცენტი პოლიტიკურ ჰარმონიზაციასა და ადმინისტრაციული სისტემების ინტეგრაციაზე, როგორც საქართველოს სატრანსპორტო ღონისძიებების ფუნქციონირებისა და პრიორიტეტული პროექტების განხორციელების ფაქტორზე. ამდენად, ეს პერსპექტივა აჩენს მოლოდინს სატრანზიტო პოტენციალის აღქმისთვის, რაც თავის მხრივ, დააჩქარებს საქართველოს ინტეგრაციას გლობალურ ეკონომიკურ სტრუქტურებში და ხელს შეუწყობს რეგიონის მდგრად განვითარებას.

## დასკვნა

ზემოთ აღნიშნული პრობლემების გადასაჭრელად დასახული მიზნები და ამოცანები შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოვყალიბოთ:

1 ისტორიულად საქართველოზე გამავალი სატრანზიტო-საქარავანო გზების შესწავლა, მათი მნიშვნელობა და ქვეყნისთვის მოტანილი შედეგების ანალიზი;

2 ტექნიკურ-ეკონომიკური პარამეტრების დახასიათება, პერსპექტივების წარმოჩენა, მენეჯმენტის სრულყოფა და მის ეფექტურობაზე მოქმედი ფაქტორების გამოვლენა;

3 საქართველოს საავტომობილო ტრანსპორტის არსებული მდგომარეობის, გზების ტექნიკური შესაძლებლობების, საექსპედიტორო ფორმების მდგომარეობის ანალიზი, განვითარების მიმართულებები, ფორმების კონკურენტუნარიანობის ამაღლების გზების ძიება და შესაბამისი რეკომენდაციების დამუშავება.

4 ტრანსპორტის სხვადასხვა სახეობის კოორდინირებული განვითარების იმ პრიორიტეტების განსაზღვრა, რომლებიც აისახება ცალკეული რეგიონების განვითარების სტრატეგიებსა და სამოქმედო პროგრამებში.

5 გზების დაგების თანამდროვე სტანდარტების მიხედვით მაღალი ხარისხის საფარის, გრძელვადიანი საექსპლუატაციო ვადის, უსაფრთხოებისა და არსებული საფარის სათანადო მოვლა-შენახვის მიზნით იმ წესის შემუშავება, რომელიც განსაზღვრავს გზების მოვლის ნორმებს, სამშენებლო და უსაფრთხოების სტანდარტებს.

6 საავტომობილო ტრანსპორტის სფეროში მოქმედი რეგულაციის თანამდროვე მეთოდებისა და სტანდარტების შესაბამისი ნორმატიული ბაზის შემუშავება და დანერგვა,

ამისთვის კი შესწავლილ უნდა იქნეს:

- საქართველოს საავტომობილო ტრანსპორტის არსებული მდგომარეობა;
- საავტომობილო სატრანსპორტო გზების ტექნიკური შესაძლებლობები;
- საავტომობილო საექსპედიტორო ფორმების მდგომარეობის ანალიზი;
- განვითარების შესაძლებლობების მიმართულებები;
- ფორმების კონკურენტუნარიანობის ამაღლების გზების ძიება;
- შესაბამისი რეკომენდაციების დამუშავება.

ეს საკითხი და სატრანსპორტო დერეფნის რაციონალური გამოყენება უზრუნველყოფს საქართველოს, როგორც სახელმწიფოს უსაფრთხოებას საერთოდ და მათ შორის ეკონომიკურ უსაფრთხოებასაც. ამავე დროს სატრანსპორტო ტვირთების ტრანსპორტირებით შესაძლებელია სახელმწიფო ბიუჯეტის შემოსავლების მნიშვნელოვანი ზრდა.

## ბამოყენებული ლიტერატურა

1. ნავაძე ნ., ქართველიშვილი ვ., გორშკოვი თ., სამგზავრო საავტომობილო გადაყვანები, თბილისი, 2009.
2. ერთიანი სატრანსპორტო ადმინისტრაცია,  
<http://www.uta.gov.ge/saavtomobilo/gadaz-dinamika.html>;
3. საავტომობილო გზების დეპარტამენტი  
<http://www.georoad.ge/files/23-15-70-3-9tvisangarishi.doc> ;
4. საქართველოს მთავრობა, ძირითადი მონაცემები და მიმართულებები 2009- 2012 წწ, თბილისი, 2008. <http://www.parliament.ge/files/435-18857-810986-2009-2012.pdf> ;
5. საქართველოს ეკონომიკური განვითარების სამინისტრო, პროექტი “საქართველოს საგზაო უსაფრთხოების ეროვნული სტრატეგია”, 2008;
6. **Афанасьев Л. Л.**, Автомобильные перевозки, М., 1995;
7. **Таранов А. Т.**, Перевозка пассажиров автомобильным транспортом, М., 1993;
8. **Филиппов В. К.**, Развитие автомобильного транспорта общего пользования, М., 1995.



**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КРИЗИС НА АВТОМОБИЛЬНОМ  
ТРАНПОРТЕ ГРУЗИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ НА  
ОСНОВЕ РАЗВИТИЯ МЕНЕДЖМЕНТА**

**И. Годердзишвили**

**Резюме**

В статье рассмотрены возможности увеличения объёмов автомобильно-транзитных перевозок в Грузии, перечислены те конкретные проблемы, решение которых предоставляет возможность сделать эту перспективную отрасль страны ещё более привлекательной, конкурентоспособной и вместе с тем повысить показатель его эффективности. В статье в общем виде представлены факторы, мешающие повышению объёмов автомобильно-транзитных перевозок и намечены пути по искоренению этих факторов объёмов.

**ECONOMICAL CRISIS IN GEORGIA MOTOR ROAD TRANSPORT  
AND POSSIBILITIES OF IT'S OVERCOMING ON THE BASIS OF  
DEVELOPMENT OF MANAGEMENT**

**I. Goderdzisgvili**

**Summary**

In the article are considered possibilities for increasing of motor road-transit traffic volume in Georgia, are listed that specific problems, which solution gives the possibility to make this perspective branch of economics to more attractive and simultaneously to improve its effectiveness indicators. In the article generally are presented factors, disturbing to increasing of motor road-transit traffic volume and are arisen avoiding it factors.

---

**შპს 628.1**

**ავტომატური ონკანი სასმელი წყლის „შადრევნებისათვის“**

**ნ. ბარბიმაშვილი, გ. ჭელიძე**

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ. 77, 0175 თბილისი  
საქართველო)

**რეზიუმე:** აღწერილია სასმელი წყლის საერთო სარგებლობის „შადრევნებისათვის“ განკუთვნილი ავტომატური ონკანი, რომელიც უზრუნველყოფს წყლის ეკონომიას. ონკანი გამოირჩევა კონსტრუქციის სიმარტივით და მაღალი საიმედოობით.

**საკვანძო სიტყვები:** ბურთულა სარქველი, კუმშვის ზამბარა, ჭიქისებური საქმენი, დრეკადი გარსი, მოძრავ ურთიერთშეხებაში მყოფი ნაწილები.

**შესავალი**

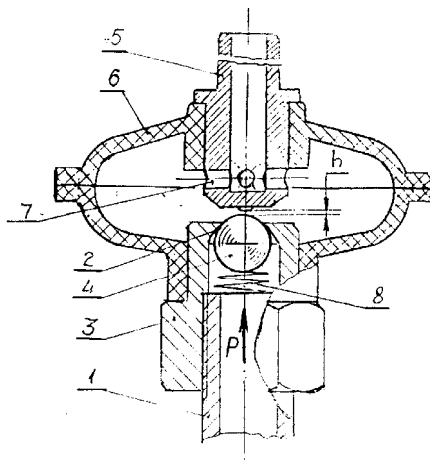
სასმელი წყალი დღესდღეობით საკმაოდ დეფიციტური პროდუქტია, რომლის ეკონომიური გამოყენება აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს. განსაკუთრებით არაეფექტურად სასმელი წყალი იხარჯება საერთო სარგებლობის „შადრევნებში“. მომხმარებლის მიერ მართვადი ონკანების გამოყენება სუბიექტური და ობიექტური მიზეზის გამო არ არის გამართლებული: ხშირად არ ხდება ონკანის სრული ჩაკეტვა; ამასთან ერთად არსებულ ონკანებში გამოყენებულია ხრახნული ან მკვეთარიანი ტიპის გადამკეტი მოწყობილობა, რომელთა კონსტრუქცია შეიცავს ურთიერთმოძრავ შეხებაში მყოფ ნაწილებს. აღნიშნული ნაწილები დროის მანძილზე ცვეთის შედეგად კარგავენ საექსპლუატაციო თვისებებს, უპირველეს ყოვლისა – ჰერმეტიულობას და აღარ უზრუნველყოფენ წყლის ნაკადის სრულ შეწყვეტას.

