

ტრანსპირენტი და მანქანათმშენებლობა

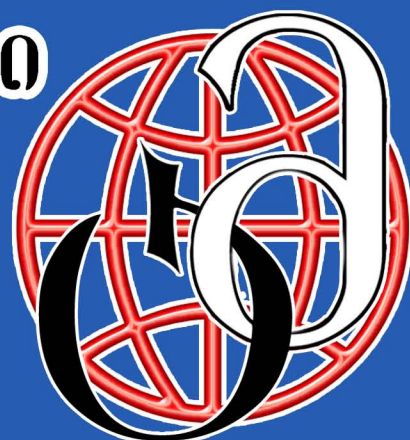
ISSN 1512-3537



სამეცნიერო-ტექნიკური
ჟურნალი

№1(26) 2013

თბილისი



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

ISSN 1512-3537

ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა

№1 (26) 2013

სასწავლო – მეთოდური და
სამეცნიერო – კვლევითი ნაშრომების კრებული



გამომცემლობა „ ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“

თბილისი 2013

ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა TRANSPORT И МАШИНОСТРОЕНИЕ TRANSPORT AND MACHINEBUILDING

სარედაქციო კოლეგია

პროფ. გიორგი არჩვაძე; პროფ. იოსებ ბაციკაძე; პროფ. ზურაბ ბოგველიშვილი; პროფ. ბორის ბოქოლიშვილი; პროფ. ალექსი ბურდულაძე; პროფ. ოთარ გელაშვილი (მთავარი რედაქტორი); პროფ. ვახტანგ გოგილაშვილი; პროფ. მერაბ გოცაძე; პროფ. დავით თავხელიძე; პროფ. მელორ ელიზბარაშვილი; პროფ. ჯუმბერ იოსებიძე; პროფ. სერგო კარიბიძისი; პროფ. ვასილ კობალეიშვილი; პროფ. თამაზ მმბრედიძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე); პროფ. ენვერ მოისრაფიშვილი; პროფ. თამაზ მჭედლიშვილი; პროფ. გოდერძი ტყემელაშვილი; პროფ. ჯუმბერ უფლისაშვილი (დამფუძნებელი და გამომცემელი); პროფ. არჩილ შრანბიშვილი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე); პროფ. ავთანდილ შარვაშიძე; პროფ. მიხეილ შილაკაძე; პროფ. მერაბ შვანგირაძე; პროფ. ზაურ ჩიტაძე; პროფ. დავით ძოცენიძე; პროფ. გია ჭელიძე; პროფ. ზურაბ ჯაპარიძე.

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. Давит Тавхелидзе; проф. Мелор Елизбарашвили; проф. Джумбер Иосебидзе; проф. Серго Карипидис; проф. Василий Копалеишвили; проф. ТАМАЗ МЕГРЕЛИДZE (зам.главного редактора); проф. Энвер Моисрапишвили; проф. Тамаз Мchedlishvili; 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. Davit Tavkheldize; Prof. Melor Elizbarashvily; Prof. Jumber Iosebidze; 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 გრაფიკული უზრუნველყოფის პროცესში აქტიურ მონაწილეობას ღებულობს „სკოლა XXI საუკუნის“ XI კლასის მოსწავლე **სანდრო ძოცენიძე**

В процессе графического обеспечения журнала активное участие принимает ученик XI класса „Школы XXI век“ **Сандро Дзоценидзе**

In the process of technical drawing for the periodical magazine take active part the student of 11th tevn “School XXI Centuvy“ **Candro Dzotsenidze**

ჟურნალის საგამომცემლო და ბეჭდვითი პროცესების ტექნოლოგიები შესრულდა სტუ-ს სატრანსპორტო 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 collaborators 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.

რედაქტორი: **თეა ბარამაშვილი**
редактор: **Tea Baramashvili**
editor: **Tea Baramashvili**

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 338.22

ლოგისტიკის როლი გლობალიზაციის პროცესში

ო. გელაშვილი, გ. მაისურაძე, ნ. ბუთხუზი

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

რეზიუმე: გლობალიზაცია ტერიტორიულად და გეოგრაფიულად განსაკუთრებული რეგიონების მთლიან და განუყოფელ სამყაროში სოციალური კავშირების შესაძლებლობაა, რომელიც ასახავს ცვლილებებს საზოგადოებასა და მსოფლიო ეკონომიკაში საერთაშორისო ვაჭრობისა და კულტურული გაცვლის ზრდით. საქართველოს მონაწილეობა ამ პროცესში, ხელსაყრელი ბუნებრივ-კლიმატური პირობების გათვალისწინებით გლობალურ პროექტებში აქტიურად ჩართვის შესაძლებლობას იძლევა. ეკონომიკური ზრდისა და აღმავლობის ტენდენცია მრავალი ქვეყნის განვითარების დამახასიათებელი ნიშანია. ინდუსტრიულად განვითარებულ ქვეყნებში ამ პროცესმა მიგვიყვანა ლოგისტიკური მწარმოებლისა და ეფექტურობის ზრდასთან, განსაკუთრებით საქონლის ექსპორტის სფეროში. გლობალიზაციის მამოძრავებელი ძალა მწარმოებლებსა და მსხვილ დისტრიბუტორებს შორის, გახდა ორიენტაცია ლოგისტიკურ ჯაჭვზე.

საკვანძო სიტყვები : გლობალიზაცია, ეკონომიკა, ექსპორტი, იმპორტი, ლოგისტიკა.

შეჯამება

XXI საუკუნის დასაწყისიდან გლობალიზაცია ერთ-ერთ თანამედროვე ტერმინად იქცა და საზოგადოებრივი ცხოვრების იმდენად განმსაზღვრელ ნიშნად გადაიქცა, რომ დღევანდელობას გლობალურ სამყაროსაც კი უწოდებენ. უფრო ზუსტად კი გლობალიზაცია ეს არის სოციალური კავშირები ტერიტორიულად და გეოგრაფიულად

განცალკევებული რეგიონების ერთიან, მთლიან და განუყოფელ სამყაროში გაერთიანება, რომელიც ასახავს ცვლილებებს საზოგადოებასა და მსოფლიო ეკონომიკაში გამონვევებს საერთაშორისო ვაჭრობისა და კულტურული გაცვლის ზრდით.

გლობალიზაციის მთავარ მამოძრავებელ ძალად დასავლეთი მიიჩნევა, რადგან მსოფლიოში ინერგება დასავლური ფასეულობები და ნებისთ თუ იძულებით ყველა სახელმწიფოს ეხება. საქართველო პატარა ქვეყანაა, რომლის ბუნებრივ - კლიმატური პირობები და რესურსები დიდი მრავალფეროვნებით ხასიათდება. ეს გარემოება ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ეკონომიკის სხვადასხვა დარგის განვითარებისათვის და რაც ქვეყნის გლობალურ პროექტებში აქტიურად ჩართვის შესაძლებლობას იძლევა. კერძოდ: ბაქო - სუფსის მოქმედი ნავთობსადენი; ბაქო - თბილისი - ერზრუმის გაზსადენი; ბაქო-თბილისი-ჯეიხანი, საერთაშორისო სატრანსპორტო დერეფანი „TRACEKA“ ყარსი-ახალქალაქი - თბილისი - ბაქოს მომავალი სარკინიგზო მაგისტრალი, რომელიც ევროპას ცენტრალურ აზიასთან და ჩინეთთან დააკავშირებს. ამ მაგისტრალის საშუალებით საქართველოს, როგორც ევროპა - აზიას შორის სატრანზიტო ქვეყნის როლი, კიდევ უფრო გაიზრდება. აღნიშნული პროექტის დამთავრების შემდეგ მივიღებთ თანამედროვე „აბრეშუმის გზას“.

ძირითადი ნაწილი

გლობალიზაციის პროცესი მოითხოვს კარგად გააზრებულ საგარეო პოლიტიკის გატარებას. ეკონომიკური ზრდისა და აღმავლობის ტენდენცია მრავალი ქვეყნის განვითარების დამახასიათებელი ნიშანია. ინდუსტრიულად განვითარებულ ქვეყნებში ამ პროცესმა მიგვიყვანა ლოგისტიკური მწარმოებლისა და ეფექტურობის ზრდასთან, განსაკუთრებით საქონლის ექსპორტის სფეროში. საერთაშორისო ვაჭრობის განვითარებაზე გავლენა მოახდინა:

- ✓ შრომის საერთო დანაწილებამ;
- ✓ სამეცნიერო-ტექნიკურმა ევოლუციამ;
- ✓ მსოფლიო ბაზარზე ტრანსნაციონალური კორპორაციების აქტიურმა საქმიანობამ;
- ✓ საერთაშორისო ვაჭრობის ლიბერალიზაციამ;

საქართველოს მონაწილეობა გლობალიზაციაში ეროვნული და ინტერნაციონალური ასპექტების ურთიერთკავშირებით ხასიათდება და მრავალ აქტუალურ და სადისკუსიო საკითხების გარკვევასაც მოითხოვს. კერძოდ: პირველი, რა შესაძლებლობები არსებობს დღეს საქართველოში ამ პროცესის განსახორციელებლად და მეორე, რა მექანიზმებით არის შესაძლებელი ყოველივეს მიღწევა. ცნობილია, რომ მაღალტექნოლოგიური, მაღალმეცნიერული წარმოების მთავარი რესურსები განათლება და მეცნიერებაა. ეკონომიკის გლობალიზაციის პირობებში მნიშვნელოვანია მატერიალური ნაკადების მიმოქცევა, რაც ცხადია აისახება კონკრეტულ მეწარმე სუბიექტების საქმიანობაზე. დღეისათვის ქვეყანაში საყურადღებოა ნედლეულითა და სანყისი მაკომპლექტებელი მასალების მომარაგებისა და მზა პროდუქციის კლიენტებამდე მიწოდების ორგანიზაცია. ეს კი მოითხოვს ტრანსპორტირების პროცესების, შესყიდვების, მარაგების და სანყობების მართვას. აგრეთვე, მატერიალური ნაკადების გადაადგილებასთან დაკავშირებული საკითხების საფუძვლიან ცოდნას, რომელიც შესაძლებელია და მოგვარებადი ლოგისტიკური პრინციპების დანერგვით. ტვირთბრუნვის ორგანიზაცია ხომ თანამედროვე ბიზნესის ერთ-ერთი უმთავრესი პრობლემაა.

ეკონომიკური ზრდის ტემპებმა და წარმოებაში შრომის ნაყოფიერების ამაღლებამ ახალი ტექნოლოგიების დანერგვასთან ერთად ხელიშეუწყო ლოგისტიკური ბიზნესის განვითარებას. ფირმებმა წარმატებას მიაღწიეს შემოსავლებისა და მოცემის ზრდის ხარჯზე და დაიწყეს გახდა აქტიური მსოფლიო ბაზრისა ათვისება. რამაც გამოიწვია გლობალური სანარმოო და მარკეტინგული სიმძლევრების ინტეგრაცია. მსოფლიოში გლობალური ლოგისტიკის განვითარების ძირითადი ტენდენცია არის გლობალიზაცია, რომელიც ასახავს ერთი რეგიონის გლობალურ ბაზრებზე პროდუქციის გასვლას, რომელიც დამახასიათებელია მრავალი მსხვილი ტრანსნაციონალური კომპანიების სახელმწიფოთაშორისო, სატრანსპორტო, განაწილების, სატელეკომუნიკაციო საქმიანობისათვის.

გლობალური ლოგისტიკური სისტემა ესაა რთული, ორგანიზაციულად სრულყოფილი სისტემა, რომელიც შედგება მატერიალური და მისი თნმხლების ნაკადების

მართვის ერთიან პროცესში ურთიერთდაკავშირებული ელემენტებისაგან, რომელთა ერთობლიობა, საზღვრები და ფუნქციონირების მექანიზმები გაერთიანებულია ორგანიზაციაში.

გლობალური ლოგისტიკური სიტემების სირთულეს, მომხმარებელთა მუდმივად მზარდ მოთხოვნებზე რეაგირების აუცილებლობას, ლოგისტიკური სერვისის განხორციელებისადმი მისწრაფებას მივყავართ ინტეგრაციის აუცილებლობისაკენ. რაც თავისთავად გულისხმოს გლობალური კომპანიების მხრიდან:

- ✓ ბაზრისა და მომხმარებლის მოთხოვნილებათა დაკმაყოფილებას;
- ✓ ლოგისტიკური დანახარჯების შემცირებას;
- ✓ გარემოს შესაძლო ცვლილებებისადმი ადაპტაციის მოქნილობას;
- ✓ სისტემური გადაწყვეტილების მიღების შესაძლებლობას;
- ✓ რისკების შემცირებას;

საერთაშორისო გამოცდილება ცხადყოფს, რომ უმსხვილესი კომპანიები გლობალური ბიზნესის განვითარების აუცილებლობისათვის მიწოდების ჯაჭვის და არხებით გაფართოებას ასახელებენ. სტრუქტურის ჩამოყალიბებაში ექსპორტი - იმპორტის ოპერაციებს რაშიც მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება სახელმწიფო რეგულირებას.

დასკვნა

საბოლოოდ, მივდივართ იმ დასკვნამდე, რომ გლობალური ლოგისტიკური მიზნების განხორციელებისათვის მიზანმიმართულია ვაჭრობის, საბაჟო, სატრანსპორტო და ფინანსური, ასევე სოციალური, პოლიტიკური და ეკონომიკური ურთიერთობების გადახდვა, რომელიც ხელს შეუწყობს კაპიტალის მოძრაობას, საქონლისა და ინფორმაციის გაცლას სახელმწიფოთა შორის. გლობალური სტარტეგია კი უზრუნველყოფს ორგანიზაციის დასახული მიზნების მიღწევას გეოგრაფიულად განსაკუთრებულ რეგიონში. მსოფლიოს სხვადასხვა ნერტილში მყოფი კომპანიების განსაზღვრავენ ძირითადი სავაჭრო ბაზრებისა და სადისტრიბუციო ცენტრების განლაგებას გლობალური მიდგომის შესაბამისად და აწარმოებენ არსებული ლოგისტიკური ტექნოლოგიების მორგებას ახალი ბაზრების პირობებში.

ბამოყენებულ ლიტერატურა:

1. ლ. ბოცვაძე; კ. ერაძე; ვ. ბოცვაძე „ლოგისტიკური მენეჯმენტი და მოდელირება“ თბ. 2010წ.
2. ე. მექვაბიშვილი „ეკონომიკის გლობალიზაცია: მიმართულებები, გამოწვევები, პერსპექტივები; თბ. 2009წ.
3. <http://trade.gov/fta/>
4. www.worldbank.org

РОЛЬ ЛОГИСТИКИ В ПРОЦЕССЕ ГЛОБАЛИЗАЦИИ

О. Гелашвили, Г. Маисурадзе, Н. Бутхузи

Резюме

Глобализация это возможность социальных связей территориально и географически отделённых регионах целостного и неделимого мира, которая отражает изменения в обществе и в мировой экономике в результате международной торговли и культурного обмена. Участие Грузии в этом процессе, с учётом благоприятных природно - климатических условий позволяют принимать активное участие в глобальных проектах. Экономический рост и тенденция улучшения является характерной чертой развития многих стран. В промышленно развитых странах этот процесс привел к росту производитель и эффективности логистических принципов, особенно в экспортном секторе. Движущей силой глобализации между производителями и крупными дистрибьюторами стала ориентация на логистические цепи.

LOGISTICS ROLE IN GLOBALIZATION PROCESS

O. Gelashvili, G. Maisuradze, N. Butkhuzi

Summary

Globalization is the possibility of integrating of social relations of territorially and geographically separate regions in the unified and undivided world that reflects the changes in society and the world economy through international trade and cultural exchange. The participation of Georgia in these processes, with taking into account the favorable natural - climatic conditions gives the possibility for active involvement in global projects. The economic growth and improvement trend is a characteristic feature of much country's development. In the industrially developed countries this process has led to the growth of manufacturer and efficiency logistics principle, especially in the export sector. The driving force of globalization between the manufacturer and large distributors is the orientation of the logistic chain.

შპს 663.9

**ეკოლოგიურად სუფთა ბიოსაწვავის წვის ეფექტურობის გაზრდა
პიროლიზური ღუმელის გამოყენებით**

ს. სამხარაძე, ნ. ქევხიშვილი, გ. გოლეთიანი

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

რეზიუმე: ეკოლოგიურად სუფთა ბიოსაწვავი, როგორცაა ნახერხის ბრიკეტი წარმოადგენს მალალი წვის ეფექტურობის მქონე პროდუქტს. მისი მალალი თბოუნარიანობა წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იქნას, როგორც საყოფაცხოვრებო, ასევე საწარმოო დანიშნულებით. აღნიშნულ სტატიაში განხილულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში შექმნილი ე.წ. პიროლიზურ ღუმელზე მომუშავე გათბობის ქვაბი და წარმოდგენილია მისი გამოცდის შედეგები.
საკვანძო სიტყვები: ბიოსაწვავი, ბრიკეტი, წვა, პიროლიზი, ღუმელი.

შესავალი

თანამედროვე მსოფლიო თითქმის წარმოუდგენელია ენერგო რესურსების გარეშე, რასაც მივყავართ ენერგო მატარებლების რაოდენობის შემცირებასთან და ფასების ზრდასთან, აგრეთვე აღნიშნული ენერგო რესურსების (ნავთობი, გაზი, ხე-ტყე და სხვ.) გამოყენება იწვევს გარემოსთვის ზიანის მიყენებას.

აღნიშნული მიზეზებიდან გამომდინარე თანამედროვე მსოფლიოსთვის აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს ალტერნატიული ენერგო რესურსების მოძიება და მათი გამოყენება. საქართველო გამოირჩევა ამ პრობლემატიკის აქტუალურობით, რადგან წარმოადგენს ენერგო დამოკიდებულ ქვეყანას, რასაც ემატება მოსახლეობის და ქვეყნის რთული ეკონომიკური ვითარება. საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში გაანალიზებული იქნა შექმნილი მდგომარეობა და შემუშავებული იქნა ალტერნატიული საწვავის საწარმოო ტექნოლოგიური ხაზი, სადაც შესაძლებელია დამზადებული

იქნას მაღალი წვის ეფექტურობის მქონე საწვავი, რომელსაც თანამედროვე მსოფლიოში უწოდებენ ბიოსაწვავს.

ბიოსაწვავი არის ბიოლოგიური ნარჩენების გადამუშავების შედეგად მიღებული პროდუქტი, რომლის გამოყენება მნიშვნელოვან ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ ეფექტს მოუტანს მოსახლეობას და ქვეყანას.

აღნიშნული მყარი ბიო-საწვავის ენერგო ეფექტურობის კიდევ უფრო ასამაღლებლად გამოყენებენ ეგრეთ წოდებულ პიროლიზურ ლუმელებს. წინამდებარე სტატიაში განხილულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში შექმნილი პიროლიზური ლუმელის მქონე ქვების კონსტრუქცია, რომელიც გამოცდილი იქნა მცხეთის რაიონის სოფ. ნატახტრში.

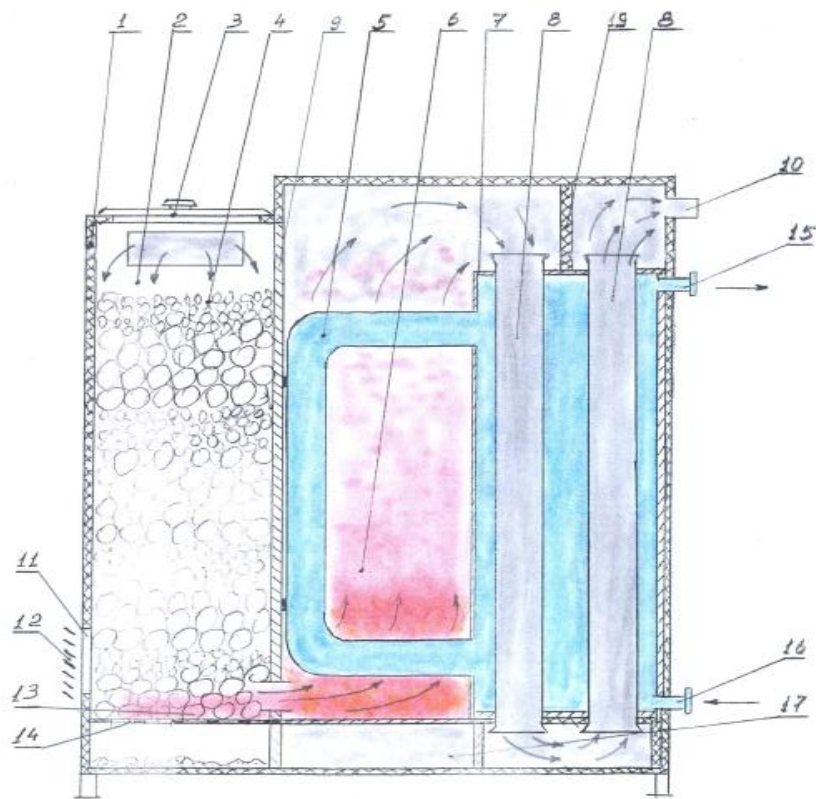
ძირითადი ნაწილი

პიროლიზური ქვაბი – მყარი საწვავის ქვაბების ერთ-ერთი ნაირსახეობაა. განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ სათბობიდან გამომავალი აქროლადი ნივთიერებები ცალკე იწვევა.

ტერმინი პიროლიზი ნიშნავს: გაცხელების დროს სათბობის დაშლას და ნაწილობრივ გაზიფიცირებას.

პიროლიზური ქვაბები ეფექტურია ისეთი სათბობებისთვის, რომლებიც დიდი რაოდენობებით შეიცავენ აქროლად ნივთიერებებს, ასეთებია შეშა, მყარი ბიოსაწვავი, ტორფი და სხვ. ძირითადი მოთხოვნა ამ ტიპის ლუმელებში გამოყენებადი საწვავის მიმართ დაბალი ტენიანობაა. პიროლიზის პროცესში სათბობის წვა ხორციელდება არა ნაკლებ 80%-იანი მარგი ქმედების კოეფიციენტით.