**პირითადი ნაწილი**

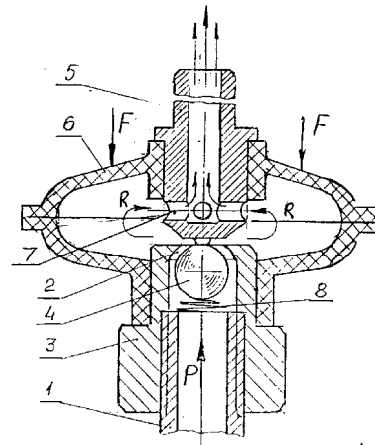
სტუ-ს „მანქანათა ნაწილებისა და ასმ“-ს მიმართულებაზე შემუშავებულია ავტომატური ონკანის კონსტრუქცია, რომელიც განკუთვნილია საერთო სარგებლობის ადგილებში განლაგებული წყლის „შადრევნებისათვის“. ონკანის კონსტრუქცია ჩაკეტილ მდგომარეობაში წარმოდგენილია ნახ.1. ონკანი შეიცავს წყალსადენის მიმწოდ ლილვზე 1 დაყენებულ, სარქველის

ბულის 2 მქონე მილყელს 3, მასში მოთავსებულ ბურთულა სარქველს 4, კუმშვის კონუსურ ზამბარას 8, ჭიქისებრ გარე საქშენს 5 და შუალედ გარსს 6, რომელიც მკვრივად შეერთებულია ერთი მხრივ მილყელთან 3 და მეორე მხრივ საქშენთან 5. შუალედური გარსი 6 დამზადებულია დამყოლი დრეკადი მასალისაგან (მაგალითად რეზინისაგან). მას ეძლევა ბრუნვის დამოკლებული ელიფსოიდის გეომეტრიული ფორმა. დამზადების ტექნოლოგიის გამარტივების მიზნით გარსი 6 შედგება ორ ერთიმეორესთან შეერთებული ნაწილისაგან. საქშენში 5 შესრულებულია რადიალური ნახვრეტები 7. შუალედურ გარსში 6 მოთავსებულ გარე საქშენის 5 ფსკერსა და ბურთულა სარქველს 4 შორის დაცულია მანძილი  $h=2...4$  მმ.

ავტომატური ონკანი მუშაობს შემდეგნაირად: ჩაკეტილ მდგომარეობაში (ნახ.1) კუმშვის ზამბარის 8 მიჭერის ძალის და წყალსადენის მილში 1



ფიგ. 1



ფიგ. 2

არსებული წყლის დაწნევის P შედეგად ბურთულა სარქველი 4 შეეულად გადაადგილდება ზევით, თავსდება მილყელის 3 სარქველის ბუდეში 2 და ამით გადაკეტავს წყლის ნაკადს. ეს ნიშნავს, რომ ავტომატური ონკანი ნორმალურ მდგომარეობაში დახურულია. ონკანის გახსნისათვის (ნახ.2), ე.ი. წყლის „შადრენის“ ამოქმედებისათვის, საჭიროა შუალედური გარსის 6 F ძალით დაჭერა ისრის მიმართულებით ზევიდან ქვევით. შუალედური გარსი 6 დეფორმირდება, ჩამოუშვებს მასთან მკვრივად დაკავშირებულ საქშენს 5, რომელიც თავისი ფსკერით დაძლევეს კუმშვის ზამბარას 8 და წყლის დაწნევის P ძალას და დააწვება ბურთულა სარქველს 4. სარქველი 4 ჩამოეშვება და გზას უხსნის წყალს. წყალსადენში არსებული დაწნევით P, შუალედური გარსის 6 და გარე საქშენის 5 გავლით ისრებით R ნაჩვენები მიმართულებით წყლის ნაკადი ქმნის „შადრენს“. როდესაც წყლის მოხმარება დასრულდება, შეწყდება გარსის 6 F ძალით დაჭერა, გარსი 6 უბრუნდება საწყის ფორმას. კუმშვის

ზამბარის 8 მოქმედებისა და წყალსადენის მილში 1 წყლის არსებული დაწნევის P შედეგად ბურთულა სარქველი 1 შევეულად გადაადგილდება ზევით, თავსდება მილყელის 3 სარქველის ბუდეში 2 და გადაკეტავს წყლის ნაკადს. ავტომატური ონკანი უბრუნდება საწყის, ჩაკეტილ მდგომარეობას. ამით ვალწევთ სავარაუდო დადებით ეფექტს – სასმელი წყლის ხარჯის ეკონომიას.

## **დასკვნა**

ნაშრომში აღწერილი ავტომატური ონკანი ხასიათდება იმით, რომ მის კონსტრუქციაში არ არის გამოყენებული ურთიერთმოდრავ შეხებაში მყოფი ნაწილები და მაშასადამე გამორიცხულია ურთიერთშემხები ზედაპირების ცვეთა. აღნიშნული მდგომარეობა განაპირობებს ავტომატური ონკანის სამსახურის ვადისა და საიმედოობის არსებით ზრდას.

## **გამოყენებული ლიტერატურა**

1. **Решетов Д.Н.** Работоспособность и надежность деталей машиню М., «Машиностроение», 1974, с.208.
2. **Орлов П.Н.** Основы конструирования. М., «Машиностроение», 1979, с.574.

## **АВТОМАТИЧЕСКИЙ КРАН ДЛЯ «ФОНТАНЧИКОВ» ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

**Н. Бардзимашвили, Г.Челидзе**

### **РЕЗЮМЕ**

Описана новая конструкция автоматического крана для «фонтанчиков» питьевой воды, установленных в местах общего пользования и обеспечивающих экономию воды. Кран отличается простотой конструкции и высокой надежностью за счет отсутствия в его конструкции деталей с подвижно сопряженными трущимися поверхностями.

## **AUTOMATIK TAP FOR DRINKABLE WATER SPOUT**

**N. BARDZIMASHVILI, G. CHELIDZE**

### **Summary**

We would like to present a newly developed construction of the automatik drinkable water tap for spouts mounted in public use places. The tap ensures water economy and has the high reliability in consequence of absent of mobil conjugated surfaces of the tap elements.

შპპ. 514.513

## ფიზიკური გამოცდის ტესტირება

ნ. ნიკაშვილი, ი. ხატისკაცი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175,  
თბილისი)

**რეზიუმე:** სტატიაში ფიზიკურების გეომეტრიული თვისებები განმარტებულია როგორც ერთმანეთისაგან განურჩეველი ფიზიკურების საერთო თვისებები. მაგრამ აქ ჩნდება კიდევ ერთი, თანაც მეტად მნიშვნელოვანი კითხვა: როგორი ფიზიკური თვისებებიან გეომეტრიაში ერთმანეთისაგან განურჩეველი, ერთნაირ ფიზიკურებად? ამ კითხვაზე მიღებულ პასუხს მივყავართ სხვადასხვა გეომეტრიებად და ფიზიკურათა სხვადასხვა გეომეტრიულ თვისებებად, რადგან სხვადასხვა გეომეტრიებში სწორედ განურჩევლად ფიზიკურათა საერთო თვისებებს ეწოდება მათი გეომეტრიული თვისებები.

**საკვანძო სიტყვები:** კონგრუენტული ფიგურები, მეტრული, აფინური, პროექციული გარდაქმნები და თვისებები.

1. **ფიზიკურათა მეტრული თვისებები.** ჩვენს მიერ პასუხისმგებელია შემდეგი კითხვა: ფიზიკურათა რომელი თვისებები უნდა ჩავთვალოთ მათ გეომეტრიულ თვისებებად. ცხადია, რომ ფიგურის ფერი, წონა, მასალა, რომლისგანაც ის არის დამზადებული, არ წარმოადგენენ ფიგურის გეომეტრიულ თვისებებს, ანუ არ განიხილება გეომეტრიაში. რისი თქმა გვინდა იმით, რომ ჩამოთვლილი და მათი მსგავსი თვისებები არ განიხილება გეომეტრიაში? საქმე ისაა, რომ თუ ჩვენ ავიღებთ ორ სამკუთხედს, რომლებიც ერთმანეთისგან მხოლოდ იმით განსხვავდებიან, რომ ერთი მათგანი გამოჭრილია ხისგან, მეორე კი დამზადებულია პლასტმასისგან და შედებილია ყვითლად, გეომეტრიის თვალსაზრისით მათ შორის არ არსებობს არანაირი განსხვავება: ყველაფერი რასაც გეომეტრი იტყვის ერთი მათგანის შესახებ, სამართლიანი იქნება მეორე სამკუთხედისთვისაც. ე.ი. **გეომეტრიაში განიხილება მხოლოდ ის თვისებები, რომლებიც გააჩნია ყველა ერთმანეთისგან განურჩეველ ფიგურას.** ამიტომ ჩვენს მიერ დასმულ კითხვას, თუ ფიზიკურათა რომელ თვისებებს განიხილავს გეომეტრია, მივყავართ შემდეგ კითხვამდე: **რა შემთხვევაში არ არსებობს განსხვავება ორ ფიგურას შორის გეომეტრიაში, რა შემთხვევაში ითვლება ისინი განურჩევლებად, ერთნაირებად?** ამ კითხვაზე მიღებული პასუხები მიგვიყვანენ, როგორც ვნახავთ, სხვადასხვა გეომეტრიებად და ფიზიკურათა სხვადასხვა გეომეტრიულ თვისებებად, რადგან **სხვადასხვა გეომეტრიებში სწორედ განურჩეველი ფიგურების საერთო თვისებებს ეწოდება ფიზიკურათა გეომეტრიული თვისებები.**

ერთერთი დებულება, რომელიც ჩამოყალიბებულია ელემენტარული გეომეტრიის დასაწყისში, შემდეგია: გეომეტრიულ ფიგურათა თვისებები არ არის დამოკიდებული მათ მდებარეობაზე სივრცეში. ამის გამო ფიზიკურათა თვისებების განიხილის დროს არა აქვს მნიშვნელობა, სივრცის რომელ ნაწილში მდებარეობს ფიგურა, რადგან სივრცეში მოძრაობისას ფიგურის ყველა გეომეტრიული თვისება უცვლელი რჩება.