წყალგამაცხელებელ პიროლიზურ ქვაბს აქვს თბოიზოლირებული კორპუსი, რომელზეც განლაგებულია ბუნკერი საწვავი მარაგით; საცეცხლე კამერა-ცხაურით და ჰაერის მისაწოდებელი ფანჯრით; ნამწვი აირების ტრაქტი, რომელიც შეიცავს წვის კამერას და კონვექციური მილების კონას. წყალგამაცხელებელი პიროლიზური ქვაბის ზედა ნაწილს მიეწოდება ნამწვი რეცირკულაციური აირები ისეთი ტემპერატურით, რომელიც უზრუნველყოფს სათბობის პიროლიზს.



ნახაზი 1. პიროლიზურ ლუმელიანი ქვაბის სქემა

ნახ. 1-ზე სქემატურად არის ნაჩვენები ქვაბის ფრონტალური ჭრილი, სადაც ნაჩვენებია მისი ყველა ელემენტები:

1. კორპუსი; 2. ბუნკერი; 3. ჩასატვირთი ლუქი; 4. სათბობი; 5. რადიაციული მილების კონა; 6. ნამწვი აირების ტრაქტი; 7. წყალგამაცხელებელი აპარატები; 8. კონვექციური მილები; 9. ტიხარი; 10. კვამლმწოვის შესასვლელი არხი; 11. პირველადი ჰაერის მისაწოდებელი არხი; 12. რეგულირებადი შიბერი; 13. საცეცხლე კამერა; 14. ცეცხლრიკი; 15. წყლის გამოსვლა აპარატიდან; 16. წყლის შესვლა აპარატში; 17. ნამწვი აირების რეცირკულაციის და დამატებითი გაცხელების არხი;

წვის პროცესი საცეცხლე კამერაში მიმდინარეობს არა ნაკლებ 1000 °C ტემპერატურაზე, რაც უზრუნველყოფს ინტენსიურად თბური ენერგიის გადაცემას თბომცვლელ ზედაპირებზე რადიაციის გზით. შემდგომ, ნამწვი აირები გადასცემენ რა თბოგადამტანს სითბოს კონვექციური მილების კონაში ორსვლიანი მოძრაობისას, ტოვებენ თბომცვლელს და კვამლმწოვის საშუალებით გაიტყორცნიან ატმოსფეროში, ხოლო ნაწილი კი რეცირკულაციით, კვლავ ბრუნდება სათბობის

ბუნკერში. რეცირკულაციური აირები გაივლის რა ბუნკერში არსებულ სათბობს ზევიდან ქვევით ცეცხლისკენ, აცხელებს ამ უკანასკნელს 300 °C ტემპერატურაზე ზევით, რის შედეგადაც იგი კარგავს ტენს და იწყებს პიროლიზს.

სათბობი ბუნკერში ცხელდება როგორც რეცირკულაციური ნამწვი აირებით, ასევე თბური რადიაციით თუჯის გამყოფი ტიხრიდან. მიღებული სითბოს ხარჯზე სათბობში იწყება პიროლიზის პროცესი, საიდანაც პიროლიზური აირები კვამლმწოვის მიერ შეწოვილ ატმოსფერულ ჰაერთან შერევის შემდეგ იწყებს ინტენსიურ წვას საცეცხლე კამერაში. ეს პროცესი იწვევს ქვებში არსებული წყლის ტემპერატურის ზრდას, რომლის კონტროლი და რეგულირება ხორციელდება ავტომატურად.

საერთოდ ცნობილია, რომ მყარ სათბობზე მომუშავე ქვების სიმძლავრის მართვა სირთულეებთან არის დაკავშირებული. ამის გადასაწყვეტად ჩვენს მიერ პიროლიზური ქვების გამოცდისას სოფ. ნატახტრის საჯარო სკოლაში დამონტაჟებულ გათბობის სისტემაში გამოყენებული იქნა სქემა, რითაც გადაჭრილი იქნა აღნიშნული პრობლემა. კერძოდ – სისტემაში ჩართული იქნა ენერჯის აკუმლატორი (2მ² ტევადობის წყლის ავზი) და ორსკლიანი მარეგულირებელი სარქველი, რომლის საშუალებითაც ხდება ჭარბი ენერჯის დაგროვება ცხელი წყლის სახით და შემდგომში გამოიყენება გათბობისთვის.

დასკვნა

მცხეთის რაიონის სოფ. ნატახტრის საჯარო სკოლაში გამართულმა გამოცდამ აჩვენა, რომ აღნიშნული პიროლიზურ ლუმელიანი ქვაბი წარმოადგენს მაღალი მარგი ქმედების კოეფიციენტის – 85÷90% მქონე ენერგეტიკულ დანადგარს, სადაც შესაძლებელია ბიონარჩენების გადამუშავებით მიღებული მყარი ბიოსაწვავის ეფექტური გამოყენება. პიროლიზური ლუმელებით შეუძლიათ ისარგებლონ, როგორც რაიონების მოსახლეობამ, ასევე სასკოლო-საგანმანათლებლო დაწესებულებებმა და სხვადასხვა საზოგადო და საყოფაცხოვრებო დანიშნულების ობიექტებმა. პიროლიზური ლუმელების გამოყენება ხელს შეუწყობს ეკოლოგიურად სუფთა ბიოსაწვავის პოპულარიზაციას, რაც მნიშვნელოვნ ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ ეფექტს მოუტანს ქვეყანას და მოსახლეობას.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Eunomia Research and Consulting (2008), Greenhouse gas balances of waste management scenarios - report for the Greater London Authority,
2. Juniper (2008), Briefing document on the pyrolysis and gasification of MSW
3. R. Montgomery, Nature (2010);

INCREASING OF EFFICIENCY FOR ECOLOGICALLY CLEAN BIO-FUEL BY USAGE PYROLISIS OVEN

S. Samkharadze, N. Qevkhisvili, G. Goletiani

Summary

Environmentally friendly bio-fuels, such as sawdust briquettes are fuels with high combustion efficiency. Their high thermal capacity with success can be used as for household and industrial purposes. This article discusses the creation of the Georgian Technical University called heating equipment with pyrolysis oven. Here are presented description and testing results of this equipment.

УВЕЛИЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО БИОТОПЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПИРОЛИЗНОЙ ПЕЧИ

С. Самхарадзе, Н. Кевхишвили, Г. Голетиани

Резюме

Экологически чистое биотопливо - брикет из древесных опилок, представляет продукт обладающий высокой эффективностью сгорания. Его высокий теплообъем с большим успехом используется не только в качестве бытовых, но и в промышленных целях. В данной статье для повышения эффективности использования биотоплива специалистами Грузинского Технического Университета создана новая конструкция пиролизного котла и приведены результаты испытания.



შპს 621.90

ზეთში მომუშავე ფრიქციული ქუროს მუხრუჭის სახით მუშაობის დროს ზოგიერთი მახასიათებლების კვლევა

ნ. წულუკიძე, გ. ჯაფარიძე

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

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია სველი ფრიქციული ქუროს მუხრუჭის სახით მუშაობის დროს ფრიქციული დისკოების მუშა ზედაპირებზე მიმდინარე თბური პროცესების ლაბორატორიული და ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. კვლევის შედეგების ანალიზის მიხედვით დადგენილია, რომ სველი ფრიქციული ქუროს მუხრუჭის სახით მუშაობის დროს ქუროს მოხახუნე ზედაპირზე საშუალო და მაქსიმალური ტემპერატურის ოპტიმალურ სიდიდეების მნიშვნელობა შეიძლება მივაღწიოთ მოხახუნე ზედაპირების სიმქისის შემცირებით, გამაგრებელი სითხის ხარჯის გაზრდით, ოპტიმალური შემზეთი და ფრიქციული მასალების შერჩევით.

საკვანძო სიტყვები: ფრიქციული ქურო, მუხრუჭი, ხახუნის მომენტი, ხახუნის კოეფიციენტი.

მრავალ მანქანაში და ტექნოლოგიურ დანადგარში გამოყენებული ფრიქციული ქუროს ერთ-ერთი დანიშნულებაა წამყვანი ლილვიდან ამცოლ ლილვზე მარბუნი მომენტის გადაცემა ქუროს შეუღლებული ზედაპირების ერთიმეორეზე დაჭერით, რაც იწვევს ამ ზედაპირების დიდ მექანიკურ და თბურ დატვირთვებს, რომელთა გავლენით მათი მუშა მახასიათებლები: ხახუნის მომენტი და მისი ცვალებადობა დროში, ტემპერატურულ რეჟიმი, ჩართვის ხანგრძლივობა, ხახუნის კოეფიციენტი (ხკ) და სხვა განსაზღვრავენ მთლიანად დანადგარის საიმედო მუშაობას.

მშრალი და სველი (ზეთში მომუშავე) ფრიქციული ქუროების კვლევას მიძღვნილი აქვს ბევრი ნაშრომი, მაგრამ საკითხი სრულად ჯერ არ არის შესწავლილი, რადგან ზოგიერთი მათი გამოთვლები დამყარებულია ისეთ დაშვებებზე, რომელთა გამოყენებით ვერ ხერხდება ქუროების პარამეტრების და მახასიათებლების ზუსტი გაანგარიშება.

რადგან მანქანის მუშა მოძრაობის მაღალი სიჩქარეების, დიდი წონის და ზომების გამო დიდია მუხრუჭის მიერ შთანთქმული სიმძლავრე, მას მოეთხოვება საკმარისი სამუხრუჭე მომენტის განვითარება, დამუხრუჭების სიმდოვრე, ოპტიმალური ტემპერატურული რეჟიმი დასაშვები გამოყენებული და შემზეთი მასალებისთვის, მინიმალური წონა და ა.შ. სველი ფრიქციული ქუროების მუხრუჭის სახით მუშაობის დროს მისი ხანგრძლივობის გაზრდის მიზნით საჭიროა დისკოების კონტაქტის ზონაში მიმდინარე ზოგიერთი ტემპერატურული მახასიათებლის თეორიული კვლევა.

ზოგადად, ფრიქციულ ქუროს დამუხრუჭების პროცესი გამოისახება ტოლობით

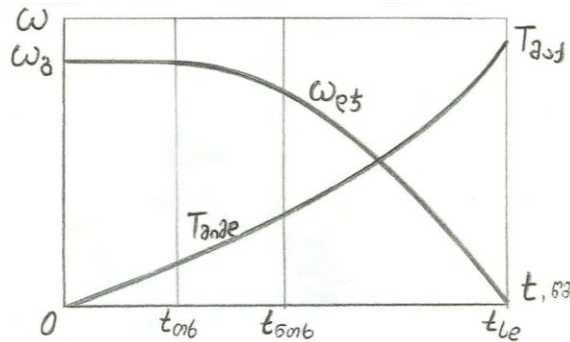
$$\frac{dw}{dt} = -\frac{T_{\text{ხახ}} + T_{\text{საყრ}} - T_{\text{გ}}}{I} = -\frac{T_{\text{ხახ}} - T_1}{I} \quad (1)$$

სადაც: w დროის t მომენტში დასამუხრუჭებელი რგოლის კუთხური სიჩქარის მიმდინარე მნიშვნელობაა, t დრო კი აითვლება მუხრუჭის ჩამრთველი F ძალის მოქმედების დაწყებიდან;

$T_{\text{ხახ}}$, $T_{\text{საყრ}}$, $T_{\text{გ}}$ – შესაბამისად მუხრუჭის მოხახუნე ზედაპირებზე, საყრდენებში და დასამუხრუჭებელ რგოლზე აღძრული ხახუნის მომენტებია;

I – მუხრუჭის მბრუნავი ნაწილების ინერციის მომენტების ჯამი.

სველი ფრიქციული ქუროების ხახუნის რეჟიმის ცვალებადობის გამო [1] დამუხრუჭების პროცესი შეგვიძლია დავყოთ ეტაპებად, რომელიც იდენტურია ქუროს ჩართვის პერიოდში მიმდინარე პროცესებისა [2] (ნახ 1)



ნახ. 1 დამუხრუჭების პროცესის გამომსახველი დიაგრამა

I ეტაპი: შეუღლებულ ზედაპირებს შორის ხახუნი არის თხევადი. რომელსაც შეესაბამება დამუხრუჭების ხანგრძლიობა $T_{\text{ობ}}$:

$$T_{\text{ობ}} = T_{\text{ობ}}(w, t) = z w k_m^p \sqrt{t/k_D} \quad (2)$$

(1)-ში შეტანით მივიღებთ

$$\frac{dw}{dt} - k_1 w \sqrt{t} = k_2 \quad (3)$$

სადაც:
$$k_1 = \frac{z \cdot k_m}{i \sqrt{k_D}}; \quad K_2 = \frac{T_1}{I};$$

Z – წყვილი მოხახუნე ზედაპირების რიცხვია; K_m, K_D – კოეფიციენტები, რომლებიც ითვალისწინებენ ქუროს კონსტრუქციულ და ექსპლუატაციურ პარამეტრებს.

(2) ტოლობიდან საწყისი პირობებისათვის: $t = 0; w = w_0$ (w_0 – დასამუხრუჭებელი რგოლის საწყისი სიჩქარეა) პირველ ეტაპზე დამუხრუჭების ხანგრძლივობა

$$t_{\text{ობ}} = \frac{K_D}{h^2_{\text{აჟ}}} \quad (4)$$

სადაც: $h_{\text{აჟ}}$ – ღრეჩობის საშუალო მნიშვნელობაა, რომლის დროსაც იწყება შეუღლებული ზედაპირების მიკროუსწორმასწორობების შვერილების შეხება:

II ეტაპი: დამუხრუჭება გრძელდება ნახევრად თხევად $\delta_{\text{ობ}}$ ხახუნის რეჟიმში კუთხური სიჩქარის ცვლილების დამოკიდებულება გამოისახება ასე:

$$\left. \frac{dw}{dt} = \frac{-1}{Q} \left\{ [2Cf(h_{\text{აჟ}} - h) + \frac{\mu \omega D_{\text{საშ}} h_{\text{აჟ}}}{\alpha(4h + h_{\text{აჟ}} - 2h_{\text{მობ}})] \frac{ZD_{\text{საშ}}}{2} + T_1 \right\} \right\} \quad (5)$$

რომლის ამოხსნის საწყისი პირობებია $t = t_{\text{ობ}}; h = h_{\text{აჟ}}; \omega = \omega_{\text{ობ}}$

მესამე ეტაპი: დისკების მიახლოება გრძელდება $T_{\text{მობ}}$ მომენტი განიცდის ზრდას და თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს სრული დამუხრუჭების დროს. $T_{\text{მობ}} = T_{\text{მობ}}(t)$ ტოლობაში $T_{\text{მობ}} = T_{\text{მობ. აჟ}}$ მნიშვნელობის ჩასმით და გაანგარიშების გზით ვიღებთ დამუხრუჭების სრულ დროს $t_{\text{სრ}}$ ამ პერიოდში ხდება მოხახუნე ზედაპირებზე მაღალი ტემპერატურის წარმოქმნა, რომელზეც დამოკიდებულია ხახუნის კოეფიციენტი, ხახუნის სიმძლავრე, დატვირთვა, სიჩქარე, გაცივების გავლენა, მოხახუნე წყვილის მასალების თბოფიზიკური და ფრიქციული თვისებების ცვალებადობა, ამიტომ სველი ფრიქციული ქუროების მუხრუჭის სახით მუსაობის დროს მუშაუნარიანობის კრიტერიუმად აღებულია ფრიქციულ კონტაქტზე მაქსიმალური ტემპერატურა $\vartheta_{\text{აჟ}}$, რომელიც მრავალ შრომაში [3,4] განისაზღვრება ასე:

$$\vartheta_{\text{აჟ}} = \vartheta^{\times} + \vartheta_{\text{აჟ}} \quad (6)$$

აღნიშნული კრიტერიუმის გათვალისწინებით ჩვენს მიერ დამუხრუჭების პროცესის შესწავლა ხდებოდა ჩვენს მიერ დაპროექტებული და დამზადებული ექსპერიმენტული კვლევის სტენდზე [5].

დამუხრუჭების პროცესის საერთო დრო $t_{\text{სრ}}$ ნახ.1-ზე დაყოფილია სამ ეტაპად:

$|0 - t_{\text{ობ}}|; |t_{\text{ობ}} - t_{\text{მობ}}|$ და $|t_{\text{მობ}} - t_{\text{სრ}}|$ დროის ხანგრძლივობით. დამუხრუჭების I ეტაპზე ქუროში

ადგილი აქვს თხევადი ხახუნის რეჟიმს. მეორე ეტაპზე ღრეჩოს h -ის შემცირებით ხდება თხევადი ხახუნის რეჟიმიდან თანდათანობით გადასვლა $\delta_{\text{ხრ}}$ -ზე. ამ დროს დასამუხრუჭებელი ჯაჭვის კუთხური სიჩქარე $\omega_{\text{ჯკ}} = \omega$. მესამე ეტაპზე ხდება სრული დამუხრუჭება. ამ პერიოდში დამამუხრუჭებელი მოძენტი აღწევს თავის მაქსიმალურ $T_{\text{მაქ}}$ მნიშვნელობას.

ქუროს ჩართვის პროცესში ზედაპირული ხახუნის ტემპერატურის გაანგარიშებისათვის გამოყენებული გვაქვს [3] ცნობილი ფორმულა, რომლითაც განისაზღვრება ზედაპირული საშუალო ტემპერატურა.

$$g^x = \frac{\psi_{vi} \alpha_{\text{სი}} A_{\text{სი}} b_i}{\lambda \cdot S_{ai} \cdot t_{\text{მაქ}}} \left(\frac{1}{3} \tau_N + F_{\text{ფურ}} \tau_A - \frac{2\tau_N}{\pi^2} \sum \right) \quad (7)$$

$$\sum = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp(-\pi^2 \cdot n^2 \cdot F_{\text{ფურ}} \cdot \tau) \quad (8)$$

სადაც n - შეჯამების ინერციაა; ψ_{vi} - კოეფიციენტები, რომლებიც ითვალისწინებენ ხახუნის გზიდან სითბოს გავრცელებით g^x -ს შემცირებას.

$\alpha_{\text{სი}}$ - თბური ნაკადების განაწილების კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ხახუნის წვევილის მიერ გამოყოფილი მთელი სითბოს თუ რა ნაკადი მიდის თითოეულ ელემენტში;

b_i - გაანგარიშებაში გამოყოფილი ფრიქციული წვევილის ელემენტების სისქე;

λ - ზეთის სიბლანტეა; S_{ai} - ქუროს ელემენტების ხახუნის ფართი; $F_{\text{ქურ}} = \frac{a_i t_{\text{მაქ}}}{b_i^2}$ - ფურიეს

რიცხვი;

$A_{\text{სი}}$ - თბური ნაკადის მშთანთქმელი მთლიანი ფართი; $\tau = t/t_b$ - დროსთან დამოკიდებულებაში უგანზომილებო პარამეტრია.

$\tau_N = N_{\text{ხახ}} / N_{\text{საშ}}$ და $\tau_A = \frac{A_{\text{ხახ}}}{A_{\text{საშ}}}$ უგანზომილებო ხახუნის სიმძლავრის და ხახუნის

მუშაობის კოეფიციენტებია.

მონახუნე ზედაპირების აქტიური კონტაქტის ლაქებზე ჭარბი ტემპერატურის წარმოქმნის ადგილი აქვს ტემპერატურული აფეთქების ხასიათს [5]. აფეთქების ტემპერატურა დამოკიდებული საშუალო აფეთქების g^* ტემპერატურაზეა და გამოისახება შემდეგი ფუნქციონალური დამოკიდებულებით;

$$g_{\text{აფ}} = B \exp(-C g^x) \quad (9)$$

სადაც B და C მასალისა და მუშაობის რეჟიმზე დამოკიდებული პარამეტრებია;

საშუალო ზედაპირული ტემპერატურის და B და C -ს განსაზღვრის მონლოგრამების დახმარებით ვიგებთ მაქსიმალურ ტემპერატურას:

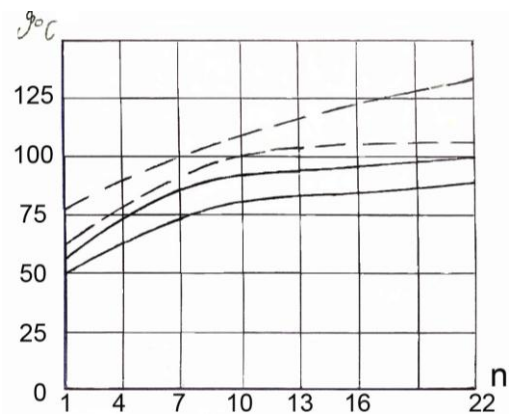
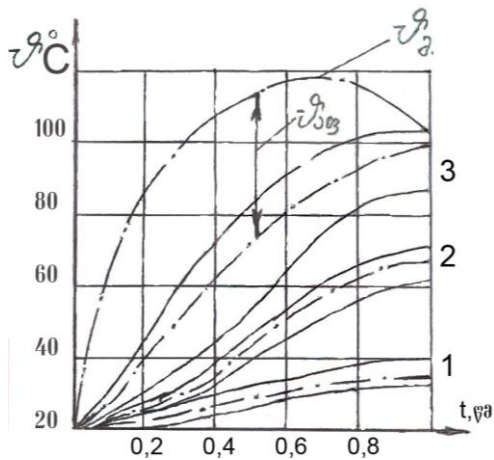
$$g_{\text{მაგ}} = g^x + B \exp(-C g^x) \quad (10)$$

ექსპერიმენტის დროს გამოყენებული იყო შემზეთ მასალად ზეთი სათითისტარე AV; ფრიქციული მასალები: ფოლადი. V7A და ლითოკერამიკა ლკ.5.

ნახ. 2-ზე მოყვანილია ხახუნის ზედაპირზე საშუალო ტემპერატურის ექსპერიმენტებით და გაანგარიშებით მიღებული მნიშვნელობები და ექსპერიმენტებზე დაყრდნობით გაანგარიშებით მიღებული აფეთქების ტემპერატურა მრუდის სახით.