სწორედ მოძრავ ფიგურაზე დაკვირვების შედეგად ჩამოყალიბდა გარდაქმნის ცნება გეომეტრიაში. მოძრავი ფიგურის თვისება კი, რომელიც მნიშვნელოვანია გეომეტრიაში არის ფიგურის ზომის და ფორმის შენარჩუნება. მოძრავი ფიგურა თავისი გადაადგილების მთელ მანძილზე ინარჩუნებს ფორმას და ზომას, ის მოძრაობის ბოლოს ისეთივეა, როგორც იყო მოძრაობის დასაწყისში. ამრიგად, თუ დავაფიქსირებთ ფიგურის მოძრაობის მხოლოდ საწყის და ბოლო მომენტებს, ჩვენ შევძლებთ საწყის და ბოლო მდებარეობაში მყოფი ფიგურის წერტილებს შორის გარკვეული ურთიერთცალსახა შესაბამისობის დამყარებას.

ამრიგად, თუ  $F$  ფიგურა მოძრაობით გადადის  $F'$  ფიგურაში, მაშინ ამ მოძრაობის შედეგად ორი  $F$  და  $F'$  ფიგურის წერტილებს შორის მყარდება ურთიერთცალსახა შესაბამისობა:  $A \in F$  წერტილს შეესაბამება ერთადერთი  $A' \in F'$ , რომელსაც ეწოდება  $A$  წერტილის **სახე** და შებრუნებით, ყოველი  $A' \in F'$  წერტილი არის სახე ერთი წერტილის, რომელსაც ეწოდება  $A'$  წერტილის **წინასახე**.  **$A$  და  $A'$  წერტილებს შორის ასეთ ურთიერთცალსახა შესაბამისობას ეწოდება ერთი მათგანის ასახვა მეორეზე.** ამავე წესით ფიგურის  $B$  წერტილი ასახება  $B'$  წერტილზე. ფიგურის წერტილების ასეთი ასახვის შედეგად საწყის მდებარეობაში მყოფი ფიგურა ასახება მოძრაობის ბოლოში გასულ  $F'$  ფიგურა-ზე. ცხადია, რომ  $F$  და  $F'$  ფიგურები არაფრით არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და თუ  $F$  ფიგურის ნებისმიერ ორ  $A$  და  $B$  წერტილს შეუსაბამებთ  $A', B'$  წერტილებს, მაშინ ცხადია  $AB$  და  $A'B'$  მონაკვეთების სიგრძეები ტოლი იქნება:  $|AB|=|A'B'|$ .

თუ ჩავთვლით, რომ ფიგურასთან ერთად გადაადგილება სიბრტყის ყველა წერტილი, მივიღებთ სიბრტყის წერტილების ასახვას ამავე სიბრტყის წერტილებზე. რადგან **ფიგურის თავის თავზე ასახვას ამ ფიგურის გარდაქმნა ეწოდება**, წერტილების ასეთი გადაადგილებით მივიღებთ სიბრტყის ასახვას თავის თავზე, ანუ **სიბრტყის გარდაქმნას**.

ამრიგად, გეომეტრიაში მოძრაობა განიხილება არა როგორც ფიგურის გადაადგილების პროცესი, არამედ როგორც ზემოთ განხილული შესაბამისობა საწყის და ბოლო მდებარეობებში მყოფ  $F$  და  $F'$  ფიგურათა წერტილებს შორის. ასეთი მიდგომა გვამძლევს შესაძლებლობას განვიხილოთ მოძრაობა როგორც ასახვა (გარდაქმნა), რომელიც მონაკვეთების სიგრძეებს ინარჩუნებს. ე.ი. მონაკვეთის სიგრძე მოძრაობის ინვარიანტია (შეუცვლელი სიდიდეა). ეს იმას ნიშნავს, რომ მოძრაობათა გარდაქმნების შედეგად მიღებული ფიგურების ნებისმიერ ორ წერტილს შორის მანძილი უცვლელი რჩება. ასეთ ფიგურებს **კონგრუენტული** ფიგურები ეწოდება.

ორ ფიგურას კონგრუენტული ეწოდება, თუ ერთი ფიგურა მეორეზე ისე შეიძლება ავსახოთ, რომ მონაკვეთების სიგრძეები არ შეიცვალოს.

ასახვას (გარდაქმნას), რომელიც ინარჩუნებს მონაკვეთების სიგრძეებს და კონგრუენტულ ფიგურებს ერთმანეთზე ასახვას, მოძრაობა ეწოდება\*.

ელემენტარულ გეომეტრიაში კონგრუენტული ფიგურები, ანუ ფიგურები, რომლებიც მოძრაობის გარდაქმნის შედეგად არიან მიღებული, განურჩევლები, ერთნაირები არიან და სწორედ მათი საერთო თვისებები, რომლებიც მოძრაობის გარდაქმნის მიმართ ინვარიანტულები არიან, წარმოადგენენ ამ ფიგურების გეომეტრიულ თვისებებს. ამრიგად,

**კონგრუენტულ ფიგურათა გეომეტრიული თვისებები ეწოდება თვისებებს, რომლებიც ინვარიანტულები არიან მოძრაობათა გარდაქმნების მიმართ, ანუ ისეთი გარდაქმნების მიმართ, რომელთა ინვარიანტია მონაკვეთის სიგრძე.**

კონგრუენტულ ფიგურათა შესაბამისი მონაკვეთების სიგრძეთა ტოლობა განაპირობებს ამ ფიგურების შესაბამისი კუთხეების სიდიდეთა ტოლობასაც. ანუ კონგრუენტული ფიგურები ინარჩუნებენ როგორც ზომას, ასევე ფორმას.

ელემენტარულ გეომეტრიაში განიხილება მსგავსი ფიგურებიც.

\* გარდაქმნებს, რომლებიც მონაკვეთის სიგრძეებს ინარჩუნებენ, ორთოგონალურ გარდაქმნებსაც უწოდებენ

ორ ფიგურას მსგავსი ეწოდება, თუ ერთი ფიგურა მეორეზე ისე შეიძლება ავსახოთ, რომ შესაბამისი მონაკვეთების სიგრძეთა ფარდობა არ შეიცვალოს.

ასახვას, რომელიც ინარჩუნებს შესაბამისი მონაკვეთების სიგრძეთა ფარდობას და მსგავს ფიგურებს ერთმანეთზე ასახავს, მსგავსების ასახვა (გარდაქმნა) ეწოდება.

ე.ი. თუ მსგავსებით A აისახება A'-ზე, B აისახება B'-ზე, მაშინ AB მონაკვეთი აისახება A'B' მონაკვეთზე და ამ მონაკვეთების სიგრძეთა ფარდობა უცვლელი რჩება მოცემული ფიგურის ყველა მსგავს ფიგურათა წყვილებისათვის  $\frac{|AB|}{|A'B'|} = k$ ; k დადებით რიცხვს მსგავსების

კოეფიციენტი ეწოდება. მსგავსი ფიგურებისათვის ნებისმიერი შესაბამისი მონაკვეთების ფარდობა არის მუდმივი სიდიდე. ამრიგად,

**შესაბამისი მონაკვეთების სიგრძეთა ფარდობა მსგავსების გარდაქმნის და მსგავსი ფიგურების ინვარიანტია.**

როგორც ვხედავთ, ყოველ გეომეტრიულ გარდაქმნას თავისი ინვარიანტი გააჩნია, და ამ გარდაქმნების შედეგად მიღებულ ფიგურებს იგივე ინვარიანტი ექნებათ.

**მსგავს ფიგურათა გეომეტრიული თვისებები ეწოდება თვისებებს, რომლებიც ინვარიანტულები არიან მსგავსების გარდაქმნის მიმართ.** ცხადია, რომ მსგავსი ფიგურების საერთო თვისებები ამ ფიგურების გეომეტრიული თვისებებია.

მსგავსი ფიგურების განსაზღვრებაში მოთხოვნილი შესაბამისი მონაკვეთების სიგრძეთა ფარდობების ტოლობა განაპირობებს მსგავსი ფიგურების შესაბამის კუთხეთა სიდიდეების ტოლობას. ამის გამო მსგავსი ფიგურები არ ინარჩუნებენ ზომას, მაგრამ ინარჩუნებენ ფორმას.