ნახ. 3-ზე ნაჩვენებია ფრიქციული დისკოს ტემპერატურის დამოკიდებულება მბრუნავი მასების ინერციის მომენტზე დამუხრუჭების რიგითობაზე დამოკიდებული.

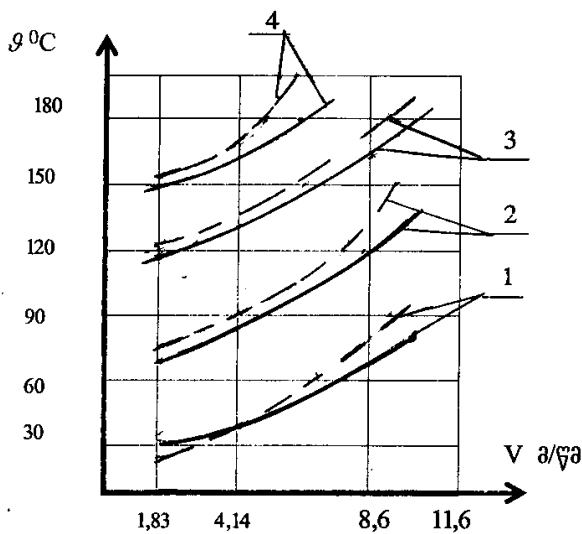
ნახ. 4-ზე მოცემულია ფრიქციული დისკოების ტემპერატურის დამოკიდებულება სიჩქარეზე სხვადასხვა მასალებისთვის სხვადასხვა კუთრი დაწნევის და ზეთის სხვადასხვა ხარჯის დროს.



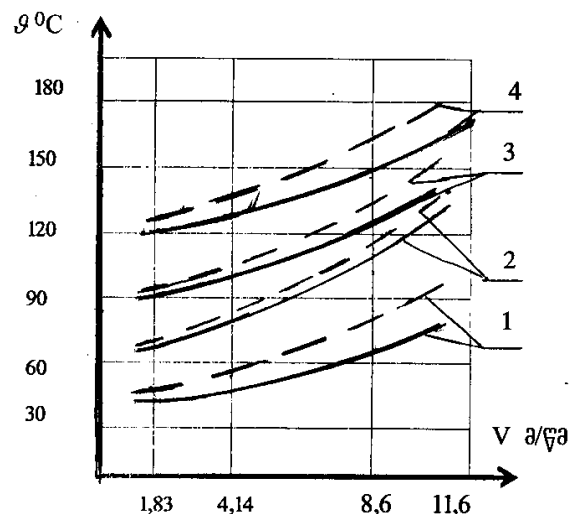
ნახ.2 ხახუნის ზედაპირების საშუალო, მაქსიმალური და აფეთქების ტემპერატურების ცვალებადობა დროში

- გაანგარიშებით მიღებული
- ექსპერიმენტებით მიღებული

ნახ.3 ფრიქციული დისკოს ტემპერატურის დამოკიდებულება მბრუნავი მასების ინერციის მომენტზე დამუხრუჭების რიგითობაზე დამოკიდებულებით 1,2- $w=16,22$ რად/წმ; 3,4- $w=23,65$ რად/წმ; 1,3- $J=10$ კნ მ²; 2,4- $J=20$ კნ მ²;



ა.



ბ.

ნახ. 4 ხახუნის ტემპერატურას დამოკიდებულება სრიალის სიჩქარეზე. 1. $P=0,5$ მ.პას; 2. $P=1$ მ.პას; 3. $P=1,4$ მ.პას; 4. $P=1,8$ მ.პას; ა. $L=1,5 \cdot 10^{-5}$ მ³/წმ; ბ. $L=8 \cdot 10^{-5}$ მ³/წმ;

დასკვნა

თეორეული კვლევისა და ექსპერიმენტებით მიღებული შედეგების ანალიზის მიხედვით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ სველი ფრიქციული ქუროების მუხრუჭების სახით გამოყენების შემთხვევაში დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს მოხახუნე ზედაპირზე საშუალო და მაქსიმალური ტემპერატურის სიდიდის შემცირებას, რაც შეგვიძლია მოვალწიოთ მოხახუნე ზედაპირების სიმქისის შემცირებით გამაცივებელი ზეთის ხარჯის გაზრდით, შემზეთი და მოხახუნე მასალების შერჩევით.

ბამოყენებული ლიტერატურა

1. **Карпицкий В.Л., Шеренков Г.М.** Расчет мощности трения в процессе включения сцепления. "Трение и износ". 1982. т.3.
2. **Бардзимашвили Н.Г., Цулукидзе Н.П.** Механизация хлопководства. 1981. Ташкент.
3. **Чичинадзе А.В.** Расчет и исследование внешнего трения при торможении. М. Наука. 1967.
4. **Гинзбург А.Г.** Теоретические и экспериментальные основы применения уравнения тепловой динамики трения. Сб. оптимальное использование фрикционных материалов. М. Наука. 1973.
5. **Бардзимашвили Н.Г., Цулукидзе Н.П.** Экспериментальное исследование фрикционной муфты. Труды ГПИ. 7(252). 1982.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ФРИКЦИОННОЙ МУФТЫ, РАБОТАЮЩЕЙ В МАСЛЕ В КАЧЕСТВЕ ТОРМОЗА

Н. Цулукидзе, Г. Джапаридзе

Резюме

В статье рассмотрены результаты лабораторных и экспериментальных исследований о тепловых процессах, происходящих на рабочих поверхностях фрикционных дисков во время работы фрикционной муфты в качестве тормоза. Анализ итогов исследования еще раз подтвердил, что во время работы фрикционной муфты в качестве тормоза, достижение оптимальных величин средних и максимальных температур на трущихся поверхностях муфты возможно уменьшением шероховатости трущихся поверхностей, увеличением объема охлаждающей жидкости, выбором оптимальных фрикционных и смазочных материалов.

RESEARCH OF A FEW CHARACTERISTICS OF THE FRICTIONAL MUFF WORKING WITH GREASE AND BRAKES

N. Tsulukidze, G. Japaridze

Summary

In this work are presented the results of laboratory and experimental researches concerning the thermal processes on the frictional disks' working surfaces during the moist frictional muff's braking works. After the analysis of the researches' results it has been found, that during braking works of the moist frictional muff the optimal magnitude of the average and maximum temperature on the rubbing surface of the muff can be achieved by decreasing of the rubbing surfaces roughness, increasing the expenditure of the cooling liquid, choosing optimal greasing and frictional materials.

შპს 681. 3

საბეჭდო მანქანის დამწვნი მიქანიზმის მუშაობის მოსალოდნელი
ეკონომიკური ეფექტი

ჯ. უფლისაშვილი, ი. უგრეხელიძე, თ. ბარამაშვილი

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

რეზიუმე: სტატიაში წარმოდგენილია ჩვენს მიერ კონსტრუირებული საბეჭდო მანქანის ცილინდრების მარეგულირებელი მექანიზმი. იგი შედარებულია მაგავსი ტიპის, არსებულ მექანიზმთან და დადგენილი გვაქვს ამ მექანიზმის მუშაობის მოსალოდნელი ეკონომიკური ეფექტი, რომელიც გაანგარიშებულია ქ. თბილისში არსებულ პოლიგრაფიულ საწარმოებში გავრცელებული ტექნოლოგიური პროცესების გათვალისწინებით. დაფუძნებულია ერთეულოვანი პროდუქციის დანახარჯებზე საბაზრო და ახალი ვარიანტებისათვის, მოქმედი მეთოდის საფუძველზე.

საკვანძო სიტყვები: მექანიზმი, საწარმო, ეკონომიკური ეფექტი, საბეჭდო მანქანა.

როგორც, ცნობილია ოფსეტური საბეჭდო მოწყობილობა შედგება საბეჭდო აპარატისაგან, რომელიც თავის მხრივ მოიცავს საფორმე, ოფსეტურ, საბეჭდ ცილინდრებს. ჩვენს მიერ კონსტრუირებული მექანიზმი, როგორც ავლნიშნეთ არეგულირებს ამ ცილინდრების ღერძების ურთიერთორიენტაციას და მათ შორის დაწნევის მარეგულირებელ სისტემას. იმის დასადგენად თუ რა უპირატესობა აქვს ჩვენს მექანიზმს არსებულთან შედარებით, მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ განგვეხილა ამ მექანიზმის ცალკეული რგოლების მოქმედების სქემა და შეგვესწავლა მისი მუშაობის მოსალოდნელი ეკონომიკური ეფექტი.

მექანიზმის კვლევამ დაადასტურა ის ფაქტი, რომ ჰომოტეტიური გარდაქმნის საფუძველზე შექმნილი ჩვენი მექანიზმი ტექნოლოგიურ პროცესს მთლიანად შეესაბამება და პროდუქციის სისქის მიხედვით საბეჭდო აპარატის ცილინდრები ერთმანეთის შეხებაში ავტომატურად რეგულირდება.

თუმცა ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ ქალაქის ტექნიკური მასხაიათებლების ცვლილებები გავლენას ახდენს მექანიზმის კვლევით მიღწეულ შედეგებზე. მაგრამ, ეს იმდენად უმნიშვნელო ცვლილებებია, რომ ტექნოლოგიური პროცესის დისბალანსი არ ხდება. შედეგად წუნი მთლიანად აღმოფხვრილია.

კონსტრუირებული საბეჭდი მანქანის ოფსეტური ცილინდრის საფორმე და საბეჭდ ცილინდრებთან დამწნეხი მოწყობილობა უზრუნველყოფს ქალაქის სისქის შესაბამისად დაწნეხვის ავტომატურ რეგულირებას. ამ პროცესს ეს მექანიზმი ბეჭდვის საწყის ეტაპზე იწვევს. აქედან გამომდინარე, იგი, ერთის მხრივ, დაზიანებული საბეჭდი ქალაქის ეკონომიას იძლევა, მეორეს მხრივ, ხდება დღეს არსებული ხელით შრომის შეცვლა ავტომატური მოწყობილობის მეშვეობით. აქედან გამომდინარე, ჩვენს მიერ შექმნილი დამწნეხი მოწყობილობა აუცილებლად გამოიწვევს ბეჭდვითი პროცესების დროს, სამუშაოების შესრულების შრომატევადობის შემცირებას და შესაბამისად ხელფასის ხარჯის ეკონომიაც გაიზრდება.

ცნობილია, რომ პოლიგრაფიული საწარმოების მოდერნიზაციით, შესაბამისი გაუმჯობესებული მოწყობილობის შექმნით, შრომის სხვა იარაღით სრულყოფისათვის გაწეული კაპიტალდაბანდებებისას, იგივე ინვესტიციების ჩადებით მიღებული ეფექტი მოქმედი მეთოდიკის შესაბამისად გამოითვლება შრომის იარაღებისათვის შემდეგი ტოლობით:

$$\Theta = \left[\beta_1 \frac{B_2}{B_1} \cdot \frac{P_1 + E_H}{P_2 + E_H} + \frac{(H_1 - H_2) - E_H(K_2 - K_1)}{P_2 + E_H} - \beta_2 \right] A_2$$

სადაც, β_1 და β_2 დაყვანილი დანახარჯებია ერთეულოვან პროდუქციაზე საბაზრო და ახალი ვარიანტებისათვის.

$\frac{B_2}{B_1}$ - კოეფიციენტია, რომელიც ითვალისწინებს შრომის საშუალებების მწარმოებლურობას ახლისა საბაზოსთან შეფარებით.

$\frac{P_1 + E_H}{P_2 + E_H}$ - კოეფიციენტია განსაზღვრული საამორტიზაციო ანარიცხების სიდიდიდან (P_1 და P_2) და ეფექტიანობის ნორმატიული კოეფიციენტებიდან გამომდინარე და ითვალისწინებს მოწყობილობის მოხმარების ვადის ცვლილებას.

$H_1 - H_2$ - მოწყობილობის საბაზო და ახალი ვარიანტების საექსპლუატაციო დანახარჯებია პროდუქციის ერთეულზე.

$K_2 - K_1$ - მომხმარებლის კაპიტალდაბანდებები შრომის საშუალებების გამოყენებისას.

P_2 – ახალი მოწყობილობით წარმოებული პროდუქციის წლიური მოცულობა (იგივე სიმძლავრე).

E_H – ეფექტიანობის ნორმატიული კოეფიციენტი.

A_2 – ახალი მოწყობილობით წარმოებული პროდუქციის წლიური მოცულობა. (იგივე სიმძლავრე).

ჩვენს მიერ კონსტრუირებული მექანიზმის დანერგვის შემთხვევაში არ იცვლება მოწყობილობის წარმადობა ყოველი შემთხვევისათვის წარმადობის ცვლილება მინიმალურია, ამიტომ $\frac{B_2}{B_1}$ შეგვიძლია მივიღოთ 1 – ის ტოლად. ასევე შეგვიძლია მივიღოთ ერთის ტოლად $\frac{P_1 + E_H}{P_2 + E_H}$, რაც შეეხება Z_1 -ს იგი არის საბაზო ვარიანტის დაყვანილი დანახარჯის მოცულობა და თავის მხრივ უდრის:

$$Z_1 = C_1 + E_H K_1$$

სადაც, C_1 – ერთეულოვანი პროდუქციის ფასია

K_1 – ერთეულოვან პროდუქციაზე ხვედრითი ინვესტიცია (კაპ. დაბანდება)

ანუ
$$Z_1 = 0.02 + 0.15 \cdot 0.003$$

ამ შემთხვევაში გავითვალისწინებთ, რომ პროდუქციის ერთეული პირობითად ერთი ნაბეჭდი თაბანია ახალი ვარიანტისთვის:

$$Z_2 = 0.02 + 0.15 \cdot 0.025$$

რაც შეეხება საექსპლუატაციო დანახარჯებს და მომხმარებლის კაპიტალდაბანდებებს, იგი იცვლება და შეგვიძლია მიახლოებით ერთი საშუალო სიმძლავრის ოფსეტური ბეჭდვის დანადგარისათვის მივიღოთ:

$$H_1 - H_2 = 0.015 \text{ (თეთრი)}$$

ხოლო,

$$K_2 - K_1 = 0.013$$

P_2 - შეგვიძლია ავიღოთ 0.1 ტოლად რამდენადაც ოფსეტური საბეჭდი მოწყობილობის მოხმარების საშუალო ვადა 10 წელია, ამდენად

$$\frac{(I_1 - I_2) - E_H(K_2 - K_1)}{P_2 + E_H} = \frac{0.15 - 0.15 \cdot 0.013}{0.1 + 0.15} = 0.0129 \text{ (თეთრი)}$$

აღნიშნული მონაცემების ჩასმით ძირითად ტოლობაში მივიღებთ

$$3_1 \frac{B_2}{B_1} \cdot \frac{P_1 + E_H}{P_2 + E_H} + \frac{(I_1 - I_2) - E_H(K_2 - K_1)}{P_2 + E_H} - 3_2 = 0.0115$$

თბილისში მოქმედ სტამბებში, რომელთა რიცხვი დაახლოებით 70-ია, თითქმის ყველა ფლობს ოფსეტური ბეჭდვის მოწყობილობას. ერთ მოწყობილობას შეუძლია დღე-ღამის განმავლობაში დაბეჭდოს საშუალოდ 7000 პირობითი თაბახი, თუ მას გავამრავლებთ სამუშაო დღეების წლიურ რიცხვზე (253 დღე) წელიწადში მივიღებთ 1771000 პირობით ნაბეჭდ თაბახს, ანუ, ერთი ოფსეტური მოწყობილობა წლიურად მოგვცემს 20366.5 თეთრს ანუ 203.66 ლარის ეკონომიას, რაც ქვეყნის მასშტაბით შეადგენს $203.66 \cdot 70 = 14.256$ ლარის ეკონომიას წლიურად.

ჩვენს მიერ შთავაზებული მოწყობილობა არ მოითხოვს მნიშვნელოვან კაპიტალდაბანდებას. ამ შეთავაზების ღირებულება შეიძლება იყოს მაქსიმუმ 20000 ლარი, რომლის დანერგვით გაწეული ხარჯების ამოღებას დასჭირდება 1 წელიწადი და 3 თვე. ($20000 \div 14256 = 1.4$). ამდენად, ჩვენს მიერ შემუშავებული ოფსეტური ცილინდრის დამწნევი მექანიზმის პრაქტიკული განხორციელება, მისი დანერგვა საქართველოს მასშტაბით ეკონომიკურად სავსებით გამართლებულია.

ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. უფლისაშვილი ჯ., ნათბილაძე ნ. „პოლიგრაფიული მანქანების მოძრავი სივრცითი სისტემების გეომეტრიული საფუძვლები“, თბილისი 2009წ.
2. ჯ. უფლისაშვილი, ზ. უფლისაშვილი, ი. უგრეხელიძე, თ. ბარამაშვილი. „საბეჭდი მანქანის ცილინდრების დაჭერის სარეგულირებელი მექანიზმი“, GE P 2010 4982 B, ძალაშია 29. 05. 2009 წლიდან.
3. Методики определение экономической эффективности новой техники и капитальных вложений. ГКНТ. М., 1983, с. 37.
4. «Офсетные печатные машины», Печатные системы фирмы HEIDELBERG, Москва, Издательство МГУП, 1999 г.

ОЖИДАЕМЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ РАБОТЫ МЕХАНИЗМА ПРИДАВЛИВАНИЯ ПЕЧАТНОЙ МАШИНЫ

Дж. Уплисашвили, И. Угрехелидзе, Т. Барамашвили

Резюме

В статье представлен спроектированный нами механизм регулирования цилиндров печатной машины. Он сравнён с существующими механизмами подобных типов и установлен ожидаемый экономический эффект от работы этого механизма, который подсчитан с учётом распространённых технологических процессов в существующих полиграфических предприятиях г. Тбилиси. Установлены с учётом расходов на единичную продукцию базового и новых вариантов на основе действующей методики.

THE EXPECTED ECONOMIC EFFECT OF PRESSING MECHANISM OF PRINTING MACHINE

J. Uplisashvili, I. Ugrekheldze, T. Baramashvili

Summary

In the article is presented designed by us cylinder's adjusting mechanism of printing machine. It is compared with similar types of existing mechanisms and is defined the expected economic effect of this mechanism operation that is calculated due taking into account the common technological processes in existing polygraph enterprises in Tbilisi. Is defined the expanses on unit production for basic and new variants grounded on the current methodology.

გემის კონდიციონირების უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის
ბრაზიკული განსაზღვრა

ზ. გაბუნია

(საზღვაო აკადემია)

რეზიუმე: გემებზე ჰაერის კონდიციონირების ცენტრალური აგრეგატები ჩვეულებრივ მუშაობს საკმაოდ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. შესაბამისად, შემადგენელი ნაწილების მტყუნებას შეუძლია გამოიწვიოს აგრეგატების გაჩერება. მათი უმტყუნებო მუშაობის დროის განსაზღვრისათვის ჩვეულებრივ სარგებლობენ ანალიზური მეთოდით. წარმოდგენილია აგრეგატების უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის განსაზღვრის გრაფიკული ხერხი. ეს ხერხი ვრცელდება გემის კონდიციონერის მუშაობის რეჟიმების ნებისმიერ რაოდენობასა და თანამიმდევრობაზე.

საკვანძო სიტყვები: კონდიციონერი, უმტყუნებო მუშაობა, გათბობის რეჟიმი, ვენტილაციის რეჟიმი, ნომოგრამა.

ილუსტ. 5, ლიტ. 3

ჰაერის კონდიციონირების გემის ცენტრალურ აგრეგატებს ზოგად შემთხვევაში შეუძლია იმუშაოს მუდმივად (მთელი წლის განმავლობაში) შემდეგ რეჟიმებში: გათბობა, გაშრობა, გათბობა დატენიანებით, გაცივება და ვენტილაცია. ცხადია, რომ კონდიციონერების გვერდით ტექნიკურ მომსახურებებს შორის თითოეული t პერიოდის ზღვრებში (მაგალითად, რეისებს შორის), რისთვისაც ხდება მათი უმტყუნებო $P(t)$ მუშაობის ნორმირება ჩამოთვლილ რეჟიმებში, კონდიციონერების მუშაობის თანამიმდევრობისა და ხანგრძლივობის კომბინაციები შეიძლება იყოს სხვადასხვა [2].

ცნობილია, რომ კონდიციონერის შემადგენელი ელემენტებია: 1. საცივარი; 2. გამხურებელი; 3. სატენიანებელი; 4. ვენტილატორი. თუ ერთერთ რეჟიმში

მუშაობის უზრუნველმყოფი ნებისმიერი ფუნქციური ელემენტების მტყუნება აღიქმება როგორც მთლიანობაში აგრეგატის მტყუნება, მაშინ მისი უმტყუნებო მუშაობის საანგარიშო სქემაში ეს ელემენტები შეერთებული უნდა იყოს თანმიმდევრულად (ამასთან შეუთავსებელი რეჟიმების დროს კონდიციონერის შემადგენელი ნაწილების მუშაობა გამოირიცხება) [1.3].

t დროის საბოლოო მომენტში საძებნი სიდიდის რიცხვითი მნიშვნელობა

$$P(t) = P_1(t_1) \cdot P_2(t_2) \cdot P_3(t_3) \cdot P_4(t_4), \quad (1)$$

სადაც t_1, t_2, t_3, t_4 - კონდიციონერის თითოეული ელემენტის მუშაობის დროა, დროის პერიოდში 0-დან t -მდე;

$P_1(t), P_2(t), P_3(t), P_4(t)$ - შესაბამისად ელემენტების უმტყუნებო მუშაობის ალბათობები.

დროის ნებისმიერ t_i მომენტში კონდიციონერის ნორმალური ფუნქციონირების ალბათობა დამოკიდებული იქნება იმაზე, თუ მოცემულ მომენტში რომელ რეჟიმში მუშაობს მთლიანად აგრეგატი. ამ დებულების თვალსაჩინოება განვიხილოთ კონდიციონერის მუშაობის მაგალითზე 4000 სთ-ის განმავლობაში ვენტილაციისა და გათბობის რეჟიმებში მათი სხვადასხვა თანმიმდევრობის დროს. გათბობის რეჟიმის ხანგრძლივობა აიღება 2000 სთ-ის ტოლი.

ჩვეულებრივ დოკუმენტებში (კონდიციონერების მინოდებაზე) მითითებულია უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა დროის გარკვეული პერიოდისათვის. დავუშვათ, მინოდებაზე ტექნიკური მომსახურების პირობების მიხედვით, ვენტილატორისათვის $P_4(4000) = 0,981$, ხოლო $P_2(4000) = 0,952$.

(1) ფორმულის მიხედვით კონდიციონერის უმტყუნებო მუშაობის გაანგარიშებისათვის აუცილებელია განისაზღვროს $P_2(t_2)$ დროის $t_2 = 2000$ სთ-ის განმავლობაში. ეს შესაძლებელია გამხურებლის უმტყუნებო მუშაობის დროის განაწილების კანონის გამოყენებით.

კონდიციონირების ექსპლუატაციის დროს მტყუნებებს ჩვეულებრივ უეცარი ხასიათი აქვს, რადგან მათი მინოდება უმეტეს შემთხვევაში ხდება მისახმარისებელი მტყუნებების აცილების შემდეგ. ამიტომ კონდიციონერებისა და მათი შემადგენელი ნაწილების უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის გადაანგარიშებისათვის (ნომინალურისაგან

განსხვავებული დროის პერიოდისათვის) მიზანშეწონილია ვისარგებლოთ ვაიბულის განაწილებით ($b = 1$ პარამეტრით), რაც შეესაბამება ექსპონენციალურ განაწილებას.

ამ კანონის მიხედვით უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა აღინიშნება გამოსახულებით

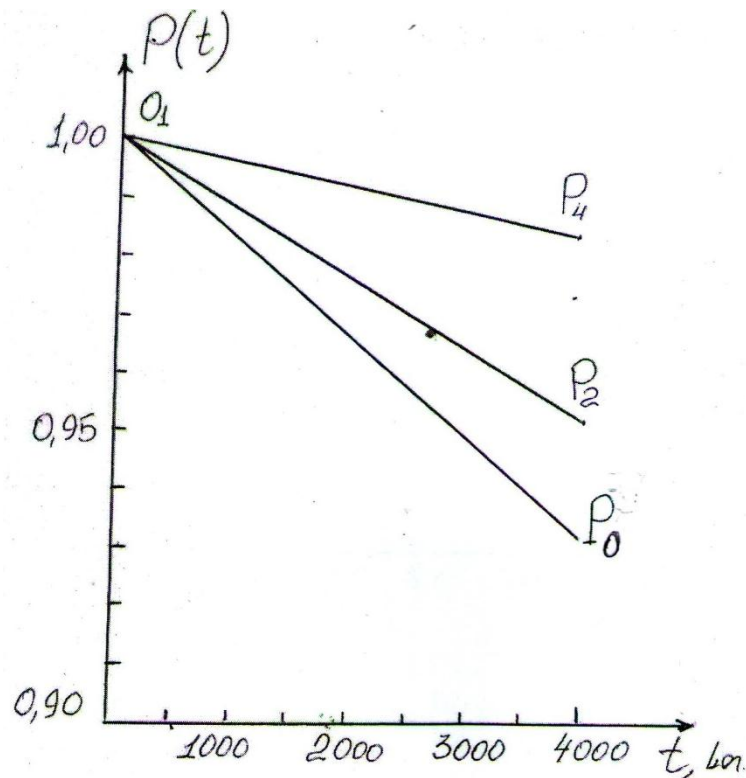
$$P(t) = e^{-\lambda t}, \quad (2)$$

სადაც t - მომენტია დროისა, რომლის განმავლობაშიც განისაზღვრება უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა;

λ - მტყუნებათა ინტენსიურობა.

გემის კონდიციონერების ექსპლუატაციის შესახებ სტატისტიკური მონაცემების შესაბამისად მათი მტყუნებების ინტენსიურობა იმყოფება ზღვრებში $(13 \dots 20) \cdot 10^{-6}$.

(2) გამოსახულების ამსახველი კანონია მაჩვენებელი ფუნქცია $y = a^{bx}$ ტიპისა, რაც არ არის წრფივი, მაგრამ ამ ფუნქციის გამოკვლევა, როცა λ -ს აქვს აღნიშნული მნიშვნელობები და $t = \{1 \dots 8\}$ ათასი.სთ., გვიჩვენებს, რომ წერტილები, კოორდინატებით $P(t)$, t ფიქსირებული λ -თვის, განლაგდება პრაქტიკულად წრფეზე (ცდომილებით დაახლოებით 1%). ამის გამო (2) ფორმულის მიხედვით გადაანგარიშების ოპერაცია შეიძლება შეიცვალოს გრაფიკული გადაწყვეტით.

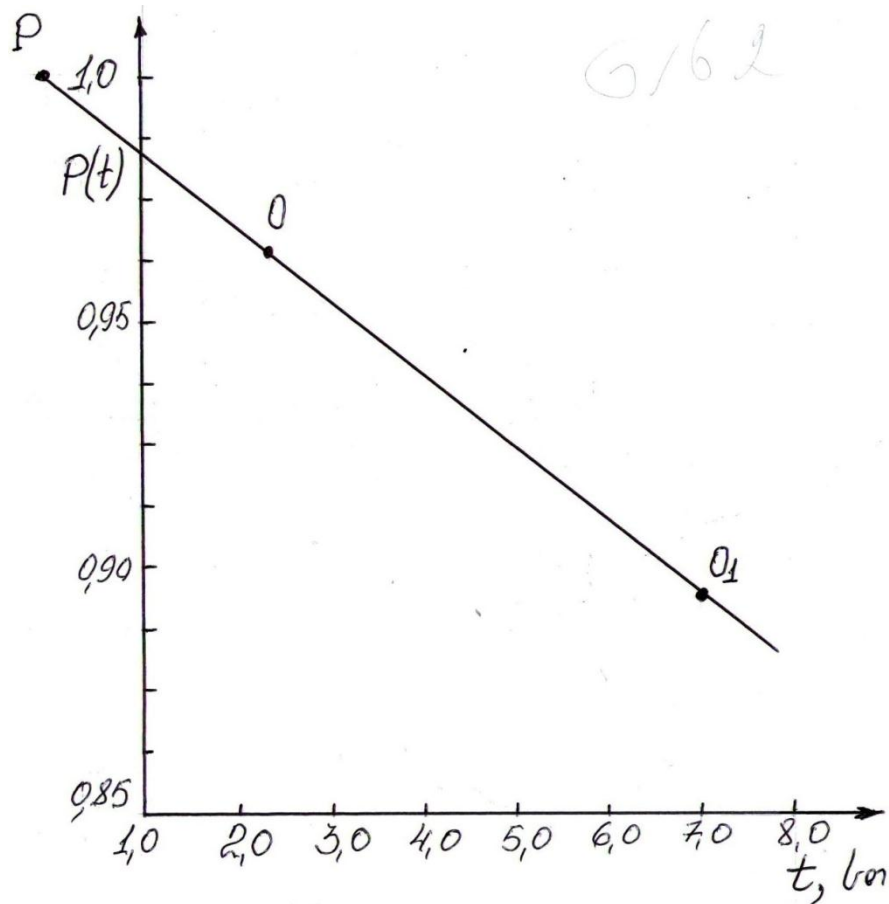


ნახ.1

1-ელ ნახაზზე წარმოდგენილია გათბობის რეჟიმში კონდიციონერის მუშაობის $P(4000)$ -ის ცვლილების გრაფიკი (O_1P_0 ხაზი). ამ დროის განმავლობაში გამხურებლისა და ვენტილატორის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის ცვლილება ნაჩვენებია შესაბამისად O_1P_2 და O_1P_4 ხაზებით. (1) გამოსახულების თანახმად $P(4000) = 0,932$.

გრაფიკული გადაწყვეტა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს გემის უმტყუნებლობის განსაზღვრისათვის სხვა მონაცემებისათვისაც, რომელშიც მტყუნებებს აქვს უეცარი ხასიათი λ -ს და t -ს აღნიშნულ ზღვრებში.

მუშაობის გამარტივების მიზნით ქვემოთ წარმოდგენილია ნომოგრამა, რომლის მიხედვით $P(t)$ -ს ცნობილი მნიშვნელობის დროს ფიქსირებული t დროისათვის გრაფიკული გზით შეიძლება განისაზღვროს $P(t_i)$ ნებისმიერი t_i დროისათვის (ნახ.2),



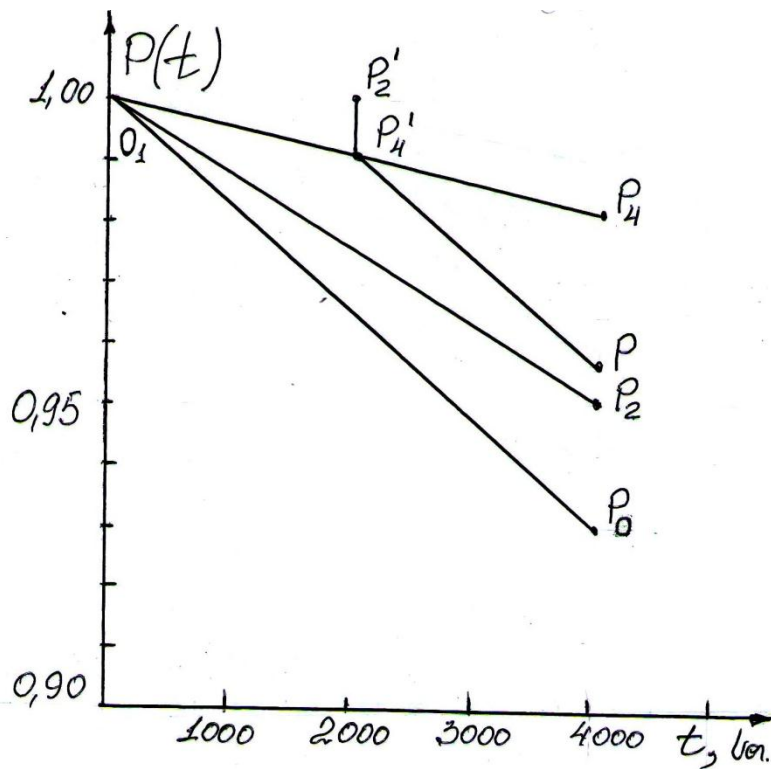
ნახ.2

ამისათვის $P(t)$ -ს და t -ს ცნობილი მნიშვნელობებით აიგება 0 წერტილი. ამ უკანასკნელზე და $t = 0, P(t) = 1$ კოორდინატების მქონე წერტილზე გაივლის ხაზი

გადაკვეთამდე მართობისა, რაც შეესაბამება t_1 -ის ცნობილ მნიშვნელობას. მიღებული O_1 წერტილის ორდინატა არის $P(t_1)$ -ის საძებნი მნიშვნელობა.

აგრეგატის ავტომატური მართვის დროს გამხურებლის მუშაობის თანამიმდევრობა შეიძლება იყოს ნებისმიერი, ხოლო ვენტილატორი მეშაობს მუდმივად. საძებნი სიდიდის ცვლილების შესახებ წარმოდგენის მისაღებად განვიხილოთ სამი ვარიანტი.

1. კონდიციონერი ვენტილაციის რეჟიმში მუშაობს მოცემული პერიოდის დასაწყისში; ამასთან მისი ფუნქციონირება დამოკიდებული არ არის გამხურებლის მდგომარეობაზე და აგრეგატის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა იცვლება $O_1P'_4$ ხაზის მიხედვით. (ნახ.3).



ნახ.3

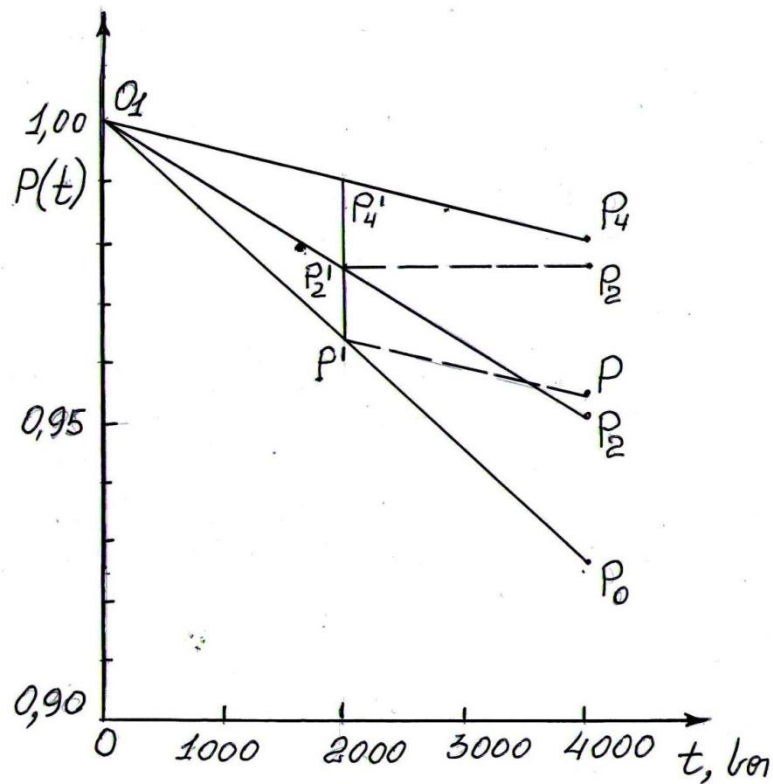
გამხურებლის ჩართვის მომენტში მისი უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა ტოლია $P'_2(0) = 1$, ხოლო მთლიანობაში კონდიციონერის შესაბამისი სიდიდე.

$$P(2000) = P'_4(2000) \cdot P'_2(0).$$

განსახილველი პარამეტრის შემდგომი ცვლილებები მთლიანად კონდიციონერისათვის ხდება P'_4P ხაზის მიხედვით (რაც O_1P_0 ხაზის პარალელურია) და როცა $t = 4000$ სთ $P(4000)$ -ის მნიშვნელობა შეადგენს 0,957, ამავე შედეგამდე შეიძლება მივიღოთ, თუ განვსაზღვრავთ ნომოგრამით $P_2(2000) = 0,976$ და მხედველობაში

მივიღებთ ხდომილებათა დამოუკიდებლობას გამხურებლისა და ვენტილატორის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობების გადამრავლებით.

$$P(4000) = P_4(4000) \cdot P_2(2000) = 0,981 \cdot 0,976 \approx 0,957$$



ნახ.4

2. კონდიციონერი ვენტილაციის რეჟიმში მუშაობს მოცემული პერიოდის ბოლოს. პირველი 2000 სთ-ის განმავლობაში, როცა გამორთულია ვენტილატორი და მახურებელიც, უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის ცვლილება ხდება O_1P' ხაზის მიხედვით (ნახ.4). გამხურებლის გამორთვის მომენტში კონდიციონერის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა ასეთია (P_4' წერტილი) და შემდგომ შეიცვლება $P_4'P_4$ მრუდის მიხედვით. მომენტში რაც ახლოსაა $t = 4000$ სთ-მდე (გამხურებლის ჩართვამდე), გამოსაკვლევ სიდიდე კონდიციონერისათვის შესაბამეა გრაფიკის ორდინატის მნიშვნელობას P_4 წერტილში. მაგრამ თუ მომდევნო მომენტში ჩაირთვება გამხურებელი, მაშინ კონდიციონერის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა P_4 და P_2' წერტილებში ორდინატების მნიშვნელობათა ნამრავლის ტოლი იქნება. ეს აიხსნება იმით, რომ შესაბამისი მნიშვნელობა გამხურებლისათვის დროში 2000-დან 4000სთ-მდე არ იცვლება. გრაფიკულად P წერტილი შეიძლება მივიღოთ, თუ

ბამოყენებულ ლიტერატურა:

1. **Ю.В.Захаров** Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины. Л.: Судостроение, 1994г.
2. **БарлоуР., Прошан Ф.** Статистическая теория надежности и испытания на безопасность. М.: Наука 1984г.
3. **Ю.Ф.Нестеров** Судовые холодильные уствновки и системы кондинцирования воздуха, М.: Транспорт. 1991г.

ГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ СУДОВЫХ КОНДИЦИОНЕРОВ

З. Габуния

Резюме

На судах центральные агрегаты кондиционирования воздуха работают практически круглогодично. Следовательно, отказ составных частей может вызвать остановку агрегатов. Для определения времени их безотказной работы обычно применяют аналитический метод.

Представлен графический метод определения безотказной работы агрегатов.

Метод распространяется на любые количества и последовательности режимов работы судового кондиционера.

Рис. 5, лит. 3.

GRAPHIC DETERMINING OF SHIPS CONDITIONING SYSTEMS WITHOUT SHUTTING DOWN

Z. Gabunia

Summary

Cetntral conditioning units on ships work all year round. Failure of parts of conditioning system may cause shutting-down of the unit.

For determining of working time of the system without failure analytical method is used.Graphic method for determining working time is presented.

This metod bears up on any quantity and sequence of ships conditioning system working regime.

Illustration 5, bibl.3.

შპს 621.8

**ბერკეტული მექანიზმის რბოლებში აბავების გაანგარიშების
საკითხისადმი**

დ. თავხელიძე, ზ. მჭედლიშვილი, ზ. მიდელაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 68, თბილისი, 0175)

რეზიუმე: თანამედროვე მექანიზმების განმასხვავებელ თვისებებს წარმოადგენენ მრავალფუნქციურობა, მრავალრგოლიანობა, შემადგენელი რგოლების გადაადგილების გაზრდილი სიჩქარე და მათზე მოსული დიდი მნიშვნელობის დატვირთვები. აქ ნათქვამის შესაბამისად, ასეთი მექანიზმების რგოლების ოპტიმალური კონსტრუქციული ზომების დასადგენად ძალზედ მნიშვნელოვანია რგოლების სიმტკიცეზე გაანგარიშების მათოდოლოგიის შემუშავება, რაც ხელმისაწვდომი იქნება მექანიზმებისა და მანქანების კონსტრუქტორებისათვის. მოცემულ სტატიაში, ახალი მიდგომის საფუძველზე მიღებულია ისეთი რეკურენტული გამოსახულებები, რომლებიც იძლევა მექანიზმის რგოლებში, როგორც ღეროებში, წარმოქმნილი ძაბვების გაანგარიშების საშუალებას.

საკვანძო სიტყვები: მრავალრგოლიანი მექანიზმი, დინამიკური ანალიზი, მატრიცული მეთოდი, რგოლების სიმტკიცეზე გაანგარიშება.

შესავალი

თანამედროვე მექანიზმები წარმოადგენენ მრავალგორიან რთული სტრუქტურის, მოძრაობის მრავალი თავისუფლების მქონე მექანიკურ სისტემებს, რომელთა კონსტრუქციების ოპტიმალური სინთეზი, ოპტიმალური მართვის ალგორითმების შემუშავება და მექანიზმის რგოლების მოძრაობის სიზუსტის მაქსიმალური რეალიზაცია საჭიროებს მოძრაობის დინამიკის მათემატიკურ მოდელირებას და როგორც შედეგი რგოლების სიმტკიცეზე გაანგარიშებას.

ძირითადი ნაწილი

მრავალრგოლიანი მექანიზმის რგოლებში წარმოიქმნება ურთიერთ-დაკავშირებული გრძივი, განივი და გრეხვითი დრეკადი გადაადგილებები. ამავდროულად, მექანიკური სისტემის ყოველი რგოლი წარმოადგენს ელემენტს განაწილებული მასით, ე.ი. სისტემას უსასრულო თავისუფლების ხარისხით. როგორც წესი ასეთი სისტემების მათემატიკური მოდელირება დაკავშირებულია დიდ სიძნელებთან და უმრავლეს შემთხვევაში ამ ამოცანების გადაწყვეტა შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში თუ მისაღებ ფარგლებში მოხდება ასეთი სისტემების საანგარიშო სქემების გაიოლება. ერთერთ ასეთ მეთოდს წარმოადგენს საწყისი დინამიკური სისტემის საანგარიშო სქემის წარმოდგენა ეკვივალენტური დაყვანილი სისტემით. ნახსენები მეთოდის შესაბამისად მრავალრგოლიანი დინამიკური სისტემა იცვლება ისეთი ჯაჭვური სისტემით, სადაც ყოველი შემადგენელი რგოლი დაყოფილი იქნება ცალკეულ საანგარიშო ელემენტებად, ხოლო მოსაზღვრე ელემენტები ერთმანეთთან დაკავშირებული იქნება სასაზღვრო წერტილებით. აღნიშნულ წერტილებს ასევე მიეკუთვნება რგოლების ბოლოები.