კონგრუენტული ფიგურებიც შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც მსგავსი ფიგურები მსგავსების კოეფიციენტით  $k=1$ . რადგან ელემენტარულ გეომეტრიაში ფიგურათა გეომეტრიული თვისებები დაკავშირებულია მონაკვეთების სიგრძეების გაზომვასთან, ამიტომ ამ გეომეტრიაში ფიგურის გეომეტრიულ თვისებებს **მეტრული თვისებები** ეწოდება, ხოლო ევკლიდეს გეომეტრიას, რომელიც ფიგურის მეტრულ თვისებებს შეისწავლის – **მეტრული გეომეტრია**. ამრიგად, **მეტრული გეომეტრია განიხილავს ფიგურათა იმ გეომეტრიულ თვისებებს, რომლებიც ინვარიანტულები არიან მოძრაობების და მსგავსების გარდაქმნათა ერთობლიობის მიმართ.**

სწორედ ეს არის პასუხი ჩვენს მიერ დასმულ კითხვებზე, თუ გეომეტრიაში რომელი ფიგურები ითვლებიან ერთნაირებად, განურჩევლებად და მათ რომელ თვისებებს ეწოდება გეომეტრიული თვისებები. განურჩეველ, **ეკვივალენტურ ფიგურებად გეომეტრიაში ითვლებიან ფიგურები, რომლებიც ერთმანეთზე აისახებიან ამა თუ იმ გარდაქმნით**, რის გამოც მათ ერთნაირი თვისებები აქვთ, რომლებიც ამ გარდაქმნის მიმართ ინვარიანტულები არიან. სწორედ ეს თვისებები წარმოადგენენ ფიგურათა გეომეტრიულ თვისებებს. ამიტომ შეგვიძლია შემდეგნაირად განვაზოგადოთ ფიგურათა გეომეტრიული თვისებების ცნება.

**ფიგურათა გეომეტრიული თვისებები არის მათი ისეთი თვისებები და ფიგურებთან დაკავშირებული ისეთი სიდიდეები, რომლებიც ინვარიანტულები (უცვლელი) არიან რაიმე გარდაქმნათა ერთობლიობის მიმართ.**

როგორც აჩვენა ფელიქს კლაინმა თავის ცნობილ "ერლანგენის პროგრამაში", ფიგურათა გეომეტრიული თვისებების ინვარიანტულობა ამა თუ იმ გარდაქმნათა ერთობლიობის მიმართ წარმოადგენს ამ თვისებების კლასიფიკაციის მეტად მოხერხებულ საშუალებას. კერძოდ, ფელიქს კლაინმა გამოთქვა აზრი იმის თაობაზე, რომ გეომეტრიის ყველა დარგი შეისწავლის ფიგურათა იმ გეომეტრიულ თვისებებს, რომლებიც ინვარიანტულები არიან გარკვეულ გარდაქმნათა ერთობლიობის მიმართ. მაგალითად, მეტრული გეომეტრია შეისწავლის კონგრუენტულ და მსგავს ფიგურათა **მეტრულ თვისებებს**, რომლებიც ინვარიანტულები არიან მოძრაობათა და მსგავს გარდაქმნათა ერთობლიობის მიმართ. მეტრული გეომეტრიის ამოცანების ასეთი განსაზღვრა ეკუთვნის ფელიქს კლაინს. იგივე ფელიქს კლაინის მიხედვით, თუ მოძრაობების და მსგავსების გარდაქმნათა ერთობლიობის მაგივრად, განვიხილავთ რაიმე სხვა გარდაქმნათა ერთობლიობას და ერთნაირი თვისებების ფიგურებად მივიჩნევთ იმ ფიგურებს, რომლებიც

ერთმანეთზე აისახებიან ამ ერთობლიობაში შემავალი გარდაქმნებით, ანუ გამოვყოფთ განსახილველად ფიგურათა მხოლოდ იმ თვისებებს, რომლებიც უცვლელნი (ინვარიანტულები) რჩებიან ამ გარდაქმნების დროს, ჩვენ მივიღებთ სხვადასხვა ახალ გეომეტრიებს და ფიგურათა ახალ გეომეტრიულ თვისებებს.

## 2. ფიგურათა აფინური თვისებები.

თითქმის ოცი საუკუნის მანძილზე ევკლიდეს გეომეტრიის ერთადერთობაში არავის ეპარებოდა ეჭვი. მაგრამ XIX საუკუნეში სხვა ახალ მეცნიერულ ტენდენციებთან ერთად, გაჩნდა ტენდენცია მეტრული გეომეტრიიდან გამოეყოთ ზოგიერთი დებულებები, რომლებიც არ შეიცავდნენ მეტრიკას, ანუ მანძილების და კუთხეების გაზომვის ცნებებს და ამ დებულებების საფუძველზე შეექმნათ უფრო ზოგადი გეომეტრიული სისტემები. ერთერთ ასეთ სისტემას წარმოადგენს აფინური გეომეტრია, რომელიც განიხილავს აფინურ ფიგურებს და მათ თვისებებს.

ორ ფიგურას აფინური ეწოდება, თუ ერთი ფიგურა მეორეზე ისე შეიძლება ავსახოთ, რომ სამი წერტილის მარტივი (ABC) ფარდობა არ შეიცვალოს.

თვითონ ასახვას, რომელიც სამი წერტილის მარტივ ფარდობას ინარჩუნებს და აფინურ ფიგურებს ერთმანეთზე ასახავს, აფინური შესაბამისობა (გარდაქმნა) ეწოდება.

სამი წერტილის მარტივი (ABC) ფარდობა არის კოლინეარული სამი A, B, C წერტილით შედგენილი ორი AC და BC მონაკვეთის ფარდობის ტოლი:

$$(ABC) = \frac{AC}{BC} = \lambda$$


სურ. 1

მარტივ ფარდობაში A და B წერტილებს საბაზო წერტილები ქვია, ხოლო C წერტილს – გამყოფი (სურ. 1). ამბობენ, რომ C წერტილი  $\lambda$  ფარდობით ყოფს AB მონაკვეთს. აფინური ფიგურების (და გარდაქმნების) განსაზღვრაში მოთხოვნილი სამი წერტილის მარტივი ფარდობის შენარჩუნება (ინვარიანტულობა) ნიშნავს მონაკვეთის გარკვეული ფარდობით გაყოფის შენარჩუნებას აფინური ფიგურებისათვის; ე.ი. მოცემული ფიგურის ნებისმიერი სამი კოლინეარული A, B, C წერტილის მარტივ (ABC) ფარდობას უნდა უდრიდეს მისი აფინური ფიგურის სამი კოლინეარული A', B', C' წერტილის მარტივი (A'B'C') ფარდობა, ანუ აფინური ფიგურებისათვის უნდა იყოს შესრულებული ტოლობა

$$(ABC) = (A'B'C'), \text{ ე.ი. } \frac{AC}{BC} = \frac{A'C'}{B'C'}$$

ეს ტოლობა ასე ჩავწეროთ:  $\frac{AC}{A'C'} = \frac{BC}{B'C'}$ , რაც ნიშნავს იმას, რომ აფინური

ფიგურებისათვის ერთ წრფეზე მდებარე მონაკვეთების სიგრძეები ერთიდაიგივე ფარდობით იცვლებიან (ე.ი. აფინური ფიგურების ასეთი მონაკვეთები მსგავსნი არიან).

რადგან მარტივი (ABC) ფარდობის ინვარიანტულობის მოთხოვნა შედის აფინური ფიგურების და აფინური გარდაქმნების განსაზღვრაში, ცხადია, რომ

**სამი წერტილის მარტივი (ABC) ფარდობა აფინური ფიგურების და აფინური გარდაქმნების ინვარიანტია.**

სამი წერტილის მარტივი ფარდობა აფინურ გეომეტრიაში იგივე როლს თამაშობს, რაც მონაკვეთი მეტრულ გეომეტრიაში. მართლაც, თუ წრფეზე დავაფიქსირებთ ორ A და B წერტილს, ხოლო C წერტილს გადავაადგილებთ წრფეზე, მაშინ  $\lambda$  რიცხვი, რომელიც C წერტილის გარკვეული მდებარეობისათვის შედგენილი მარტივი (ABC) ფარდობის ტოლი იქნება, შეიძლება გამოვიყენოთ C წერტილის კოორდინატად: C წერტილის ყოველ მდებარეობას AB წრფეზე გარკვეული რიცხვი შეესაბამება და ყოველი რიცხვი განსაზღვრავს C წერტილის მდებარეობას AB წრფეზე.

აფინური ფიგურებისათვის მარტივი (ABC) ფარდობის ინვარიანტულობის მოთხოვნიდან უშუალოდ გამომდინარეობს წრფეების პარალელურობის შენარჩუნების მოთხოვნაც, რაც იმას



ნიშნავს, რომ აფინურ ფიგურებში ურთიერთპარალელურ წრფეებს შეესაბამება ურთიერთპარალელური წრფეები\*, ანუ წრფეების პარალელურობა აფინური ფიგურების და გარდაქმნების ინვარიანტია.

ადვილად დასამტკიცებელია, რომ არა მხოლოდ ერთ წრფეზე, არამედ პარალელურ წრფეებზე მდებარე მონაკვეთების ფარდობა აფინური ფიგურების ინვარიანტია.

გარდა ამისა პარალელურ წრფეებზე მდებარე მონაკვეთების კონგრუენტულობა აფინური ფიგურების ინვარიანტია.

ამრიგად, აფინური ფიგურების განსაზღვრებაში მოთხოვნილი მარტივი ფარდობის ინვარიანტულობიდან გამომდინარე ამ ფიგურების ინვარიანტებია (აფინური გარდაქმნის უცვლელი თვისებებია): სწორხაზოვნება, წერტილების და წრფეების ინციდენტურობა, წრფეების პარალელურობა, ერთ წრფეზე მდებარე მონაკვეთების სიგრძეთა ერთიდაიგივე ფარდობით შეცვლა (მსგავსება). ცხადია, ეს თვისებები ინვარიანტულები არიან აფინური გარდაქმნებისთვისაც, რომლებიც აფინურ ფიგურებს ერთმანეთზე ასახავენ. აფინური ფიგურები, რომლებიც აფინური გარდაქმნების შედეგად არიან მიღებულნი, განურჩევლები, აფინურად ეკვივალენტურები არიან და მათ საერთო თვისებები აქვთ. სწორედ ეს თვისებები, რომლებიც არ იცვლებიან აფინური გარდაქმნების დროს, ანუ აფინური გარდაქმნების მიმართ ინვარიანტულები არიან, წარმოადგენენ აფინური ფიგურების გეომეტრიულ თვისებებს.

შეგვიძლია ვთქვათ, რომ აფინური ფიგურების გეომეტრიული თვისებები არის აფინურად ეკვივალენტურ ფიგურათა საერთო თვისებები.

ადვილი შესამჩნევია, რომ აფინური ფიგურების და გარდაქმნების განსაზღვრებაში აფინური გარდაქმნებისადმი წაყენებულ პირობებს აკმაყოფილებს პარალელური დაგვემძილებით დამყარებული გარდაქმნა. პარალელური დაგვემძილება არის სივრცის (ან სიბრტყის) გარდაქმნა, რომელიც, ისევე როგორც აფინური გარდაქმნა, ამყარებს ურთიერთცალსახა შესაბამისობას ორ გადაკვეთილ სიბრტყეში ან ერთ სიბრტყეში მდებარე ფიგურებს შორის, და ინარჩუნებს საში წერტილის მარტივ ფარდობას.

ამიტომ აფინური ფიგურების მარტივი მაგალითია პარალელური დაგვემძილებით მიღებული ფიგურები. მაგალითად, თუ  $F$  ფიგურა კვადრატია, მისი კუთხეების და ოთხივე გვერდის კონგრუენტულობა არ იქნება  $F$  კვადრატის გეომეტრიული თვისება, რადგან ეს თვისება ეკუთვნის მხოლოდ კვადრატს და არ ეკუთვნის პარალელური დაგვემძილებით მიღებულ მის აფინურად ეკვივალენტურ  $F'$ ,  $F''$ ,... ფიგურებს. მართლაც, აფინური შესაბამისობა (მოცემულ შემთხვევაში პარალელური დაგვემძილება) არ ინარჩუნებს კუთხეების და მონაკვეთების სიდიდეთა ტოლობას, მართკუთხედი ისევე მართკუთხედზე არ აისახება, მაგრამ კვადრატის მოპირდაპირე გვერდების პარალელურობა და კონგრუენტულობა კვადრატის აფინური თვისებაა და ამიტომ კვადრატის ყველა ეკვივალენტური  $F'$ ,  $F''$ ,... ფიგურის თვისება იქნება. ამიტომ აფინური გეომეტრიის თვალსაზრისით კვადრატი არის ფიგურა, რომელსაც კონგრუენტული და ურთიერთპარალელური მოპირდაპირე გვერდების ორი წყვილი აქვს. ამიტომ აფინურ გეომეტრიაში კვადრატი არაფრით განსხვავდება ნებისმიერი სხვა პარალელოგრამისაგან, რაც იმას ნიშნავს, რომ აფინურ გეომეტრიაში არ არსებობს კვადრატის ცნება: კვადრატი და პარალელოგრამი განურჩეველი, აფინურად ეკვივალენტური ფიგურები არიან.

ამგვარად, ისეთი ცნებები, როგორიცაა პერპენდიკულარობა, კონგრუენტულობა ეკუთვნიან მეტრულ გეომეტრიას, მაგრამ არ ეკუთვნიან აფინურ გეომეტრიას.

აფინურად შესაბამისი ფიგურები არიან აგრეთვე წრეწირი და ელიფსი, რადგან ელიფსი წრეწირის პარალელური გვემძილია, ანუ ელიფსი და წრეწირი განურჩეველი, აფინურად ეკვივალენტური ფიგურები არიან. ამიტომ აფინურ გეომეტრიაში არ არსებობს წრეწირის ცნება. წრეწირი განიხილება როგორც ტოლი ღერძების მქონე ელიფსი. ამავე დროს პარაბოლას პარალელური გვემძილი პარაბოლაა, ჰიპერბოლას პარალელური გვემძილი ჰიპერბოლაა, ე.ი.

\* დამტკიცება იხილეთ Н.А.Глаголев // В.ИИ., Москва: 1963, ст. 9-10.

პარაბოლას ეკვივალენტური ფიგურაა პარაბოლა, ჰიპერბოლას ეკვივალენტური ფიგურაა ჰიპერბოლა და აფინურ გეომეტრიაში არსებობს სამი სახის მეორე რიგის წირი – ელიფსი, პარაბოლა, ჰიპერბოლა.

ამრიგად, ჩვენ განვიხილეთ აფინური გარდაქმნის შედეგად მიღებული აფინური ფიგურები, რომლებიც ერთმანეთზე აფინური გარდაქმნებით აისახებიან და ამიტომ აფინურად ეკვივალენტურები არიან და გამოვყავით მათი საერთო თვისებები, რომლებიც ინვარიანტულები არიან აფინური გარდაქმნების მიმართ, ანუ გამოვყავით განსახილველად ამ ფიგურების გეომეტრიული თვისებები. ფელიქს კლაინის მიხედვით, რომელმაც ფიგურათა გეომეტრიული თვისებების კლასიფიკაციას საფუძვლად დაუდო გარკვეული გარდაქმნების მიმართ ფიგურათა თვისებების ინვარიანტულობა, აფინური გარდაქმნების მიმართ ინვარიანტულ თვისებებს, ანუ **აფინური ფიგურების გეომეტრიულ თვისებებს ეწოდება აფინური თვისებები**. იგივე ფელიქს კლაინის მიხედვით, გეომეტრიას, რომელიც ფიგურათა აფინურ თვისებებს შეისწავლის ეწოდება **აფინური გეომეტრია**.

როგორც ვნახეთ აფინურ გეომეტრიაში განსახილველ ფიგურათა კლასი შემცირებულია: არ არსებობენ სხვადასხვა სახის სამკუთხედები, არ არსებობს კვადრატი, წრეწირი, მაგრამ განსაკუთრებულად აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ფიგურათა აფინური თვისებები გააჩნია არა მხოლოდ აფინურ ფიგურებს, არამედ კონგრუენტულ და მსგავს ფიგურებსაც. მაგალითად, კონგრუენტულ და მსგავს ფიგურებში შენარჩუნებულია წრფეების პარალელობა, ერთ წრფეზე და პარალელურ წრფეებზე მდებარე მონაკვეთების მსგავსება, სამი წერტილის მარტივი ფარდობა და სხვა. ცხადია, რომ შებრუნებით, მეტრული თვისებები არ გააჩნიათ აფინურ ფიგურებს.

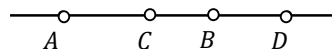
### 3. ფიგურათა პროექციული თვისებები.

გეომეტრიაში კონგრუენტულ, მსგავს და აფინურ ფიგურებთან ერთად განიხილება პროექციული ფიგურები.

ორ ფიგურას პროექციული ეწოდება, თუ ერთი ფიგურა მეორეზე ისე შეიძლება ავსახოთ, რომ ოთხი წერტილის რთული (AB,CD) ფარდობა არ შეიცვალოს.

ასახვას რომელიც ოთხი წერტილის რთულ (AB,CD) ფარდობას ინარჩუნებს და პროექციულ ფიგურებს ერთმანეთზე ასახავს, პროექციული ასახვა (გარდაქმნა) ეწოდება.

ოთხი კოლინეარული A, B, C, D წერტილის რთული ფარდობა ეწოდება  $(AB,CD)=\omega$  რიცხვს, რომელიც წარმოადგენს ამ წერტილებით შედგენილი ორი მარტივი (ABC) და (ABD) ფარდობის შეფარდებას. ამ ოთხი წერტილიდან A და B-ს – საბაზო წერტილები ეწოდება, ხოლო C და D-ს – AB მონაკვეთის გამყოფი წერტილები (სურ. 2).



სურ. 2

$$(AB, CD) = \frac{(ABC)}{(ABD)} = \frac{AC}{BC} \cdot \frac{AD}{BD} = \omega$$

ანუ ოთხი წერტილის რთული ფარდობა არის

გარკვეული ფარდობით გაყოფილი ორი მონაკვეთის შეფარდება.