განგარიშების გასაიოლებლად განვიხილოთ რგოლის საანგარიშო ელემენტის მხოლოდ განივი დრეკადი გადაადგილება დინამიკური ძალების ზემოქმედებისას, რომელიც მატრიცულ ფორმაში დაიწერება [1,2] შემდეგნაირად:

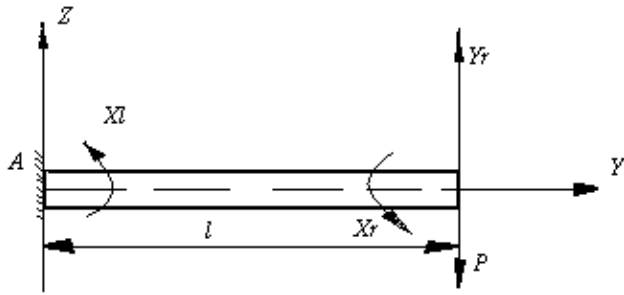
$$\begin{aligned} Q_l &= -A_l \ddot{q}_l - B_l q_l - C_l q_r, \\ Q_r &= A_r \ddot{q}_r - B_r q_r - C_r q_l. \end{aligned} \quad (1)$$

აქ $Q_l = [X_l, Y_l]^T$; $Q_r = [X_r, Y_r]^T$; $q_l = [x_l, y_l]^T$; $q_r = [x_r, y_r]^T$;

$$\begin{aligned} A_l &= \begin{vmatrix} \frac{ml^2}{105} & -\frac{11ml}{210} \\ \frac{11ml}{210} & \frac{13m}{35} \end{vmatrix}; & B_l &= \begin{vmatrix} \frac{4EI}{l} & -\frac{6EI}{l^2} \\ -\frac{6EI}{l^2} & \frac{12EI}{l^3} \end{vmatrix}; \\ A_r &= \begin{vmatrix} \frac{ml^2}{105} & \frac{11ml}{210} \\ \frac{11ml}{210} & \frac{13m}{35} \end{vmatrix}; & B_r &= \begin{vmatrix} \frac{4EI}{l} & \frac{6EI}{l^2} \\ \frac{6EI}{l^2} & \frac{12EI}{l^3} \end{vmatrix}; \\ C_l &= \begin{vmatrix} -\frac{2EI}{l} & -\frac{6EI}{l^2} \\ \frac{6EI}{l^2} & \frac{12EI}{l^3} \end{vmatrix}; & C_r &= \begin{vmatrix} -\frac{2EI}{l} & \frac{6EI}{l^2} \\ \frac{6EI}{l^2} & \frac{12EI}{l^3} \end{vmatrix} = C_l^T. \end{aligned}$$

სადაც: E – დრეკადობის მოდულია; J – განივი კვეთის ინერციის მომენტი; m – საანგარიშო უბნის მასა; X_l, X_r, Y_l და Y_r საანგარიშო ელემენტის მარცხენა და მარჯვენა ბოლოებზე მოქმედი მღუნავი მომენტებისა და გადამჭრელი ძალების მნიშვნელობებია; x_l, x_r, y_l და y_r შესაბამისად, საანგარიშო უბნის მარცხენა და მარჯვენა ბოლოების დრეკადი მობრუნების კუთხეები და გაღუნვის მნიშვნელობებია; l – საანგარიშო უბნის სიგრძეა.

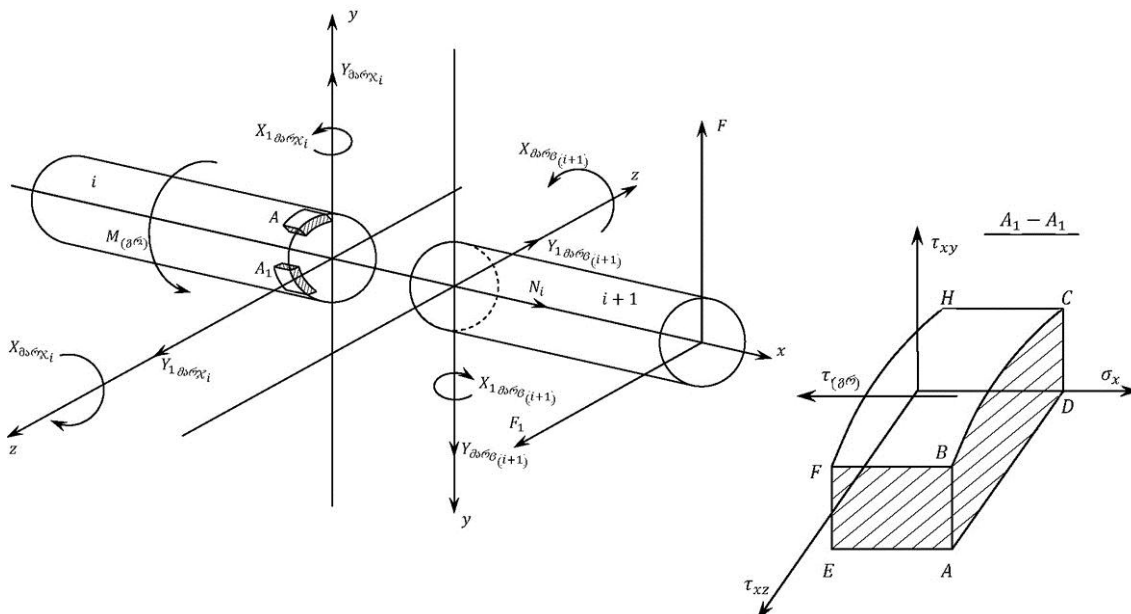
ბერკეტული მექანიზმის რგოლებში წარმოქმნილი ძაბვების საანგარიშოდ განვიხილოთ კონსოლურად დამაგრებული წრიული კვეთის საანგარიშო უბნის დრეკადი გადაადგილებები,



ნახ. 1.

როდესაც მის თავისუფალ ბოლოზე მოდებულია P ძალა (ნახ.1, ნახ.2). ამ ძალის გათვალისწინებით დავწეროთ წონასწორობის განტოლებები საანგარიშო ელემენტის მარჯვენა და მარცხენა სასაზღვრო უბნებისათვის.

შესაბამისად მარჯვენა ბოლოსთვის გვექნება:



ნახ. 2: დერო-ელემენტის კვეთში ძაბვათა განსაზღვრის საანგარიშო სქემა

$$X_l = Pl \quad (2)$$

ხოლო მარცხენასათვის:

$$\begin{aligned} X_r &= 0 \\ Y_r &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

განტოლება (1) -ის მხედველობაში მიღებით, დავწეროთ წონასწორობის განტოლება დრეკადი გადაადგილებების მიმართ:

$$\frac{4EI}{l} x_l + \frac{2EI}{l} x_r + \frac{6EI}{l^2} y_r = Pl \quad (4)$$

$$-\frac{2EI}{l} x_l + \frac{4EI}{l} x_r + \frac{6EI}{l^2} y_r = 0 \quad (5)$$

$$-\frac{6EI}{l^2}x_l + \frac{6EI}{l^2}x_r + \frac{12EI}{l^3}y_r = 0 \quad (6)$$

ამოვხსნათ მიღებულ განტოლებათა სისტემა:

$$\Delta = \begin{bmatrix} \frac{4EI}{l} & \frac{2EI}{l} & \frac{6EI}{l^2} \\ -\frac{2EI}{l} & \frac{4EI}{l} & \frac{6EI}{l^2} \\ \frac{6EI}{l^2} & \frac{6EI}{l^2} & \frac{12EI}{l^3} \end{bmatrix} = 108 \frac{(EJ)^3}{l^5} \quad (7)$$

$$\Delta_{y_r} = \begin{bmatrix} \frac{4EI}{l} & \frac{2EI}{l} & Pl \\ -\frac{2EI}{l} & \frac{4EI}{l} & 0 \\ \frac{6EI}{l^2} & \frac{6EI}{l^2} & 0 \end{bmatrix} = 32 \frac{P(EJ)^2}{l^2} \quad (8)$$

$$\Delta_{x_r} = \begin{bmatrix} \frac{4EI}{l} & Pl & \frac{6EI}{l^2} \\ -\frac{2EI}{l} & 0 & \frac{6EI}{l^2} \\ \frac{6EI}{l^2} & 0 & \frac{12EI}{l^3} \end{bmatrix} = -48 \frac{P(EJ)^2}{l^3} \quad (9)$$

$$\Delta_{x_l} = \begin{bmatrix} Pl & \frac{2EI}{l} & \frac{6EI}{l^2} \\ 0 & \frac{4EI}{l} & \frac{6EI}{l^2} \\ 0 & \frac{6EI}{l^2} & \frac{12EI}{l^3} \end{bmatrix} = 0 \quad (10)$$

მიღებული მსაზღვრელების საფუძველზე მივიღებთ:

$$\begin{aligned} y_r &= \frac{\Delta_{y_r}}{\Delta} = \frac{Pl^3}{3,4EJ} \\ x_r &= \frac{\Delta_{x_r}}{\Delta} = \frac{Pl^2}{2,25EJ} \\ x_l &= 0 \end{aligned} \quad (11)$$

საანგარიშო ელემენტზე, როგორც წრიული კვეთის ღეროზე ნორმალური და მხები ძაბვები იანგარიშება შემდეგი ცნობილი გამოსახულებებით:

$$\sigma = \frac{M_T}{W} \quad (12)$$

$$\tau = \frac{4Q}{3\pi r^2} \quad (13)$$

სადაც: σ და τ – ნორმალური და შესაბამისად მხები ძაბვების მნიშვნელობებია;

M_T - მღუნავი მომენტია; W - კვეთის წინაღობის მომენტია; r - კვეთის რადიუსია.

შესაბამისად ზემოთ მოყვანილი (11) ტოლობების გათვალისწინები მივიღებთ:

$$\sigma = \frac{\sum M_T}{W} = \frac{5,3P + 2,8Pl^2}{0,8lr^3} \quad (14)$$

$$\tau = \frac{4\sum Q}{3\pi r^2} = \frac{24,5p}{3\pi r^2} \quad (15)$$

იმისათვის, რომ დაიწეროს მთლიანი რგოლის ძაბვების განტოლებები მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული საანგარიშო ელემენტების კავშირის წონასწორობის განტოლებათა სისტემა:

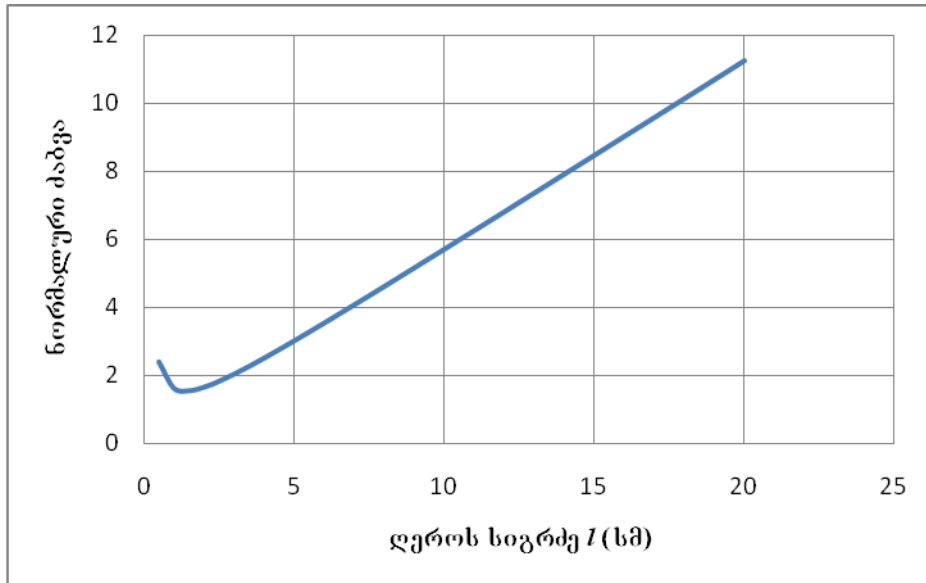
$$\begin{aligned} P_{l_i} &= P_{r(i-1)} \\ M_{l_i} &= M_{r(i-1)} \end{aligned} \quad (16)$$

ამ ტოლობებში P და M იმ ძალებისა და მომენტების ვექტორებია, რომლებიც მოქმედებენ საანგარიშო უბნების შეუღლების ადგილას. ხოლო იმ შემთხვევაში, როდესაც ორი მეზობელი რგოლი დაკავშირებულია ერთმანეთთან მბრუნავი მესუთე კლასის კინემატიკური წყვილით და ერთმანეთის მიმართ შეუძლიათ $\varphi(t)$ კუთხით მობრუნება, მაშინ აქ მოყვანილ რგოლებში აღძრული ძაბვების გაანგარიშების მეთოდი გამოიყენება უკვე ორი რგოლის სახსრული შეერთების ადგილას შედგენილ წონასწორობის განტოლებისათვის, რომელსაც გააჩნია შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned} N_{l_i} - N_{r(i-1)} \cos \varphi - Y_{r(i-1)} \sin \varphi &= 0, \\ Y_{l_i} - Y_{r(i-1)} \cos \varphi + N_{r(i-1)} \sin \varphi &= 0, \\ Y_{1r(i-1)} - Y_{1l_i} &= 0, \\ X_{1r(i-1)} - X_{1l_i} &= 0, \\ M_{l_i} \cos \varphi - M_{r(i-1)} - X_{1l_i} \sin \varphi &= 0, \\ M_{l_i} \sin \varphi + X_{1l_i} \cos \varphi - X_{1r(i-1)} &= 0. \end{aligned} \quad (17)$$

აქ - Y და Y_l განივი ძალებია, რომლებიც მოქმედებენ ურთიერთ პერპენდიკულარულ სიბრტყეებში; X და X_l მღუნავი მომენტებია; N და M ღერძული ძალებია და მგრეხავი მომენტები.

საანგარიშო მაგალითის სახით გამოვიყენოთ შემდეგი საწყისი მონაცემები: წრიული კვეთის მქონე ღეროს სიგრძე $l=20$ სმ; რადიუსი $r=5$ სმ; ღეროს თავისუფალ ბოლოზე მოდებული ძალა $P=20$ ნ.



ნახ. 3: ნორმალური ძაბვა σ -ს ცვლილება დეროს სიგრძის მიხედვით

დასკვნა

წინამდებარე სამეცნიერო ნაშრომში შემოთავაზებულია მეთოდი, რომელიც ვექტორული განტოლებების გამოყენების საფუძველზე იძლევა შესაძლებლობას, რომ გამოთვლილი იქნეს მრავალრგოლიანი მექანიზმის რგოლები, როგორც ბერკეტები სიმტკიცეზე, მასზე მოქმედი კომპლექსური სახის ძალებისა და მომენტების ზემოქმედებისას. მიღებული ტოლობები წარმოადგენენ საფუძველს, რათა შემდგომში გამოთვლილი იქნას რიცხვითი მაგალითები თანამედროვე პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით.

ბამოყენებული ლიტერატურა

1. **დ. დ.თავხელიძე, თ.ფ. მchedlishvili.** К вопросу математического описания динамики переходных процессов в пространственных механизмах с упругими звеньями. Сообщения Академии Наук Грузии, 99, №1,1980.
2. **დ.დ.თავხელიძე .** Мтоды исследований и расчета исполнительных механизмов манипуляционных роботов. Издательство ТГУ, 1984.

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕНИЙ В ЗВЕНЬЯХ СТЕРЖНЕВОГО МЕХАНИЗМА

Тавхелидзе Д., Мchedlishvili З., Миделашвили З.

Резюме

Отличительными свойствами современных механизмов являются многофункциональность, увеличенная скорость перемещения составных звеньев и высокие действующие нагрузки. Исходя из вышесказанного, для определения оптимальных конструктивных размеров звеньев таких механизмов, очень важно разработать методологию расчета звеньев на прочность, которая будет легко доступна и применима для конструкторов механизмов и машин. В данной статье, при помощи нового подхода, получены такие рекуррентные выражения, которые позволяют рассчитывать напряжения образовавшиеся в звеньях механизмов.

TO THE PROBLEM OF DETERMINATION OF TENSIONS IN LINKS OF LEVER MECHANISMS

D. Tavkheldidze, Z. Mchedlishvili, Z. Midelashvili

Summary

The given article is devoted to the problem of determination of bending stresses of the links of lever mechanisms. The problem is solved by means of usage of vector method, that allows determine all kind stresses arisen in the levers of multilink mechanisms and as the result it is possible to calculate strength of the parts of mechanisms. The offered method would be useful for designers of multilink mechanisms and different type of contemporary machines.

УДК 621.923

**К СИНТЕЗУ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА
СТАБИЛИЗАЦИИ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ПО
ЗАДАНЫМ ПЕРЕХОДНЫМ ПРОЦЕССАМ**

**Мchedlishvili Т.Ф., Чхолария Н.Н., Кобесашвили Н.Т.,
Хартишвили И.А.**

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

***Резюме:** Динамические исследования современных быстродействующих электромеханических приводов сопряжены с учетом упругих свойств механических передаточных элементов, что в свою очередь требует дальнейшего совершенствования методов и методик, связанных с оптимизационным синтезом исследуемых систем. В настоящей работе рассматриваются оригинальные методологические подходы и исходные математические зависимости для решения задачи синтеза исследуемой системы с использованием аппарата характеристик мнимых частей.*

Ключевые слова: электромеханический привод, параметрический синтез, желаемый процесс, система управления.

ВВЕДЕНИЕ

Электромеханические системы приводов стабилизации чисел оборотов рабочих органов 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 синтез.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На рис. 1 приведена одна из возможных структурных схем электромеханической системы с упругими связями в механической части привода, характеризующаяся тем, что в

структуре системы присутствуют последовательные корректирующие звенья в виде П – регулятора скорости и ПИ – регулятора контура тока. Последние на рис. обозначены соответственно символами W_{pc} и W_{pt} [1,2].

Рассмотрим задачу улучшения качественных показателей переходного процесса введением в структуру системы параллельных корректирующих обратных связей согласно теории модального управления.

При этом будем считать, что параметры замкнутого контура тока является выбранными в соответствии с известной теории подчиненного регулирования, и в качестве синтезируемых выступают параметры П – регулятора скорости (коэффициент усиления K_{pc}) и передаточные коэффициенты β_i параллельных обратных связей [3].

Здесь же отметим, что на рис. K_c – это коэффициент обратной связи по скорости и с целью краткости изложения все остальные условные обозначения заимствованы из работы [4].

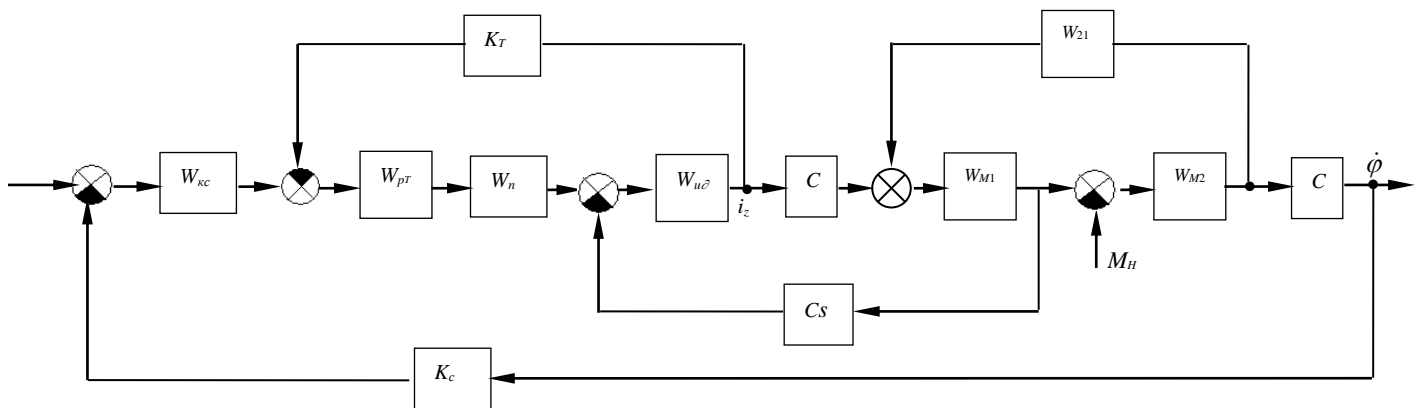


Рис. 1. Структурная схема системы.

Динамика рассматриваемой системы с учетом параллельных обратных связей и П регулятора положения опишется системой уравнения

$$u_c = K_{pn} \varepsilon; \quad (1)$$

$$\varepsilon = u_3 - K_c \dot{\phi}_2 - g(t); \quad (2)$$

$$T_{pt} \dot{u}_T = K_{pt} T_{pt} \varepsilon_T - K_{pt} \varepsilon_T; \quad (3)$$

$$\varepsilon_T = u_c - K_T i_\alpha; \quad (4)$$

$$T_n \dot{u} + u = K_2 u_T; \quad (5)$$

$$T_\alpha \frac{di_\alpha}{dt} + i_\alpha = \frac{1}{R_\alpha} u - \frac{c}{R_\alpha} \dot{\phi} = K_\alpha u - K_\alpha c \dot{\phi}; \quad (6)$$

$$I_1 \ddot{\phi}_1 + b_{\phi 1} \dot{\phi}_1 + c_{12} \phi_1 = C i_\alpha + b_{12} \dot{\phi}_2 + c_{12} \phi_2; \quad (7)$$

$$I_2\ddot{\varphi} + b_{\varphi_2}\dot{\varphi}_2 + c_{12}\varphi_2 = -M_n + b_{12}\dot{\varphi}_1 + c_{12}\varphi_1, \quad (8)$$

где: $g(H) = \beta_1\ddot{\varphi}_2 + \beta_2\dot{\varphi}_1 + \beta_3C_{12}\varphi + \beta_4i_{я} + \beta_5u + \beta_6u_T$.

Для решения задачи синтеза по данным переходным процессам задаем выражение желаемого процесса $\varphi_{2ж}(t)$ и в соответствии с последним выявляли желаемые значения промежуточных координат [3]:

φ_1 , $i_{я}$, u и u_T , которые в последующем фиксируем с помощью индексов «ж».

Равенства, определяющие выражения $\varphi_{1ж}(s)$, $i_{яж}(s)$, $U_{ж}(s)$ и $U_{Tж}(s)$ приведены в работе [5].

С помощью последних переходим к выражениям [5]:

$$\ddot{\varphi}_{2ж}(s) = s^2\varphi_{2ж}(s); \quad (9)$$

$$\omega_{1ж}(s) = \ddot{\varphi}_{1ж}(s) = A_1(s)\varphi_{2ж}(s) = A_1\omega_{2ж}(s); \quad (10)$$

$$C_{12}\Delta\varphi_{ж}(s) = C_{12}[\varphi_{1ж}(s) - \varphi_{2ж}(s)]; \quad (11)$$

$$i_{яж}(s) = A_3(s)\varphi_{2ж}(s); \quad (12)$$

$$U_{ж}(s) = A_4(s)\varphi_{2ж}(s); \quad (13)$$

$$U_{Tж}(s) = A_5(s)\varphi_{2ж}(s), \quad (14)$$

где ω_1 и ω_2 – угловые скорости.