პროექციული ფიგურების განსაზღვრაში მოთხოვნილია პროექციულ ფიგურათა შესაბამისი წერტილების რთული ფარდობების ტოლობა  $(AB,CD)=(A'B',C'D')$ , ანუ

$$\frac{AC}{BC} \cdot \frac{AD}{BD} = \frac{A'C'}{B'C'} \cdot \frac{A'D'}{B'D'}$$

ოთხი წერტილის რთული ფარდობა პროექციული ფიგურების და პროექციული გარდაქმნების ინვარიანტია.

განსაზღვრის თანახმად, ფიგურებს, რომელთა ოთხი წერტილის რთული ფარდობები ერთმანეთის ტოლია, პროექციული ფიგურები ეწოდება. ცხადია, ასეთი ფიგურები პროექციული გარდაქმნებით ერთმანეთზე აისახებიან, ამიტომ ისინი პროექციულად განურჩევლები, პროექციულად ეკვივალენტურები არიან. **სწორედ ფიგურების ის თვისებები, რომლებიც პროექციულ გარდაქმნების მიმართ ინვარიანტულები არიან, წარმოადგენენ პროექციული ფიგურების საერთო გეომეტრიულ თვისებებს.**

შევვიძლია ვთქვათ, რომ პროექციული ფიგურების გეომეტრიული თვისებები არის პროექციულად ეკვივალენტური ფიგურების საერთო თვისებები.

ფიგურათა თვისებების კლასიფიკაციის კლასიფიკაციის მიხედვით **ფიგურების გეომეტრიულ თვისებებს, რომლებიც ინვარიანტულები არიან პროექციული გარდაქმნების მიმართ ეწოდება ფიგურათა პროექციული თვისებები**, ხოლო გეომეტრიას, რომელიც ფიგურათა პროექციულ თვისებებს შეისწავლის **პროექციული გეომეტრია ეწოდება.**

პროექციულ გეომეტრიაში ოთხი წერტილის რთული ფარდობა იგივე როლს თამაშობს, რაც მონაკვეთი მეტრულ გეომეტრიაში და სამი წერტილის მარტივი ფარდობა აფინურ გეომეტრიაში.

განსაკუთრებულად აღსანიშნავია პროექციულ გეომეტრიაში რთული ფარდობის ინვარიანტულობა ცენტრალური დაგვემძილების დროს. ანუ ცენტრალური დაგვემძილების დროს ორი ფიგურის წერტილებისათვის სრულდება პირობა  $(ABCD)=(A'B'C'D')$ . იგივე თვისება გააჩნია პროექციულ გარდაქმნასაც, ანუ ცენტრალურ დაგვემძილებას და პროექციულ გარდაქმნას ერთნაირი თვისებები, ერთნაირი ინვარიანტები აქვთ.

ამიტომ პროექციული ფიგურების მარტივი მაგალითია ცენტრალური დაგვემძილებით მიღებული ფიგურები. მაგალითად, თუ  $F$  ფიგურა კვადრატია, მაშინ დაგვემძილებით მიღებული მისი ანასახები არ შეინარჩუნებენ გვერდების სიგრძეების ტოლობას და არც მოპირდაპირე გვერდების პარალელობას, ანუ კვადრატის პროექციულად შესაბამისი, პროექციულად ეკვივალენტური ფიგურა იქნება ოთხკუთხედი.

აქედან უშუალოდ გამომდინარეობს, რომ წრფეების პარალელობა, მანძილების და კუთხეების ტოლობა არ წარმოადგენენ პროექციული გეომეტრიის ცნებებს, რადგან ეს თვისებები პროექციული გარდაქმნის შედეგად არ იქნებიან შენარჩუნებულები. პარალელური წრფეები აისახებიან გადაკვეთილ წრფეებზე, კონგრუენტული მონაკვეთები – არაკონგრუენტულ მონაკვეთებზე, მართი კუთხეები მახვილ ან ბლაგვ კუთხეებზე და ა.შ. მეორე მხრივ, წერტილები და წრფეები ყოველთვის აისახებიან წერტილებზე და წრფეებზე. ამასთან, თუ  $F$  ფიგურის  $A$  წერტილი ეკუთვნის  $a$  წრფეს, პროექციული გარდაქმნის შედეგად მიღებული  $A'$  წერტილის  $A'$  ანასახი ეკუთვნის  $a'$  წრფის ანასახს –  $a'$  წრფეს. ნათქვამიდან გამომდინარეობს, რომ პროექციული თვისებებია წრფის ასახვა წრფეზე და წერტილების და წრფეების ინციდენტურობა. გარდა ამისა, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, პროექციულ გეომეტრიაში წერტილი აისახება წერტილზე. ამის გამო სამკუთხედის წვეროები აისახება სამ წერტილზე და სამკუთხედი არის პროექციული გეომეტრიის განხილვის ობიექტი, მაგრამ ტოლგვერდა, ტოლფერდა თუ მართკუთხა სამკუთხედები არ წარმოადგენენ ასეთს, რადგან ამ სამკუთხედების თვისებები პროექციული გარდაქმნების (ვთქვათ, ცენტრალური დაგვემძილების) დროს არ იქნებიან შენარჩუნებული. ოთხკუთხედიც პროექციული გეომეტრიის ობიექტია, მაგრამ კვადრატის, მართკუთხედის, რომბის და ა.შ. ცნებები პროექციულ გეომეტრიაში არ არსებობენ. პროექციულ გეომეტრიაში ისინი ზოგადად ოთხკუთხედები არიან. ანუ ყველა ოთხკუთხედი პროექციულად ეკვივალენტური ფიგურები არიან და პროექციულ გეომეტრიაში განიხილება მათი მხოლოდ ისეთი თვისებები, რომლებიც ყველა ოთხკუთხედს გააჩნია. გარდა ამისა, ზოგადად კონუსური კვეთები (კონიკები) წარმოადგენენ პროექციული გეომეტრიის ობიექტებს, მაგრამ მათი დაყოფა ელიფსებად, პარაბოლებად და ჰიპერბოლებად პროექციულ გეომეტრიაში არ ხდება, რადგან კონიკები პროექციული გარდაქმნით (მაგალითად, ცენტრალური დაგვემძილებით)

ერთმანეთზე აისახებიან, რაც იმას ნიშნავს, რომ ისინი პროექციულად ეკვივალენტურები, ანუ პროექციულად განურჩევლები არიან და მათ ერთნაირი პროექციული თვისებები აქვთ.

ერთი შეხედვით, შეიძლება მოგეჩვენოთ, რომ ფიგურათა მხოლოდ პროექციული თვისებების განხილვით იზღუდება პროექციული გეომეტრიის კვლევის არე, რომ პროექციული გეომეტრიის შინაარსი ერთობა "გალარიბებული" რჩება. ეს ასე ნამდვილად არ არის. იმის გამო, რომ პროექციული გეომეტრია შემოიფარგლა მხოლოდ ფიგურათა პროექციული თვისებების შესწავლით, მივიღეთ მნიშვნელოვნად უფრო მარტივი და ამავე დროს უფრო ზოგადი სტრუქტურის გეომეტრია. ეს გეომეტრია იძლევა შესაძლებლობას ფიგურათა უფრო მდგრადი თვისებები დავაფიქსიროთ, რომლებიც დამახასიათებელია არა მარტო პროექციული ფიგურებისათვის, არამედ აფინური და მეტრული ფიგურებისთვისაც (მათ შორის კვადრატების და პარალელოგრამების საერთო თვისებები).

მდგომარეობს, რომ პროექციული გეომეტრია, მისი წინადადებების სათანადო განხილვის შემთხვევაში, მოიცავს როგორც აფინური, ისე მეტრული გეომეტრიების შინაარსს.

ამიტომ სავსებით გასაგებია ინგლისელი მეცნიერის კელის გამონათქვამი: პროექციული გეომეტრია არის მთელი გეომეტრია.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Четверухин Н. Ф.** Проективная геометрия М, 1953.
2. **Ефимов Н. В.** Высшая геометрия М, 1953.
3. **Кокстер Х. С.** Действительная проективная плоскость М, 1959.

## ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФИГУР

**Н. Никвашвили, И. Хатискаци**

### Резюме

В статье геометрические свойства фигур определены как общие свойства неразличных друг от друга. Но тут возникает один весьма значительный вопрос: какие фигуры считаются в геометрии неразличимыми друг от друга, одинаковыми. Ответы на этот вопрос приводит нас к различным геометриям и их различным геометрическими свойствами, так как в различных геометриях именно общие свойства неотличных друг от друга фигур называются их геометрическими свойствами.

## PROPERTIES OF GEOMETRIC FIGURES

**N. Nikvashvili, I. Khatiskatsi**

### Abstract

In the article the properties of geometric figures are explained as common features of indistinguishable figures. But here there is another, even more important question: what kinds of figures in geometry are considered as indiscriminate, similar figures? The answer to this question leads to a variety of geometries and different geometric properties of figures, because in the different geometries exactly indistinguishable figures common features are called as the geometric properties.