Для реализации процедуры синтеза исследуемой систему регулирования по заданным переходным процессам с использованием аппарата характеристик мнимых частот [6] прежде всего записываем исходное приближенное равенство координат

$$\omega_2(s) \approx \omega_{2ж}(s), \quad (15)$$

где $\omega_2(s)$ – выражение регулируемой координаты, а $\omega_{2ж}(s)$ – желаемое выражение выходной координаты.

В развернутом виде имеем:

$$\omega_2(s) = [g_{ож}(s) + \varepsilon_0(s)]K_{pc}W_{\kappa}(s), \quad (16)$$

где: $\varepsilon_0(s) = u_3 - K_c\omega_2$;

$W_{\kappa\omega}(s) = \frac{\omega_2(s)}{U_c(s)}$ – передаточная функция разомкнутой нескорректированной системы;

Для определения $W_{\kappa\omega}(s)$ можно использовать зависимость

$$W_{\kappa\omega}(s) = SW_{\kappa}(s),$$

где $W_{\kappa}(s)$ заимствовано из работы [5].

В развернутой форме будем иметь

$$U_c(s) = K_{pc} \varepsilon_0(s) + f_u(K_{\beta i}, s), \quad (17)$$

где:

$$\begin{aligned} f_u(K_{\beta i}, s) &= K_{\beta 1} s \omega_{2.жс}(s) + K_{\beta 2} \omega_{1.жс}(s) + K_{\beta 3} C_{12} \Delta \varphi_{жс}(s) + \\ &+ K_{\beta 4} i_{яжс}(s) + K_{\beta 5} u_{жс}(s) + K_{\beta 6} u_{Тжс}(s); \\ K_{\beta i} &= K_{pc} \beta_i. \end{aligned}$$

Проводя процедуру интегрального приближения процессов $\omega_2(s)$ и $\omega_{2.жс}(s)$ приходим к системе нормальных алгебраических уравнений, линейных относительно искомым K_{pc} и $K_{\beta i}$ или что то же самое относительно K_{pc} и β_i .

В определенных случаях в структурной схеме системы для расширения возможностей параметрического синтеза в качестве регулятора скорости используют ПИ – регуляторы. В рассматриваемом случае если процедуру синтеза реализовывать по вышепредложенной схеме исходное равенство координат (16) выразится так

$$\omega_2(s) = [g_{жс}(s) + \varepsilon_0(s)] W_{pc} W_{кжс}(s) = \omega_{2.жс}(s), \quad (18)$$

где:

$$\begin{aligned} \varepsilon(s) W_p(s) &= K_{pc} \frac{1 + T_{pc}(s)}{T_{pc} s} \varepsilon(s) = K_{pc} \cdot \varepsilon(s) + K_{\varepsilon} \frac{1}{s} \varepsilon(s) = u_c(s); \\ K_{\varepsilon} &= \frac{K_{pc}}{T_{pc}}, \end{aligned}$$

K_{pc} и T_{pc} –соответственно коэффициент усиления и постоянная времени ПИ-регулятора скорости.

В развернутом виде будем иметь:

$$\left[K_{pc} \varepsilon_0(s) + K_{\varepsilon} \frac{1}{s} \varepsilon_0(s) + K_{pc} g_{джс}(s) + K_{\varepsilon} \frac{1}{s} g_{джс}(s) \right] W_{кжс}(s) \approx \omega_{2.жс}(s), \quad (19)$$

где

$$\begin{aligned} g_{джс}(s) &= \beta_1 s \omega_{2.жс}(s) + \beta_2 \omega_{1.жс}(s) + \beta_3 C_{12} \omega_{2.жс}(s) + \beta_4 i_{яжс}(s) + \\ &+ \beta_5 u_{жс}(s) + \beta_6 u_{Тжс}(s). \end{aligned}$$

Анализируя зависимость (19) приходит к выводу, что на основе реализации исходного равенства с использованием аппарата характеристик мнимых частот приходим к системам алгебраических уравнений, в которых искомые параметры K_{pc} , K_{ε} и β_i присутствуют в довольно сложных нелинейных взаимосвязях, что существенно усложняют задачу поиска значений искомым варьируемых параметров.

Для упрощения решаемой задачи предлагается процедура последовательных решений по отношению к системе с ПИ-регулятором скорости, основанную на первичном определении параметров системы с ПИ регуляторов в окрестности полученных значений для системы с П регулятором. Решаем задачу в малых линейных приращениях ΔK_{pc} , ΔK_ε и $\Delta\beta_i$ относительно значений с индексами * для системы с П-регулятором, т.е. в окрестности значений K_{pc^*} , β_{i^*} и $K_{\varepsilon^*} = 0$.

В приложении к сказанному записываем:

$$U_c(s) = K_{pc}\varepsilon_0(s) + K_\varepsilon \frac{1}{s}\varepsilon_0(s) + f_u(K_{pc}, K_\varepsilon, \beta_i, s). \quad (20)$$

Заменяя (20) ее разложением с удержанием первых членов разложения будем иметь:

$$U_c(s) = u_{c^*}(K_{pc^*}, K_{\varepsilon^*}, \beta_{i^*}, s) + \frac{\partial U_{c^*}}{\partial K_{pc^*}} \Delta K_{pc} + \frac{\partial U_{c^*}}{\partial K_{\varepsilon^*}} \Delta K_\varepsilon + \sum_i \frac{\partial U_{c^*}}{\partial \beta_{i^*}} \Delta\beta_i. \quad (21)$$

Согласно использованного разложения в конечном счете искомые значения координат выразятся так:

$$K_{pc} = K_{pc^*} + \Delta K_{pc};$$

$$K_\varepsilon = K_{\varepsilon^*} + \Delta K_\varepsilon;$$

$$\beta_i = \beta_{i^*} + \Delta\beta_{i^*}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований получены исходные закономерности, необходимые для решения задачи параметрического синтеза электромеханической системы привода на основе подбора параметров как параллельных, так и последовательных корректирующих звеньев.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Михайлов О.П.** Автоматизированный электрпривод станков и промышленных роботов. Москва: Машиностроение, 1990. – 304 с.
2. **Михайлов О.П.** Динамика электромеханического привода металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1989. 224 с.
3. **Мчедlishvili Т.Ф., Гвиниашvili З.М., Деметрашvили К.Г., Романадзе И.Р.** К вопросу синтеза сложных систем регулирования по заданным переходным процессам / Транспорт и машиностроение, № 2(24), Тбилиси, 2012, с. 81-87.
4. **Мчедlishvili Т.Ф., Кирия В.И., Романадзе И.Р., Голетиани Г.Н.** К вопросу динамики электромеханической системы привода с упругими связями в механической части. Сб. научных трудов международной конференции «Иновационные технологии и материалы». Тбилиси «технический университет», 2011. – с. 80-91.

5. Мchedlishvili T.F., Romanadze I.A., Khartishvili I.A., Chholariya N.N. К вопросу синтеза электромеханических следящих приводов по заданным переходным процессам / Транспорт и машиностроение, Тбилиси, № 1(26), 2013.
6. 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.

**ობიექტის კუთხური სიჩქარის სტაბილიზაციის
ელექტრომექანიკური ამძრავის სინთეზი მოცემული
ბარდამავალი პროცესების მიხედვით**

მჭედლიშვილი თ., თავაძე ა., ჩხოლარია ნ., კობესაშვილი ნ.,

ხარტიშვილი ი.

რეზიუმე

თანამედროვე სწრაფქმედი ელექტრომექანიკური ამძრავების დინამიკური გამოკვლევები დაკავშირებულნი არიან გადაძვნილი მექანიკური ელემენტების დრეკადი თვისებების გათვალისწინებასთან, რაც თავის მხრივ მოითხოვს საკვლევი სისტემების ოპტიმიზაციური სინთეზის მეთოდების და მეთოდების შემდგომ სრულყოფას. წარმოდგენილ ნაშრომში განიხილებიან საკვლევი სისტემის სინთეზის ამოცანების გადაჭრისათვის საჭირო წარმოსახვით სინთეზთან გამოყენებაზე დაფუძნებული ორიგინალური მეთოდოლოგიური მიდგომები და მათემატიკური დამოკიდებულებები.

**TO THE SYNTHESIS OF ELECTROMECHANICAL ACTUATOR OF
ANGULAR VELOCITY STABILIZATION ON
GIVEN TRANSIENT PROCESS**

Mchedlishvili T.F., Chholariya N.N., Kobesashvili N.T.,

Khartishvili I.A.

Abstract

The dynamic studies of modern high-speed electromechanical actuators are involved with consideration of elastic properties of mechanical transmission elements that in turn requires further development of methods and techniques related to the optimization of the researched systems synthesis. In this work are considered the original methodological approaches and initial mathematical dependencies to solve the problem of researched system synthesis using the apparatus of the imaginary parts characteristics.

შპს 629.113

**გემის ოპტიკური ხელსაწყოების მოძრავ კვანძებში ხახუნის
შემცირება მოდიფიცირებული ბრაფიტის შემცველი
პლასტიკური საცხების გამოყენებით**

თ. გელაშვილი. ო. გელაშვილი. ჯ. იოსებიძე. მ. ზურიკაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77,
0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ნაშრომში გემის ოპტიკური ხელსაწყოების პლასტიკური საცხების მაგალითზე გამოკვლეულია სტრუქტურირებული შემზეთი მასალების ანტიფრიქციული თვისების ამაღლების შესაძლებლობა მყარი ფაზისა და დისპერსული გარემოს გამყოფ ზედაპირზე მიზნობრივი აღსორბციული ზემოქმედების საშუალებით. აღწერილია ფუნქციური მინამატიის აღსორბციული მოდიფიცირების მეთოდი და ამ მინამატიის შემცველი საცხების საცდელი კომპოზიციების მანძილის მზომი ხელსაწყოების სახსრულ ხახუნის კვანძში მათი გამოცდის შედეგები.

საკვანძო სიტყვები. გემი, სახსარი, პლასტიკური საცხი, ფუნქციური მინამატი, აღსორბციული მოდიფიცირება, გამყოფი ზედაპირი.

შეჯავალი

გემის ოპტიკური ხელსაწყოების (პერისკოპი, მანძილმზომები და სხვ.) ექსპლუატაცია ტემპერატურათა ფართო დიაპაზონში, მაღალი ტენიანობის, ატმოსფერული ნალექებისა და ზღვის წყლის აგრესიული ზემოქმედების პირობებში მიმდინარეობს. შესაბამისად, მათ კვანძებში მომუშავე პლასტიკურმა საცხმა კარგი სიბლანტე - ტემპერატურული, სტრუქტურულ-მექანიკური, ანტიფრიქციული და დამცავი თვისებები უნდა გამოავლინოს, ასევე უნდა უზრუნველყოს სახსრული და ხრახნული შეერთებების სვლის სიმდოვრე ნებისმიერ გარემოში.

ასეთი კომპლექსური ამოცანის შესრულება შეუძლებელია მყარი ფუნქციონალური მინამატების (გრაფიტის, მოლიბდენის დისულფიდის, თალკის, ტექნიკური ნახშირბადის და სხვ.

ფხვნილების) გარეშე [1-3]. ამ კუთხით ისინი უფრო ეფექტურები არიან, ვიდრე ქიმიური მინამატები [2]. სტრუქტურირებულ შემზეთ სისტემებში მყარი მინამატის ნაწილაკები ($300\div 500\text{\AA}$) დამოუკიდებელ მყარ ფაზებს ქმნიან დისპერსულ გარემოსთან დიდი გამყოფი ზედაპირით, რაც ამ ზედაპირზე მიმდინარე პროცესების მართვით მთელი კომპოზიციის თვისებების ცვლილების კარგ პერსპექტივებს ქმნის. ცნობილია, მაგ. რომ პლასტიკური საცხის რეცეპტურის შერჩევით და მასში ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებისა და მყარი მინამატების ერთდროული დამატებით შესაძლებელია კომპოზიციის დამცავი თვისებების მნიშვნელოვანი გაუმჯობესება [2].

ძირითადი ნაწილი

კვლევის მიზანი იყო გემის ოპტიკური ხელსაწყოების სახსრულ შეერთებებში ხახუნის შემცირება სტანდარტული საცხების დანამატად მოდიფიცირებული გრაფიტის გამოყენებით.

გრაფიტის ნაწილაკების ზედაპირული მოდიფიცირება ხდებოდა შემდეგი მეთოდით: აღსორციულ სვეტში ვტვირთავდით 15გ გრაფიტის ფხვნილს. სვეტში ვაწოდებდით ჰეპტანში 0.5% მას. ოდენობით გახსნილ მოდიფიკატორს, მოცემულ შემთხვევაში დოდეცილდიფენილს გვერდითა ჯაჭვებში ნახშირბადის 21 ატომით. ხსნარის მოძრაობის სიჩქარე შეადგენდა $1 \times 10^{-6} \text{მ}^3/\text{წმ-ს}$, ხოლო მისი რაოდენობა 1გ ფხვნილზე $50 \times 1 \times 10^{-6} \text{მ}^3$ ხსნარი.

აღსორციული ციკლის დასრულების შემდეგ სვეტში ვაწოდებდით სუფთა ჰეპტანს. ზედმეტი მოდიფიკატორისაგან გასუფთავებულ აღსორბენტს ვაშრობდით საშრობ კარადაში 120°C ტემპერატურაზე 2 სთ-ის განმავლობაში.

სტანდარტულ საცხში მინამატის შეტანის შემდეგ, მიღებული კომპოზიციის ჰომოგენიზირებას ვახდენდით მექანიკურ ჰომოგენიზატორზე, ხოლო შემდეგ „ვასვენებდით“ 24 საათის განმავლობაში.

კომპოზიციების ფუნქციური თვისებების შესწავლა ხდებოდა სტანდარტული მეთოდებით, ხოლო გემის ოპტიკური მანძილმზომის სახსრულ ხახუნის კვანძში მათ მუშაუნარიანობას ვაფასებდით სვლის სიმღოვრისა და ხახუნის ძალის (კგ) სიდიდის მიხედვით.

ცხრილში 1 მოტანილია სტანდარტული და საცდელი (მოდიფიცირებულ – “მგ” და არამოდიფიცირებულ – “გ” გრაფიტის) კომპოზიციების ძირითადი ფუნქციური თვისებები.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, „მგ“ და „გ“-ის ტიპის მინამატის შეტანა სტანდარტულ საცხში ამ უკანასკნელის სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებსა და ჩამორეცხვისადმი მედეგობას ამაღლებს. მინამატის ნაწილაკების მოდიფიცირება შესაძლებელია აუმჯობესებს მათ

სტრუქტურაწარმოქმნელ უნარს, რაც კომპოზიციაში მისი ფუნქციონალური თვისებების გაუარესების გარეშე და, ამასთან ერთად, მყარი ფაზის შემცველობის შემცირების შესაძლებლობას იძლევა.

ცხრილი 1

პლასტიკურ საცხთა თვისებები

სასაქონლო საცხი	მინამატის ოდენობა, %მას	სიმტკიცის ზღვარი, პა		კოლიოდური სტაბილურობა, % მას		ეფექტური სიბლანტე, პა.წმ 10 ⁻¹ წმ		ჩამორეცხვა, % მას	
		„მგ“-იანი	„გ“-იანი	„მგ“-იანი	„გ“-იანი	„მგ“-იანი	„გ“-იანი	„მგ“-იანი	„გ“-იანი
ШРБ-4	0	1700		6-10		800		40,5	
„	10	2000	1800	3,7	4,5	1050	900	2,5	7,3
„	5	1750	1680	5,0	6,5	920	750	3,6	19,8
AC-1	0	1400		8,0		440		37,8	
„	10	1800	1500	4,6	6,8	750	640	18,1	35,2
„	5	1480	1450	5,0	7,5	550	500	21,0	41,3
დელტა	0	1580		7,3		580		30,2	
„	10	1780	1650	4,0	7,0	920	720	14,7	25,3
„	5	1600	1500	5,3	8,5	680	600	18,8	28,9

თვისებათა კომპლექსის მიხედვით და განსაკუთრებით. ჩამორეცხვისადმი მედეგობით საუკეთესო შედეგი აჩვენა კომპოზიციამ ШРБ-4+5% “მგ”. რაც, რეალურ ხასხუნის კვანძში მის მუშაუნარიანობაზეც აისახება. მან გაუძლო, მაგრამ სტანდარტულმა და არამოდიფიცირებულ გრაფიტიანმა საცხებმა ვერ გაუძლეს გამოცდის სრულ ციკლს (330 სვლა) გემის ოპტიკური ხელსაწყოების სახსრულ შეერთებაში, თუმცა მყარი მინამატის “გ”-ს შეტანა სტანდარტული საცხის მუშაუნარიანობას მაინც აუმჯობესებდა.

მუშაუნარიანობის მიხედვით საუკეთესო კომპოზიციების საბოლოო, III ციკლის გამოცდის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 2.

ცხრილიდან ჩანს, რომ საცდელი კომპოზიციები მოდიფიცირებული გრაფიტის მინამატებით საუკეთესო მუშაუნარიანობას ავლენდნენ. ამავე დროს, კომპოზიციაში მოდიფიცირებული გრაფიტის დიდი ოდენობით დამატება ტემპერატურათა ფართი დიაპაზონში და სახსრის დიდი რაოდენობით სვლების პირობებში მოძრაობის მომენტების მკვეთრ ზრდას იწვევს. ეს მოდიფიკატორის სტრუქტურაწარმოქმნელი მოქმედებით უნდა იყოს გამოწვეული, რაც მინამატის შედარებით დიდი რაოდენობით შემცველობისას კომპოზიციის სტრუქტურულ-

მექანიკური თვისებების არაოპტიმალურ ამალლებას იწვევს (იხ. ცხრ. 1). მინამატის მასის 5%-მდე შემცირება ამ თვისებებს ოპტიმალურ ზღვრებში აბრუნებს, რაც კომპოზიციის მუშაუნარიანობაზე დადებით გავლენას ახდენს.

ცხრილი 2

გრაფიტის მინამატის გავლენა გემის ოპტიკური ხელსაწყოს – მანძილმზომის სახსრულ კვანძში ხახუნის ძალაზე (კვ)

№	გამოცდის პირობები	კომპოზიცია		
		ШРБ-4+10+%გ	ШРБ4+10+% „მგ“	ШРБ-4+5+% „მგ“
1	+20°C	1,7	1,9	1,8
	+50°C	1,7	3,3	3,5
	-40°C	3,8	>6	4.0
2	დაწვიმების თანხლებით 6 სთ	1,5	3,5	1,8
3	-40°C 2სთ	სვლის გაძნელება	4,0	3,0 მდ. სვლა
4	+45°C 1სთ	საცხის გათხევადება	სვლის გაძნელება	2,2 მდ. სვლა
	სვლების რაოდენობა ნორმალურ პირობებში	გამოცდები შეწყდა		
	10		4,4	2,4
	100		-	2,4
	150		4,6	2,7
	200		4,6	2,7
	250		ხახუნის ძალის ზრდის გამო	2,0
	330		გამოცდები შეწყდა	2,4

დასკვნა

ჩატარებული კვლევების შედეგების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ გემის ოპტიკური ხელსაწყოს – მანძილმზომის სახსრულ კვანძებში ხახუნის შემცირება და მათი საშტატო პლასტიკური საცხების მუშაუნარიანობის მნიშვნელოვანი ამალლება შესაძლებელია მოცემულ საცხრებში (დანამატის სახით) მოდიფიცირებული მაღალდისპერსული გრაფიტის შეტანით.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. **И.Г. Фукс.** Добавки к пластичным смазкам. М., 1986 г.
2. **Ю.С. Шехтер, И.Г. Фукс** и др. защитные свойства смазочных материалов с наполнителями. М., 1992 г.
3. **ჯ. იოსებიძე, გ. აბრამიშვილი** და სხვ. საავტომობილო საწვავ-საზეთი მასალების გამოყენება და ეკოლოგია, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2009, 129გვ.

УМЕНЬШЕНИЕ ТРЕНИЯ В ПОДВИЖНЫХ УЗЛАХ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ КОРАБЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАСТИЧЕСКИХ СМАЗОК, СОДЕРЖАЩИХ МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ГРАФИТ

Т. Гелашвили, О. Гелашвили, Дж. Иосебидзе, М. Зурикашвили

Резюме

Установлено, что применением модифицированного графита в качестве добавки к штатным пластическим смазкам возможно значительное повышение работоспособности указанных смазок и уменьшение трения в движущихся узлах оптических приборов кораблей.

FRICION REDUCTION IN SLIDE UNITS OF SHIP'S OPTICAL DEVICES WITH THE USE OF PLASTIC LUBRICANTS CONTAINING MODIFIED GRAPHITE

T. Gelashvili, O. Gelashvili, J. Iosebidze, M. Zurikashvili

Summary

It is established that the use of modified graphite as of addition to nominal plastic lubricants makes possible the substantial increase in working capacity of mentioned lubricants and friction reduction in slide units of ship's optical device.

შპს 669.1017:621.744.35

№28 არმატურის ბლინვა XIV უჯრედიდან X-ის ნაცვლად და მისი
ბავლენა მზა პროდუქციის თვისებების მახასიათებლებზე შპს
„რუსთავის ფოლადის“ პირობებში

ვ. კობალეიშვილი, ნ. მუმლაძე, თ. ლოლაძე

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

რეზიუმე: ვიუწყებოდით [1-3], რომ საარმატურო ფოლადის A500C-ის წარმოებას მთმდ-ის გამოყენებით შპს „რუსთავის ფოლადის“ პირობებში აქვს სიძნელეები, რომელთა დაძლევა მიზანშეწონილია ორ ეტაპად. პირველ ეტაპზე, ჩვენს მიერ შემუშავებულ ფოლად 18ΦT-ს გამოყენებით ჩატარებულია საწარმოო ექსპერიმენტები. ცხლადგლინულ მდგომარეობაში (თდ-ს გარეშე) მიღებული შედეგები აკმაყოფილებენ A400C-ის მიმართ წაყენებულ მოთხოვნებს. ასევე, 18ΦT-ს გამოყენებით გაადვილდება მთმდ-ს ჩატარება A500C-ის საჭირო მასხიათებლების მისაღებად. მეორე ეტაპზე, ჩვენს მიერ შემუშავებული კომპოზიციების გამოყენებით (მაგალითად, 13Φ1C1DΦT) უნდა განხორციელდეს, ISO-ს მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად, შეღულებადი არმატურის (№№12-32მმ) გლინვა დენადობის ზღვრით 5006/მმ², თერმული დატუშავების გარეშე – ცხლადგლინულ მდგომარეობაში. რადგან ორივე გადაწყვეტა, განსაკუთრებით მეორე ეტაპზე შესასრულებელი სამუშაოები, დაკავშირებულია გარკვეულ ხარჯებთან, ხომ არ არსებობს სხვა ხერხები – საშუალებები, რომელთა გამოყენებით სორტსაგლინავი საამქროს გამოშვებული პროდუქცია დააკმაყოფილებდა მოქმედ სტანდარტის (10884-94) მოთხოვნებს. სამუშაო ჰიპოთეზა ამ მიმართულებით გამოთქმული ვაკეხს [3] ნაშრომში: „... გლინვის სქემების მოდერნიზაციამ დადებითად უნდა იმოქმედოს მზა პროდუქციის ხარისხზე“. ჩვენს მიერ დასაბუთებულია [2], რომ პაუზები (№№25,28,32 მმ $\tau_X \approx 4,125$ წმ; №№18,20,22 მმ $\tau_{XIF} \approx 3,125$ წმ; №16 მმ $\tau_{XIV} \approx 1,25$ წმ;) გლინვის დამთავრებიდან გამაცივებულ სისტემაში, განსაკუთრებით დიდი დიამეტრების (№№25,28,32 მმ) გლინვისას, კმნიან პირობებს

განვითარდეს მეტადინამიკური რეკრისტალიზაციური პროცესები. აღნიშნულს, არც თუ ისე იშვიათად, ადასტურებდა მექანიკური გამოცდების შედეგები, რომელთა მიხედვით მზა პროდუქცია ვერ პასუხობდა საჭირო მოთხოვნებს. ჩვენს მიერ გლინვის სქემის (დაკალიბრების) შეუცვლელად IX და X უჯრები გადავიტანეთ არსებული XIII და XIV უჯრების ნაცვლად, ე.ი. VIII უჯრაში მიღებული მრგვალი პროფილი ხვდებოდა XIII-ს ოვალში, ხოლო საჭირო ზომის ოვალი მიეწოდებოდა დამამთავრებელ – XIV უჯრას. დღეს საწარმოო ექსპერიმენტები ჩატარებულია პროფილებზე: 28 – 1000ტ; 25 – 800ტ. წარმოდგენილ ნაშრომში გაანალიზირებულია არსებული და შემოთავაზებული გლინვის სქემებით მიღებული პროდუქციის მახასიათებლები 28-ზე. ნაჩვენებია, რომ გლინვის ახალი სქემებით მიღებული პროდუქცია ხასიათდება რღვევისადმი მეტი წინააღობით ($E_T^{XIV} - E_T^X = 18034 - 16128 = 1906, \text{ნ. ბ}$), რაც განაპირობებს უფრო მაღალ ხანგამძლეობას.

საკვანძო სიტყვები: 28მმ გლინვა ახალი სქემით XIV უჯრიდან X-ის ნაცვლად; რღვევის ტოტალური ენერჯის უფრო მაღალ მნიშვნელობა ($\Delta E_T = E_T^{XIV} - E_T^X = 1906, \text{ნ. ბ}$), რაც თავის მხრივ განაპირობებს უფრო მაღალ ხანგამძლეობას.

შეჯამება

სტრუქტურათა წარმოქმნის – ჩამოყალიბების პროცესების შესწავლასა და მართვას უდიდესი ყურადღება ექცეოდა წინა – XX-ე საუკუნეში და ახლაც ისინი გაძლიერებულ ყურადღების ცენტრშია მოქცეული. მეტალურგისთვის ოცნება იყო სასურველი გეომეტრიული ზომების, ფორმისა და სტრუქტურული აღნაგობის მიღება გადაწყვეტილიყო ერთდროულად – ერთ ტექნოლოგიურ ციკლში. აღნიშნული ამოცანები წარმატებით იქნა გადაწყვეტილი ცნობილი იტალიური ფირმის Danieli-ს მიერ, განსაკუთრებით ახალი თაობის კომპაქტური მინი-ქარხნებით (სავაჭრო ნიშანი Mi.DA[®]), მწარმოებლობით 100 000-დან 500 000-მდე ტონა/წელიწადში – „რევოლუციური ტექნოლოგია არმატურის წარმოებაში“ [4], ძირითადი ტექნოლოგიური სქემა ასეა წარმოდგენილი: ელექტროლუმელი, ციცხვ-ლუმელი, უწყვეტად ჩამოსხმის დანადგარი, ინდუქციური ლუმელი (უწყვეტადსხმული ლითონის ტემპერატურის გასათანაბრებლად), 16 უჯრიანი საგლინავი დგანი, წრთობის ხაზი, რომელიც საშუალებას იძლევა სრულად იქნეს ჩატარებული წრთობა – თვითმომშვების პროცესები, პირდაპირი გლინვისა და შემოკვრის სისტემა და სხვა. მოყვანილ ტექნოლოგიურ ხაზში ბევრია საინტერესო და მნიშვნელოვანი, მათ შორის ძირითადია ნამზადის უწყვეტად ჩამოსხმის პროცესის შერწყმა უწყვეტად გლინვის პროცესთან, რაც მთლიანად გამორიცხავს ტექნოლოგიურ პროცესებს დაკავშირებულს ნამზადის გახურებასთან. ასევე, ახალია და

რეკონსტრუქციური პირდაპირი გლინვისა და შემოკვრის სისტემა, რომელმაც გამოიციხა ტრადიციული გაბარიტიანი მაცივრის საჭიროება და მზა პროდუქციის საჭირო ზომებზე ცივად დაჭრის პროცესი.

შპს „რუსთავის ფოლადის“ სორტის საგლინავი საამქრო, რომელიც აღჭურვილია ხელითმართვადი გამაცივებელი სისტემით, ტექნიკური ღონით დიდად ჩამორჩება Danieli-ს რეკონსტრუქციურ ტექნოლოგიებს, მაგრამ მაინც რჩებათ რუსთაველ მეტალურგებს შანსი გამოუშვან მაღალი ხარისხის არმატურა. ამისათვის საჭიროა შემდეგი:

1) ფოლადის რაფინირება ფართო გაგებით (ინდუქციური ლუმელების განყოფილებაში თანამედროვე ციციგ-ლუმელის გამოყენებით) და გადასვლა სელექტირებით 18ΦT-ზე. ეს საშუალებას მოგვცემს ვაწარმოთ მაღალი ხარისხის მქონე ნამზადი კვადრატი 100×100მმ მიღებული ფოლად 18ΦT-დან, რომელიც ყოველ მხრივ აჯობებს ფლ 3მზ-დან მიღებულს. ასეთი ნამზადებიდან მიღებულ საარმატურო ფოლადს 25, 28, 32მმ ცხლადგლინულ მდგომარეობაში ექნებათ A400C-ის თვისებები. თუ ასეთი კვადრატი გამოყენებული იქნება კომერციული მიზნებისათვის, მაშინ მისი უპირატესობა ფლ 3-თან შედარებით გამოხატული იქნება მრავალი მახასიათებლით.

2) საბოლოო გატარებები მაქსიმალურად იქნეს მიახლოებული გამაცივებელ სისტემასთან, რაც აუცილებლად თხოულობს უჯრებზე XIII-XIV-XV-XVI ძრავების შეცვლას, რომელთაც ექნებათ გლინვისათვის საჭირო ხისტი მახასიათებლები. თუ საწარმოს (შპს „რუსთავის ფოლადს“) ჯერ-ჯერობით არ ექნა ფინანსური საშუალებები, მაშინ აპრობირებული უნდა იყოს XIII, XIV უჯრებიდან 18,20,22მმ გლინვის შესაძლებლობა. თუ წარმატებულად დამთავრდა ასეთი ექსპერიმენტი, მაშინ პროფილები 18,20,22მმ გამოშვებულ იქნება XIII-XIV უჯრებიდან. საბოლოოდ სამი ზომის გარდა (№№25,28,32 მმ) ყველა ზომაზე გვექნება საშუალება ვმართოთ სტრუქტურათა ჩამოყალიბების პროცესები საჭირო მიმართულებით. კვალიფიციურად ჩავატაროთ მთმდ-ს რთული პროცესი. რაც შეეხება პირველ სამს, ფოლადი 18ΦT მოგვცემს საშუალებას დადებითად გადავწყვიტოთ ეს რთული ამოცანა.

აღნიშნული ღონისძიებების ჩატარება საშუალება მოგვცემს:

1. გვექონდეს მაღალი ხარისხის მქონე კვადრატი, რომელსაც აქვს ეკონომიკური გამართლება ორივე შეთხვევაში: ნამზადი იქნება გამოყენებული საკუთარი (№№12-32მმ არმატურის წარმოება) თუ კომერციული მიზნებისათვის;

2. გავაერთიანოთ პატარა ნაღობები (“8-12 ტ) შედარებით დიდ პარტიებად (“60-120 ტ), რაც მოაწესრიგებს წარმოებას და მოგვცემს მნიშვნელოვან ეკონომიურ ეფექტს;

3. თვისებები საარმატურო ფოლადს ექნება სტაბილური, ნაგლინის მთლიან სიგრძეზე და ნგრევის (რღვევის) მედეგობის გაზრდილი მნიშვნელობით.

ზემოთ აღნიშნული ის დასაბუთებული ღონისძიებებია, რომელთა გამოყენებით შპს "რუსთავის ფოლადის" მიერ გამოშვებული მზა პროდუქცია – არმატურა დააკმაყოფილებს მსოფლიო სტანდარტების მოთხოვნებს.

წარმოდგენილ ნაშრომში ძირითადად გაანალიზებულია მონაცემები მიღებული 1000 ტონა №28 მმ არმატურის გლინვისას ახალი შემოთავაზებული სქემით – XIII, XIV უჯრებიდან (IX და X უჯრების გადატანით XIII და XIV უჯრების ადგილებზე). სხვანაირად, №28 მმ მაგალითზე განხილულია თუ რა გავლენას ახდენს გარკვეული ღონის ახალი დეფორმაციები (№32 მმ – $\mu = 1,56$; №28 მმ – $\mu = 1,65$; №25 მმ – $\mu = 1,85$) არსებულ, დეფორმირებულ ლითონზე და ამ მდგომარეობის მიახლოება გამაცივებელ სისტემასთან. ასეთი მიდგომას სერიოზული ძვრები შეაქვს სტრუქტურათა წარმოქმნის-ჩამოყალიბების საკითხებში. ლითონს საგრძნობლად ეზრდება მახასიათებლები (რღვევის ჯამური-ტოტალური ენერგია E_T ნ.მ; რღვევის კუთრი-ტოტალური ენერგია $a_{\sigma, \text{ჯ}}^T$ /სმ², ფარდობითი წაგრძელება δ_7 % და სხვ.), რომლებიც განაპირობენ უფრო მაღალ ხანგამძლეობას. აღნიშნული შესაბამისობაშია სტრუქტურულ ცვლილებებთან.

მასალა და მეთოდობა

კვლევები ტარდებოდა სილიციუმითა და მანგანუმით (უფრო ხშირად $Mn \approx 0,6 - 0,8\%$) განუანგულ ფოლადებზე 3. თავდაპირველად ჩვენს მიერ შერჩეული იქნა ორივე ვარიანტიდან (არმატურა №28 მმ გაგლინული არსებული სქემით IX-X უჯრებიდან – ვარიანტი პირველი და არმატურა №28მმ გაგლინული ახალი სქემით XIII-XIV უჯრებიდან – ვარიანტი მეორე) ცხრა-ცხრა ნაღობი, რომლებზეც ჩატარდა ტრადიციული ანალიზი. შესწავლილი იქნა სიმტკიცის ზღვარი – σ_B , ნ/მმ²; დენადობის ზღვარი – σ_d , ნ/მმ²; ფარდობითი წაგრძელება $\delta_7 = (\delta_1 + \delta_2)$, %; რღვევის ჯამური (ტოტალური) ენერგია – E_T , ნ.მ.; რღვევის კუთრი ტოტალური ენერგია $a_{\sigma, \text{ჯ}}^T$ /სმ², რღვევის ძალა – $\Delta = P_{max} - P_{\text{ნგრევის, კვძ}}$. ცხრილებში 1,2,3 მოცემულია კვლევის შედეგები (ცხრილში 1 მოცემულია X უჯრიდან გაგლინულ არმატურაზე – №28მმ მიღებული შედეგები; ცხრილში 2 მოცემულია XIV უჯრიდან გაგლინულ არმატურაზე №28მმ მიღებული

შედეგები; შედარებითი ანალიზის შედეგები, $\Delta = X - XIV$, მოცემულია ცხრილში 3). სტატისტიკური ანალიზის შედეგები ჰისტოგრამების სახით მოცემულია სურათზე 1 და 2. სურ. 1ა, ბ, გ, დ მოცემულია №28მმ არმატურაზე მიღებული შედეგები, რომელიც გაიგლინა არსებული სქემით – X უჯრიდან (სურ. 1ა-ზე მოცემულია რღვევის ტოტალური ენერჯის – E_T -ს ჰისტოგრამა; სურ. 1ბ-ზე მოცემულია რღვევის კუთრი ტოტალური ენერჯის a_o^T -ს ჰისტოგრამა; 1გ-ზე მოცემულია რღვევის ძალის $\Delta = P_{max} - P_{რღვევის}$ ჰისტოგრამა; 1დ-ზე მოცემულია ფარდობითი წაგრძელების – δ_7 ჰისტოგრამა). სურ. 2ა, ბ, გ, დ მოცემულია არმატურაზე №28მმ მიღებული შედეგები, რომელიც გაიგლინა ახალი – შემოთავაზებული გლინვის სქემით – XIV უჯრიდან (სურ. 2ა-ზე მოცემულია რღვევის ტოტალური ენერჯის – E_T -ს ჰისტოგრამა; სურ. 2ბ-ზე მოცემულია რღვევის კუთრი ტოტალური ენერჯის a_o^T -ს ჰისტოგრამა; 2გ-ზე მოცემულია რღვევის ძალის $\Delta = P_{max} - P_{რღვევის}$ ჰისტოგრამა; 2დ-ზე მოცემულია ფარდობითი წაგრძელების – δ_7 ჰისტოგრამა).

№28 არმატურის გლინვა X უჯრიდან (ძველი არსებული სქემა) და მისი გავლენა მექანიკური თვისებების მახასიათებლებზე

ცხრილი 1

დნობის №, დამუშავების სახე, არმატურის დიამეტრი, მექანიკური მმ	სიმტკიცის ზღვარი σ_B , ნ/მმ ²	დენალობის ზღვარი σ_d , ნ/მმ ²	ფარდობითი წაგრძელება მდგენელებით $\delta(\delta_1+\delta_2)$, %	რღვევის ჯამური (ტოტალური) ენერგია E_T , ნ.მ.	რღვევის კუთრი ენერგია a_o^T , ჯ/სმ ²	რღვევის ძალა $\Delta = P_{max} - P_{რღვევის}$, კგძ
№6221, მთმდ, №28	656	547	21=13+8	15702	2553	4366
№4211, მთმდ, №28	694	581	16=8,6+7,4	15429	2509	5714
№6220, მთმდ, №28	703	588	18=11,3+6,7	15746	2560	5081
№4222, მთმდ, №28	684	584	17=9,35+7,65	15713	2555	5082
№4215, მთმდ, №28	674	550	17=12+5	15681	2550	3728
№6216, მთმდ, №28	715	580	19=10,45+8,55	18324	2980	7710
№4219, მთმდ, №28	658	542	18=12+6	16174	2630	4592
№6218, მთმდ, №28	640	540	19=11+8	16079	2615	5207
№6217, მთმდ, №28	696	564	18=11+7	16305	2651	6830
საშუალო მნიშვნელობები	680	564	18=11+7	16128	2623	5368

№28 არმატურის გლინვა XIV უჯრიდან (ახალი სქემა) და მისი გავლენა მექანიკური თვისებების მახასიათებლებზე

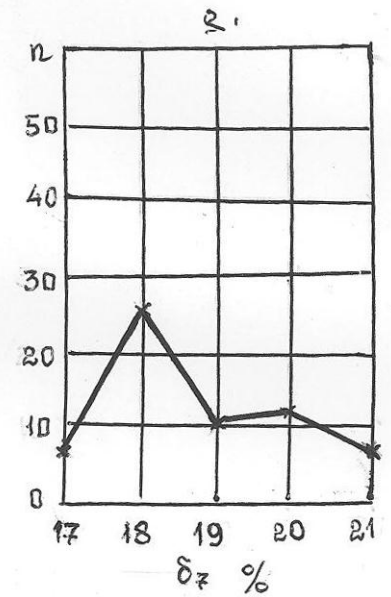
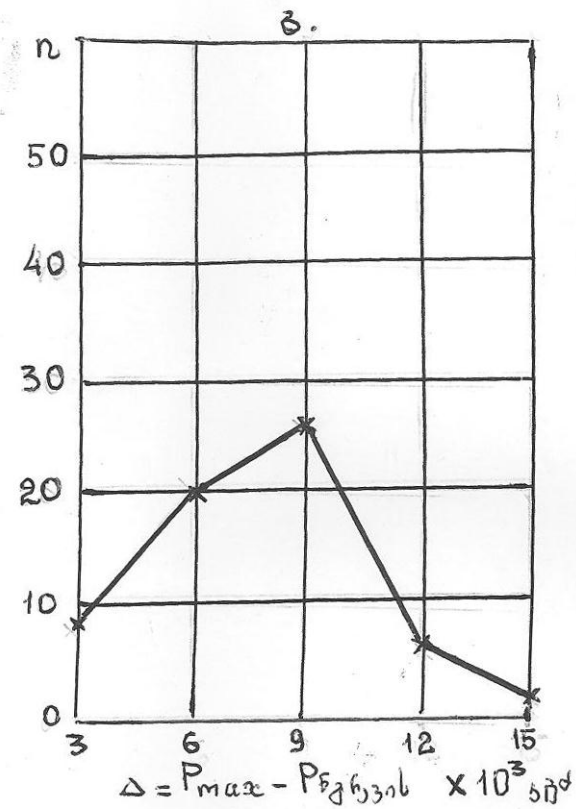
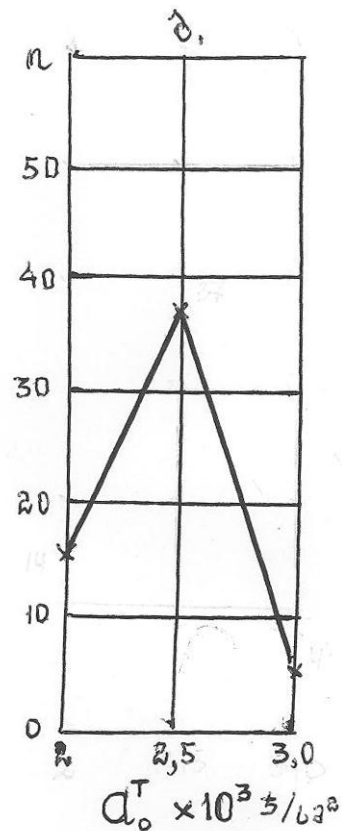
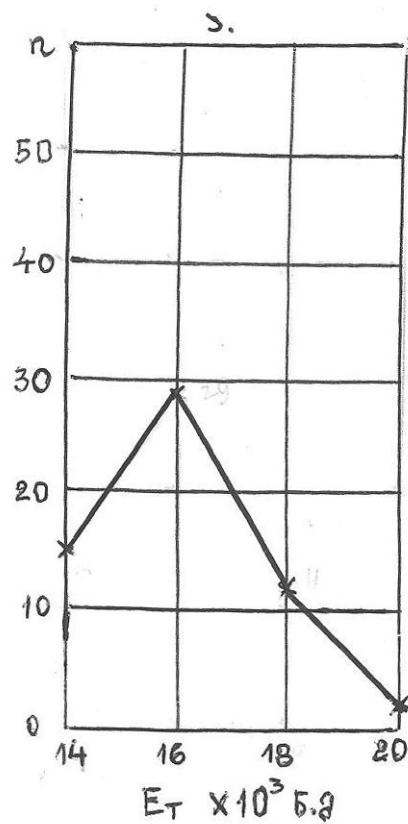
ცხრილი 2

ღნობის №, დამუშავების სახე, არმატურის დიამეტრი, მექანიკური მმ თვისებების მახასიათებლები	სიმტკიცის ზღვარი σ_B , ნ/მმ ²	ღენალობის ზღვარი σ_L , ნ/მმ ²	ფარლობითი წაგრძელება მდგენელებით $\delta(\delta_1+\delta_2)$, %	რღვევის ჯამური (ტოტალური) ენერგია E_T , ნ.მ.	რღვევის კუთრი ენერგია, a_o^T ჯ/სმ ²	რღვევის ძალა $\Delta = P_{max} - P_{წგრევის}$, კგძ
№4638, მთმდ, №28	636	514	20=14+6	18118	2946	8757
№2594, მთმდ, №28	627	514	20=12+8	17304	2814	6266
№4634, მთმდ, №28	689	575	20=11,2+8,8	18177	2956	9401
№2595, მთმდ, №28	682	564	19=9,5+9,5	18979	3086	9344
№6645, მთმდ, №28	671	560	19=11,4+7,6	17413	2831	9071
№6650, მთმდ, №28	629	519	20=12+8	17740	2885	7123
№2600, მთმდ, №28	673	551	18,6=9,5+9,1	18979	3086	8833
№2593, მთმდ, №28	634	510	20=10,8+9,2	20149	3276	6783
№4633, მთმდ, №28	636	520	18=10,8+7,2	15442	2511	7474
საშუალო მნიშვნელობები	653	536	19,4=11,25+8,15	18034	2932	8117