**სამეცნიერო ნაშრომის რედაქციაში წარმოდგენის წესი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის ჟურნალში – “ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა” სამეცნიერო ნაშრომის წარმოდგენა ხდება ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე, რომლებიც უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

1. ნაშრომი უნდა შესრულდეს A4 ფორმატის ქაღალდის 1,5 ინტერვალით ნაბეჭდ გვერდზე ISO სტანდარტის მოთხოვნის მიხედვით:
  - ა) ნაშრომი უნდა მომზადდეს Microsoft Word-ში ცხრილებისა და ფორმულების რედაქტორების გამოყენებით; შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს Microsoft Excel-ის პროგრამა.
  - ბ) საშუალო ქაღალდის მინდვრის ზომები: ზედა – 35 მმ, ქვედა – 25 მმ, მარცხენა – 20 მმ, მარჯვენა – 20 მმ.
  - გ) ქართულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი უნდა აიწყოს LitNusx – ის გარნიტურის შრიფტით, ინგლისურ და რუსულ ენებზე შესრულებული ნაშრომი კი – Times New Roman შრიფტით.
  - დ) ნაშრომის დასახელება უნდა აიწყოს LitMtavr გარნიტურის შრიფტით (14B); ავტორის სახელი და გვარი – LitNusx გარნიტურის შრიფტით (13B); დასახელება ორგანიზაციის, სადაც შესრულდა საშუალო, უნდა მიეთითოს ფრჩხილებში – შრიფტით 13B; ნაშრომის რეზიუმე უნდა შესრულდეს კურსივი შრიფტით 12; საკვანძო სიტყვები – შრიფტით 12; ნაშრომის ტექსტი – 12; რუსულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი – შრიფტით 12; ლიტერატურის ჩამონათვალის შემდეგ ერთვის რეზიუმე ინგლისურ და რუსულ ენებზე შემდეგი მითითებით: ნაშრომის დასახელება, ავტორის (ავტორების) სახელი და გვარი. რეზიუმეს მოცულობა უნდა იყოს 10-15 სტრიქონი;
2. ნაშრომი წარმოდგენილი უნდა იყოს კომპაქტ დისკზე (CD-R) და ერთ ეგზემპლარად A4 ფორმატის ქაღალდზე (მკაფიოდ) დაბეჭდილი;
3. ნაშრომს თან უნდა ერთვოდეს მონაცემები ავტორის (ავტორების) შესახებ: სამეცნიერო ხარისხი, წოდება და თანამდებობა;
4. რედაქცია მხარს დაუჭერს ერთ ჟურნალში ერთი და იგივე ავტორების მიერ შესრულებულ არაუმეტეს სამი სტატიის გამოქვეყნებას;
5. ნაშრომის გვერდების რაოდენობა განისაზღვრება 5-დან 10 გვერდამდე;
6. ავტორი პასუხს აგებს ნაშრომის შინაარსსა და ხარისხზე;
7. ზემოთ ჩამოთვლილი მოთხოვნების შეუსრულებლობის შემთხვევაში სტატია არ მიიღება. ნაშრომი იბეჭდება ავტორთა ხარჯით.

პრაქტიკაში ფართოდ გავრცელებული კინემატიკური წყვილების კონსტრუქცია სამგანზომილებიანი ბრაჟიკული რელაქტორით

ჯ. უფლისაშვილი, ზ. უფლისაშვილი, თ. ბარამაშვილი, ლ. მძევაშვილი  
 WIDESPREAD PRACTICE IN CONSTRUCTION OF KINEMATIC PAIRS IN THREE-DIMENSIONAL GRAPHICS EDITOR J. Uplisashvili, Z. Uplisashvili, T. Baramashvili, L. Mdzevashvili  
 ШИРОКО РАСПРОСТРАНЕННАЯ ПРАКТИКА ПОСТРОЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР В ТРЕХМЕРНОМ ГРАФИЧЕСКОМ РЕДАКТОРЕ  
 Дж. Уплисашвили, З. Уплисашвили, Т. Барамашвили, Л. Мдзевашвили ..... 3

ელემენტარული კინემატიკის მითვალთვალე სისტემის დინამიკის მოდელირება ღრმადი კავშირების ბათვალისწინებით ამკრავის მქმანიკურ ნაწილში

მჭედლიშვილი თ.თ., მარსაგიშვილი ლ.გ., დემეტრაშვილი კ.გ.  
 DYNAMIC MODELING OF ELECTROMECHANICAL SERVO SYSTEM WITH CONSIDERATION OF ELASTIC LINKS IN THE MECHANICAL PART OF DRIVE  
 Mchedlishvili T.T., Marsagishvili L.G., Demetrashvili K.G.  
 К МОДЕЛИРОВАНИЮ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ С УПРУГИМИ СВЯЗЯМИ В МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРИВОДА  
 Мчедлишвили Т.Ф., Марсагишвили Л.Г., Деметрашвили К.Г. .... 14

ინვესტირება და უმუშევრობა საქართველოში გ. ტყეშელაშვილი, ი. გეგეშიძე  
 INVESTMENT AND UNEMPLOYMENT IN GEORGIA G. Tkeshelashvili, I. Gegeshidze  
 ИНВЕСТИЦИИ И БЕЗРАБОТИЦА В ГРУЗИИ Г. Ткешелашвили, И. Гегешидзе ..... 20

სფერული ბერკეტული მქმანიკის კინემატიკური ანალიზი ბრაჟიკული მეთოდით  
 ზ. ნაცვლიშვილი, ი. ბაციაკაძე, გ. ნამგალაძე, მ. ხუბუტია  
 KINEMATIC ANALYSIS OF THE SPHERICAL LEWER MECHANISM BY A GRAPHIC METHOD  
 Z. Natsvlishvili, I. Batsikadze, G. Namgaladze, N. Khubutia  
 КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СФЕРИЧЕСКОГО РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА ГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ З. Нацвлишвили, И. Бацикадзе, Г. Намгаладзе, М. Хубутия ..... 29

ჩამქმნიანი ტურბინის მუშა თვალის რემონტის ტექნოლოგია  
 თ. გ. რუხაძე, ლი ლუი  
 BLADE TURBINE'S WHEEL REPAIR TECHNOLOGY O. Rukhadze, Lee Louis  
 РЕМОНТ РАБОЧЕГО КОЛЕСА КОВШЕВЫХ ГИДРОТУРБИН  
 Рухадзе О., Ли Луи ..... 34

მკოპირებელი ჩარხის ორკოორდინატიანი მიმყოლი ამკრავის დინამიკური ანალიზის შმსახმ ზუბიაშვილი გ.მ., ამკოლაძე ხ.მ., ჩხოლარია ნ.ნ., ანჯაპარიძე ტ.ნ.  
 ON DYNAMIC ANALYSIS OF TWO-COORDINATE SERVO DRIVE OF COPYING MACHINES  
 Zubiashvili G.M., Amkoladze Kh.M., Chkholaria N.N., Anjaparidze T.N.  
 К ДИНАМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ДВУХКООРДИНАТНОЙ СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА КОПИРОВАЛЬНОГО СТАНКА  
 Зубиашвили Г.М., Амколадзе Х.М., Чхолария Н.Н. Анджапаридзе Т.Н. .... 46

საშუალო სიმქლავრის კიდრომქმნატორების სრიალის საკისრების რმსურსის ბაზრდის ზზმბი გ. ჯაფარიძე, თ. ჩხაიძე, გ. თვაური  
 WAYS OF IMPROVEMENT MEDIUM POWER HYDRO GENERATORS SLIDING BEARINGS DURABILITY G. Japaridze, T. chkhaidze, G. tvauri  
 ПОВЫШЕНИЕ РЕССУРСА РАБОТЫ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ  
 Г. Джараридзе, Т. Чхаидзе, Г. Тваури ..... 53

ინვესტიციური პროექტების შმზასების ლინგვისტიკური მეთოდი  
 თ. კილაძე, მ. ლომიძე  
 LINGUISTICALLY METHOD OF EVALUATION OF INVESTMENT PROJECTS  
 T. Kiladze, M. Lomidze  
 ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ  
 Т. Киладзе, М. Ломидзе ..... 60

**ნაკირღამგვამ ნამბოზბათა კლასიფიკაცია და მათი ბავლენა რკინიზის მუშაობის მუშაბტიანობაზე** ზ. ირემაშვილი  
**CLASSIFICATION OF COAST-PROTECTING STRUCTURE AND THEIR IMPACT ON RAILWAY OPERATIONS EFFICIENCY** Kh. Iremashvili  
**КЛАССИФИКАЦИЯ БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
 X. ირემაშვილი ..... 68

**ფრამირში ჩახაზული სამკუთხედის ერთი თვისება**  
 გ. წულეისკირი, მ. ზუბუტია, ნ. ნოზაძე  
**ONE FEATURE OF INSCRIBED IN CIRCLE TRIANGLE** G. Tsuleiskiri, M. Khubutia, N. Nozadze  
**ОДНО СВОЙСТВО ТРЕУГОЛЬНИКА, ВПИСАННОГО В ОКРУЖНОСТЬ** Г. Цулейскири, М. Хубутия, Н. Нозадзе ..... 75

**რეზულირების რთული სისტემების მოცემული ბარღამავალი პრცესების მიხედვით სინთეზის საპითის შესახებ**  
 თ. მჭედლიშვილი, ზ. ღვინიაშვილი, კ. დემეტრაშვილი, ი. რომანაძე.  
**ON ISSUE OF SYNTHESYS OF COMPLEX CONTROL SYSTEMS ON SET TRANSIENT PROCESSES**  
**Mchedlishvili T.F., Gviniashvili Z.M., Demetrashvili K. G., Romanadze I. R**  
**К ВОПРОСУ СИНТЕЗА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПО ЗАДАНЫМ ПЕРЕХОДНЫМ ПРОЦЕССАМ**  
 Мчедлишвили Т.Ф., Гвиниашвили З.М., Деметрашвили К. Г., Романадзе И.Р. .... 81

**ბანიზბაღასატანი საბაბირო მორსათრევი დანადგარის ბაბირ-ბლოკური სქემის დამუშავება და საფევი ბაბირის ანბარის**  
 დ. ნაჭყებია, რ. ტყემლაძე, ზ. ბალამწარაშვილი, პ. დუნდუა, ი. გელაშვილი  
**DEVELOPMENT OF TRANSVERSE MOVEMENT CABLE LOGGING INSTALLATION CABLE- BLOCK SCHEME AND CALCULATION OF MAIN CABLE**  
**D. Nachkebia, R. Tkemaladze, Z. Balamtsarashvili, P. Dundua**  
**РАЗРАБОТКА КАНАТНО-БЛОЧНОЙ СХЕМЫ КАНАТНОЙ ТРЕЛЁВОЧНОЙ УСТАНОВКИ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И РАСЧЁТ ТЯГОВОГО КАНАТА**  
 Д. Начкебия, Р. Ткемаладзе, З. Баламцарашвили, П. Дундуа, И. Гелашвили ..... 88

**ჰამრის მახსნიათმვლების ცვლილების ბათვალისწინება ავტომობილის ამროღინამიკური ბანბარიშების და მქსალუბატაციის ღროს** გ. სანაძე  
**TAKING INTO CONSIDERATION OF AIR CHARACTERISTIC CHANGES FOR AERODYNAMIC DESIGN AND OPERATION OF CAR** G. Sanadze  
**УЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУХА ВО ВРЕМЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ** Г. Санадзе ..... 99

**სანივსტიციო საშუაღვების კვანის ორბანიზაცია** გ. ტყეშელაშვილი, ი. გეგშიძე  
**SEARCH OF INVESTMENT OPPORTUNITIES** G. Tkeshelashvili, I. Gegeshidze  
**ПОИСК ИНВЕСТИЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ**  
 Г. Ткешелашвили, И. Гегешидзе ..... 105

**საავტომობილო გვების დიაგნოსტიკის თანამედროვე სისტემები**  
 თ. პაპუაშვილი, ზ. მელაძე, დ. დემეტრაშვილი, პ. ნადირაშვილი  
**MODERN SYSTEMS FOR AUTOMOTIVE ROAD DIAGNOSTICS**  
**T. Papuashvili, Z. Meladze, D. Demetrashvili, P. Nadirashvili**  
**СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ РАБОТ**  
 Т.Папуашвили, З.Меладзе, Д.Деметрашвили, П.Надирашвили ..... 110

**ავტომობილების სათადარიგო დეტალებით უზრუნველყოფის ნორმირების მეთოდის სრულყოფა** ვ. ლეკიაშვილი, გ. მარდალეიშვილი  
**IMPROVED METHOD OF REGULATION AND MAINTENANCE OF VEHICLES SPARE PARTS**  
**V. Lekiashevili, G. Mardaleishvili**  
**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА НОРМИРОВАНИЯ И ОБЕСПЕЧИВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ** В. Лекнашвили, Г. Мардалеишвили ..... 118

**სატრანსპორტო საწარმოს მართვის ავტომატიზირებული სისტემის მიმოხილვა**  
 ა. კურტანიძე  
**OVERVIEW OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS OF TRANSPORT COMPANYS** A. Kurtanidze

**ОБРАЗ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**  
А. Куртанидзе ..... 124

**ბანივბადასატანი სავაბირო მორსატირევი დანადგარის ჯალამბარის პრავას სიმპლავრის ბანსაზღვრა სავმუშაო ციკლის მკვივალმენტური სიმპლავრის მისმეღვით**  
დ. ნაჭყებია, რ. ტყემალაძე, ზ. ბალამწარაშვილი, პ. დუნდუა, ბ. გოგოჭური  
**DEFINITION OF TRANSVERSE MOVEMENT CABLE LOGGING INSTALLATION HOIST ENGINE POWER ACCORDING OF OPERATIONAL CYCLE EQUIVALENT POWER**  
D. Nachkebia, R. Tkemaladze, Z. Balamtsarashvili, P. Dundua, B. Gogochuri  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ЛЕБЁДКИ КАНАТНОЙ ТРЕЛЁВОЧНОЙ УСТАНОВКИ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СОГЛАСНО ЭКВИВАЛЕНТНОЙ МОЩНОСТИ РАБОЧЕГО ЦИКЛА** Д. Начкебия, Р. Ткемаладзе, З. Баламцарашвили, П. Дундуа, Б. Гогочури ..... 129

**რეალური ვიგურის ბრავიკული მრღმლის აბევა**  
ლ. ლურსმანაშვილი, დ. კორჩილავა  
**CONSTRUCTION OF GRAPHICAL MODEL'S REAL FIGURE**  
L. Lursmanashvili, D. Korchilava  
**ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕАЛЬНОЙ ФИГУРЫ**  
Л. Лурсманашивили, Д. Корчилава ..... 140

**სავართმელოს სავავტიომობილო ტრანსპორტში მკონომიკური პრიზინი და მისის დაკლემის შესაკლმებლობები მენეჯმენტის ბანვითარების სავუპეველემ**  
ი. გოდერძიშვილი  
**ECONOMICAL CRISIS IN GEORGIA MOTOR ROAD TRANSPORT AND POSSIBILITIES OF IT'S OVERCOMING ON THE BASIS OF DEVELOPMENT OF MANAGEMENT**  
I. Goderdzishvili  
**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КРИЗИС НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНПОРТЕ ГРУЗИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАЗВИТИЯ МЕНЕДЖМЕНТА**  
И. Годердзишвили ..... 145

**ავტიმატური ონკანი სანმელი წყლის „შადრევაანებინსათვის“**  
ნ. ბარძიმაშვილი, გ. ჭელიძე  
**AUTOMATIK TAP FOR DRINKABLE WATER SPOUT**  
N. BARDZIMASHVILI, G. CHELIDZE  
**АВТОМАТИЧЕСКИЙ КРАН ДЛЯ «ФОНТАНЧИКОВ» ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**  
Н. Бардзимашвили, Г.Челидзе ..... 153

**ვიგურათა გომეგტრიული თვისებები** ნ. ნიკვაშვილი, ი. ხატიკაცი  
**PROPERTIES OF GEOMETRIC FIGURES** N. Nikvashvili, I. Khatiskatsi  
**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФИГУР** Н. Никвашвили, И. Хатискаци ..... 156

**ავტიორთა სავურადღებოდ** ..... 164



ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №2 (24) 2012

ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ №2 (24) 2012

TRANSPORT AND MACHINEBUILDING №4 (24) 2012

სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL

გამოდის პერიოდულად ოთხჯერ  
Журнал выходит в год четыре раза  
Published periodically for four times a year

გამომცემლობა „ ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა”  
Издательство „ ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ ”  
Publishing House „ TRANSPORT AND MACHINEBUILDING”

**№85 მიმართულების სასწავლო-სამეცნიერო კვლევითი ცენტრი „PRINT MEDIA”**  
**Учебно – научный центр №85-ой кафедры „ PRINT MEDIA”**  
**85 department’s of scientific and research centre „ PRINT MEDIA”**

**The number of state registration - № 4023; 105239910**

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 2012 წ. 10 ივლისი;  
გამოცემის ფორმატი 60X84 1/8; ფიზიკური ნაბეჭდი  
თაბახი 11.25; საბეჭდი ქაღალდი – ოფსეტური №1.

Подписано к печати 10 : 07: 2012г; Формат издания л. 60X84 1/8;  
Физичесих печатных листов 11.25; Печатная бумага - офсетная №1.

Signed for printing 10: 07: 2012;  
Edition size 60X84 1/8; printed  
sheet 11.25; printing paper - Offset N1.

# სტუ-ს სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი



აქტიური როლი მონაწილეობს

აქვადებს ბეჭდვითი მედიისა და სარეკლამო  
სელოვნების ციფრული ტექნოლოგიების  
მალაქვალისფიცისურ სპეციალისტებს

კვალიფიკაცია და სწავლების სანბრძლიფიცია:

- ბაკალავრი - 4 წელი,
- მაგისტრი - 2 წელი,
- დოქტორი - 3 წელი