სხვაობა მექანიკური თვისებების მახასიათებლებს შორის
X (არსებული) და XIV (შემოთავაზებული) უჯრებიდან გლინვისას

ცხრილი 3

მექანიკური თვისებების მახასიათებლები №28მმ არმატურის გლინვის სქემა	გლინვა X უჯრიდან	გლინვა XIV უჯრიდან	სხვაობა მახასიათებლებს შორის $\Delta = X - XIV$
სიმტკიცის ზღვარი $\sigma_B, \text{ნ/მმ}^2$	680	653	27
დენადობის ზღვარი $\sigma_d, \text{ნ/მმ}^2$	564	536	28
რღვევის ჯამური (ტოტალური) ენერგია $E_T, \text{ნ.მ}$	16128	18034	-1906
რღვევის კუთრი ენერგია, $a_o^T, \text{ჯ/სმ}^2$	2623	2932	-309
რღვევის ძალა $\Delta = P_{max} - P_{\text{ნგრევის}},$ კგძ	5368	8117	-2749
ფარდობითი წაგრძელება მდგენელებით $\delta(\delta_1+\delta_2),$ %	18=11+7	19,4 = 11,25+8,15	-1,4 = -0,25-1,15



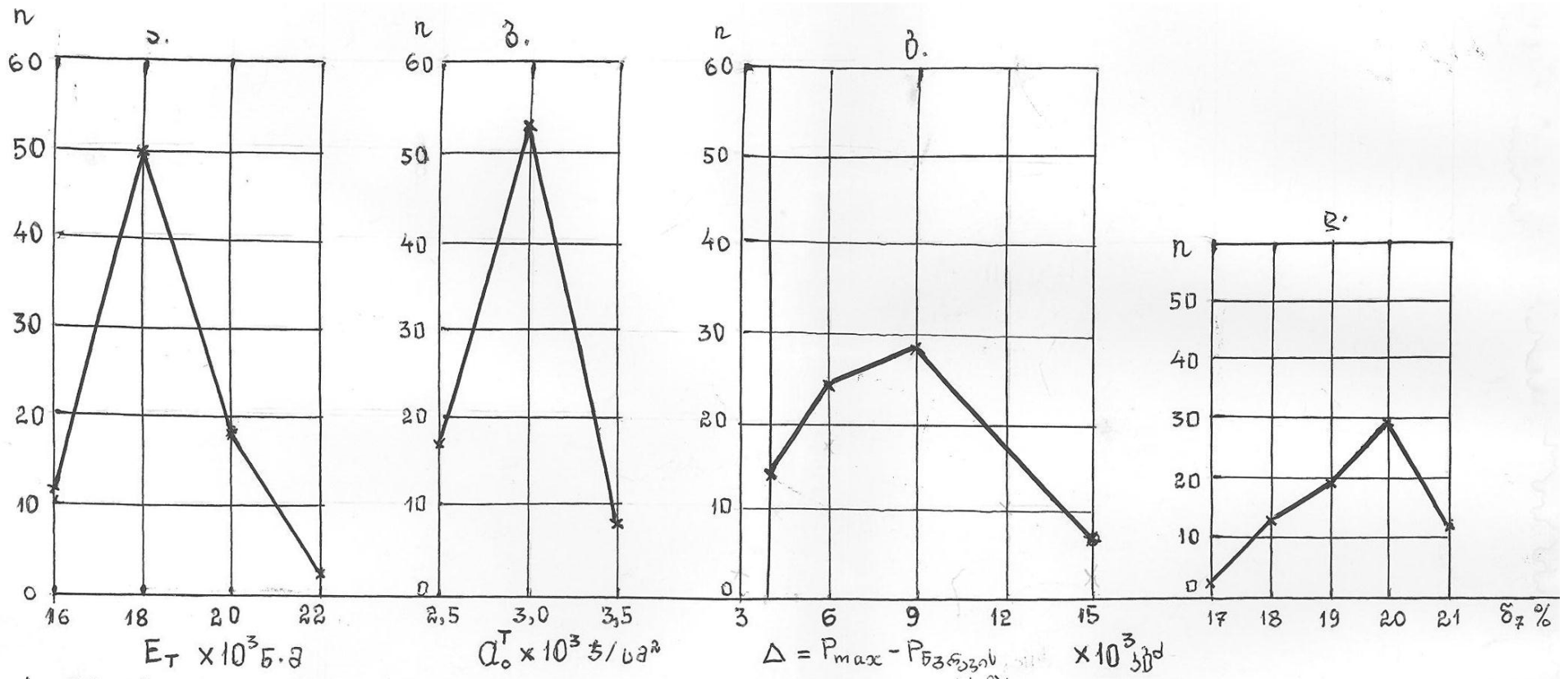
სურ. 1. ა,ბ,გ,დ ჰისტოგრამები. №28 მმ არმატურის გლინვა არსებული სქემით, X უჯრიდან

ა. რღვევის ჯამური (ტოტალური) ენერგია E_T , ნ.მ.;

ბ. რღვევის კუთრი ჯამური ენერგია a_o^T , ჯ/სმ²;

გ. რღვევის ძალა $\Delta = P_{max} - P_{სერვის}$, კგძ

დ. ფარდობითი წაგრძელება δ_7 , %



სურ. 2. ა,ბ,გ,დ ჰისტოგრამები. №28 მმ არმატურის გლინვა შემოთავაზებული სქემით, XIV უჯრიდან
 ა. რღვევის ჯამური (ტოტალური) ენერგია E_T , ნ.მ.;
 ბ. რღვევის კუთრი ჯამური ენერგია Q_o^T , ჯ/სმ²;
 გ. რღვევის ძალა $\Delta = P_{max} - P_{წგრვის}$, კგმ
 დ. ფარდობითი წაგრძელება δ_z , %

მქსამრიმენტის შედეგები და მათი ბანსჟა

საშუალო მნიშვნელობების შედარებითი ანალიზი მოცემულია ცხრილში 3

$$\Delta\sigma_B = \sigma_B^X - \sigma_B^{XIV} = 680 - 653 = 276/მმ^2; \quad \Delta\sigma_{\mathcal{L}} = \sigma_{\mathcal{L}}^X - \sigma_{\mathcal{L}}^{XIV} = 564 - 536 = 286/მმ^2;$$

რღვევის ტოტალური ენერგიებს შორის სხვაობა $\Delta E_T = E_T^X - E_T^{XIV} = 16128 - 18034 = -19066.მ;$ რღვევის კუთრ ტოტალურ ენერგიებს შორის სხვაობა $\Delta a_o^T = a_o^T X - a_o^T XIV = 2623 - 2932 = -309\mathcal{J}/სმ^2;$ რღვევის ძალებს მათ შორის $(\Delta P^X = P_{max}^X - P_{\mathcal{L}}^X = 5368 \text{ კგძ.} \quad \Delta P^{XIV} = P_{max}^{XIV} - P_{\mathcal{L}}^{XIV} = 8117 \text{ კგძ.})$

$$\Delta = \Delta P^X - \Delta P^{XIV} = 5368 - 8117 = -2749 \text{ კგძ. ფარლობით წაგრძელებებს შორის სხვაობა შეადგენს:}$$

$$\Delta = \delta^X - \delta^{XIV} = [\delta^X(\delta_1^X + \delta_2^X) - \delta^{XIV}(\delta_1^{XIV} + \delta_2^{XIV})] = 18(11 + 7) - 19,4(11,25 + 8,15) = -1,4 = -0,25 - 1,15\%.$$

როგორც მიღებული მონაცემებიდან სჩანს, ძირითადი – მედეგობის განმსაზღვრელი მონაცემები ($E_T, a_o^T, \Delta P, \delta_7$) უფრო მაღალი აქვთ XIV უჯრიდან გაგლინულს, ვიდრე ძველი – არსებული სქემით მუშაობისას. მიუხედავად ასეთი დამაჯერებელი მონაცემებისა, ალბათ უტყუარი იქნებოდა გვერდობა სტატისტიკური ანალიზის შედეგები. ასეთი ანალიზის შედეგები მოცემულია სურ. 1 და 2 (სურ. 1-ზე X უჯრიდან გლინვისას, ხოლო სურ. 2-ზე, როცა გამოყენებული იყო შემოთავაზებული გლინვის სქემა XIV უჯრიდან), ასევე, ცხრილში 4 (ჰისტოგრამების შედარებითი ანალიზის შედეგები).

ჰისტოგრამების შედარებითი ანალიზის შედეგები

ცხრილი 4

გლინვის სქემა	რღვევის ჯამური (ტოტალური) ენერგია E_T , ნ.მ.		რღვევის კუთრი ენერგია a_o^T , $\mathcal{J}/სმ^2$		რღვევის ძალა $\Delta = P_{max} - P_{\mathcal{L}}$, კგძ		ფარლობითი წაგრძელება δ_7 , %	
	E_T^{max}	მაქს. სიხშ	$a_o^T max$	მაქს. სიხშ	$\Delta_{კგძ}^{max}$	მაქს. სიხშ	δ^{max}	მაქს. სიხშ
გლინვა X უჯრიდან	16000	29	2500	36	9000	25	18	25
გლინვა XIV უჯრიდან	18000	50	3000	53	9000	28	20	50

მიღებული შედეგების შედარებითი სურათი ასეთია (წარმოდგენილია ფარდობის სახით $\frac{X \text{ უჯრიდან გლინვა}}{XIV \text{ უჯრიდან გლინვა}}$):

1) რღვევის ტოტალური ენერგია E_T , ნ. $\frac{E_T^{\max} 16000 \text{ ნ.მ.; } n^{\max} 29}{E_T^{\max} 18000 \text{ ნ.მ.; } n^{\max} 50}$

2) რღვევის კუთრი ტოტალური ენერგია a_o^T , $\%/\text{სმ}^2$ $\frac{a_o^T \max 2500 \text{ } \%/\text{სმ}^2; n^{\max} 36}{a_o^T \max 3000 \text{ } \%/\text{სმ}^2; n^{\max} 53}$

3) რღვევის ძალა კგმ, $\Delta = P_{\max} - P_{\text{რღ}}$ $\frac{\Delta^{\max} 9000, \text{კგმ}; n^{\max} 25}{\Delta^{\max} 9000, \text{კგმ}; n^{\max} 28}$

4) ფარდობითი წაგრძელება δ_7 , % $\frac{\delta^{\max} 18, \% ; n^{\max} 25}{\delta^{\max} 20, \% ; n^{\max} 30}$

მიღებული შედეგები მსგავსია მესამე ცხრილში მოცემული – მიღებული შედეგების. განსხვავებაა მხოლოდ რღვევის ძალის ცვლილებაში, მონაცემები ახლოსაა ერთმანეთთან. ასეთი მცირე სხვაობა განაპირობა რღვევის დროს სხვადასხვა ზომის ვერტიკალური მონაკვეთების დაფიქსირებამ, რაც „ხელოვნურად“ ზრდიდა სხვაობას, $\Delta = P_{\max} - P_{\text{რღ}}$, რადგან ძალის მაქსიმალურ მნიშვნელობას აკლდებოდა „ჩამოვარდნის“ ბოლოში დაფიქსირებული $P_{\text{რღ}}$ – რღვევის ძალის „ხელოვნურად“ შემცირებული მნიშვნელობები. ასეთი მონაცემების მოცილებით – ამოღებით გვექნება იგივე სურათი, რაც გვექონდა საშუალო მონაცემის დროს (ცხრილი 3). სტრუქტურულ ასპექტში პაუზა X უჯრიდან გაცივების დაწყებამდე საკმარისია იმისთვის, რომ სხვადასხვა დონეზე განვითარდეს მეტადინამიკური რეკრისტალიზაციის პროცესები. არ არის გამორიცხული მეტადინამიკური რეკრისტალიზაციის პროცესების თითქმის სრულად განვითარებით დაგვრჩეს ნამზადის გახურებისას მიღებული, გაზრდილი აუსტენიტის მარცვლები ფრაგმენტული მდგენელების გარეშე. ასეთი სტრუქტურა ხელს უწყობს $\gamma \rightarrow \alpha$ გარდაქმნის სრულად განვითარებას. მიიღება მაღალი დონის სიმტკიცის მაჩვენებლები პლასტიკურობის დაბალ მახასიათებლებთან ერთად. ისე, რომ მხოლოდ გაცივებით ასეთი ამოცანები არ ამოიხსნება, რადგან მანამდე ~ 4 წამიან პაუზას თითქმის ნულამდე დაყავს ცხელი პლასტიკური დეფორმაციებით განპირობებული სტრუქტურული ეფექტები – მისი დადებითი შედეგები. რაც შეეხება IX-X უჯრების ტრანსფორმაციას XIII-XIV უჯრებად ამოქმედებას, შემოაქვს ცხელი პლასტიკური დეფორმაციის ახალი ულუფები, ხოლო შემდგომ მცირე პაუზას გაცივებამდე ვერ შეაქვს მნიშვნელოვანი ცვლილებები სტრუქტურათა ფორმირებაში.

დასკვნა

1. გაანალიზებულია არსებული და შემოთავაზებული გლინვის სქემებით მიღებული პროდუქციის მახასიათებლები არმატურაზე №28მმ. ნაჩვენებია, რომ ახალი სქემით მიღებული პროდუქცია ხაისათდება რღვევისადმი მეტი წინააღმდეგობით, რაც განაპირობებს უფრო მაღალ ხანგამძლეობას;
2. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე ნაჩვენებია, რომ არსებული გლინვის სქემების მოდერნიზაცია გვაძლევს საშუალებას მაღალი ტემპერატურული თერმომექანიკური დამუშავება ჩავატაროთ კვალიფიციურად. ასეთი მიდგომა შედეგების სტაბილურად მიღების გარანტიაა.

გამოყენებული ლიტერატურა

- [1] დოქტორანტი **ნუგზარ მუმლაძე**, სრული პროფესორი **ვასილ კოპალეიშვილი**. „B500W“ ტიპის შესადუღებელი არმატურის წარმოება ცხლადგლინულ მდგომარეობაში 13Г1С2ФТ ტიპის ფოლადისაგან, განკუთვნილი ჩვეულებრივი რკინაბეტონისთვის. სტუ-ს 78-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის თეზისების კრებული. თბილისი, 2010 წ. გვ. 53;
- [2] სრული პროფესორი **ვასილ კოპალეიშვილი**, დოქტორანტი **ნუგზარ მუმლაძე**. „A500C“ საარმატურო ფოლადის №№12-32 მმ წარმოება შპს „რუსთავის ფოლადის“ პირობებში. სტუ, მ. კოსტავას 77, თბილისი, საქართველო, 0175. ჟურნალი „ენერჯია“ №3 (63), 2012, გვ. 53-61, თბილისი.
- [3] სრული პროფესორი **ვასილ კოპალეიშვილი**, დოქტორანტი **ნუგზარ მუმლაძე**, აკადემიური დოქტორი **თამარ ლოლაძე**. 18ФТ ტიპის ფოლადის გამოყენება A400C (A500C) არმატურის საწარმოებლად შპს „რუსთავის ფოლადის“ პირობებში. სტუ, მ. კოსტავას 77, თბილისი, საქართველო, 0175.
- USE OF 18ФТ STEEL FOR PRODUCTION OF A400C (A500C) STEEL REINFORCEMENT AT LTD “RUSTAVI STEEL”, V. KOPALEISHVILI, N. MUMLADZE, T. LOLADZE. Energyonline №1(6), pp. 1-6, 2012;
- [4] DaNews¹⁵⁸ «Революционная» Технология микро-завод Danieli будет самым конкурентоспособным на местных рынках. Микро-завод MIDA® приступил к работе на фирме CMC Steel в Аризоне, США (2009 IX-X).

Революционная технология арматуры, стр. 1-5; (всего 82 с.).

ПРОКАТКА АРМАТУРЫ №28 ИЗ XIV-ОЙ КЛЕТИ ВЗАМЕН X-ОЙ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ООО «РУСТАВИ СТИЛ»

В. П. Копалейшвили, Н. А. Мумладзе, Т. О. Лоладзе

Резюме

Сообщалось [1-3], что производство арматурной стали А500С использованием ВТМО, в условиях ООО «Рустави Стил», имеет сложности, исправление которых целесообразно в два этапа. На первом этапе, использованием разработанной нами стали типа 18ФТ, осуществлен заводские опыты. В горячекатаном состоянии (без термической обработки) получены результаты, которые удовлетворяют требования предъявляемые на арматуру А400С. Кроме того, использованием 18ФТ облегчается проведение ВТМО в щадящем режиме при получении арматурной стали А500С с равномерными свойствами по длине готовой продукции. На втором этапе, использованием разработанных нами композиций (преимущество будет иметь та композиция у которой будет лучшая коррозионная стойкость в обычном бетоне, например, 13Г1С1ДФТ) будет осуществлена, для удовлетворения требования ISO, проката свариваемой, унифицированной арматурной стали с пределом текучести $\sigma_T \geq 500 \text{ Н/мм}^2$ в горячекатаном состоянии, без применения ТО-В500W. Раз эти решения, особенно работы второго этапа, связаны с экономическими затратами, появляется вопрос: не существуют ли другие пути для решения данной проблемы, чтобы полученные результаты стабильно удовлетворяли требования стандарта 10884-94. В данном направлении в работе [3] нами высказана рабочая гипотеза: «модернизация прокатных схем должна положительно повлиять на качество готовой продукции». На основе анализа заводских данных нами установлено, что паузы (№№25,28,32мм $\tau_X \simeq 4,125 \text{ сек}$; №№18,20,22 мм $\tau_{XII} \simeq 3,125 \text{ сек}$; №№ 16 мм $\tau_{XIV} \simeq 1,25 \text{ сек}$) после окончания прокатки до охлаждающей системы, особенно при прокатке больших диаметров (№№25,28,32мм), создают условия для протекания процессов метадинамической рекристаллизации. Нередки случаи, когда останавливается производство или катается без ТО. Нами без изменения схемы прокатки (калибровки) IX и X рабочие клетки были перенесены на место рабочих клеток XIII и XIV. Круглое сечение полученное на VIII клетки транспортируется до XIII клетки попадая в овальный калибр, а после попадает в чистовую XIV клеть. Нами осуществлены заводские опыты: №28 мм прокатано 1000 т, а №25 – 800 т. В представленной работе проанализированы существующие и предлагаемые схемы при прокате №28 мм. Показано, что продукция полученная по новой схеме характеризуется лучшим качеством, чем при прокате из X-ой клетки (например, тотальная энергия разрушения или стойкость продукции больше $E_T^{XIV} - E_T^X = 18034 - 16128 = 1906 \text{ Н.М}$ при новой схеме).

ROLLING THE STEEL REINFORCEMENT № 28 THROUGH THE XIV-TH STAND INSTEAD OF THE X-TH AND ITS INFLUENCE ON PROPERTIES OF THE FINISHED PRODUCT AT LTD. “RUSTAVI STEEL”

V. Kopaleishvili, N. Mumladze, T. Loladze

Summary

It was reported [1-3] that production of reinforcing steel A500 C using high-temperature thermo-mechanical treatment (HTTMT) is complicated at Ltd. “Rustavi Steel”. Solving this problem is recommended in two steps. At the first step industrial experiments are carried out on 18ΦT steel developed by us. Positive results, meeting the A400 C steel reinforcement requirements, are obtained in hot-rolled state (without thermal treatment). In addition, conducting of HTTMT in relatively safer mode is simplified while producing reinforcing steel A500C with leveled properties along the full-length of the finished product. At the second stage uniform, weldable steel reinforcement will be produced without heat treatment - in hot-rolled state→ B500 W, with the yield strength $\sigma_y \geq 500 \text{ N / mm}^2$ according to ISO 9655/2 standard. For this purpose experiments will be carried out on steels developed by us (the advantage will be given to the most corrosion resistant steel in ordinary concrete, e.g. 13Г1С1ДΦТ). As these solutions, especially tasks of the second stage, are related to the economic costs, the question arises if there is any other way to solve this problem so that the results consistently meet the requirements of the standard 10884-94. Accordingly, we have suggested a hypothesis [3]: " modernization of rolling schemes should have a positive impact on the quality of the finished product." Based on analysis of the data, we have ascertained that the pauses (№№25,28,32 mm $\tau_x \simeq 4,125$ sec; №№18,20,22 mm $\tau_{xIII} \simeq 3,125$ sec; №№ 16 mm $\tau_{xIV} \simeq 1,25$ sec) after rolling to the cooling system, especially when rolling large diameter (№ № 25,28,32 mm) steel reinforcement, create conditions for metadynamic recrystallization. Often the production is stopped or rolling is conducted without thermal treatment. Stands XIII and XIV have been replaced by the stands IX and X without changing rolling scheme (calibration). Circular cross-section obtained through the VIII stand is transferred to the XIII stand getting in oval caliber, and after this it runs through the XIV finishing stand. We have realized factory tests: 1000 tons of № 28 mm and 800 tons of № 25 steel reinforcement is rolled. In the present study existing and proposed schemes for rolling № 28 mm steel reinforcement are analyzed. It is shown that the products obtained according to the new scheme are characterized by better quality than those received by rolling through the X-th stand (for example, total fracture energy or durability of products is more when rolling under the new scheme $E_T^{XIV} - E_T^X = 18034 - 16128 = 1906 \text{ N.M}$).



შპს 629.45/075

გაუმჯობესებული სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის გამომავალი პარამეტრების სიზუსტის შესახებ

გ. შარაშენიძე, თ. ლუნდუა, ს. შარაშენიძე, პ. კურტანიძე

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

რეზიუმე: ნაშრომში მოცემულია სამუხრუჭო ვაგონის გაუმჯობესებული სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის რეაქციისა და ხახუნის ძალების სიზუსტის მათემატიკური ანალიზი გადატვირთულ სახსრულ შეერთებაში არატექნოლოგიური ღრეჩოს გათვალისწინებით. გამოყენებულია წონასწორობის მომენტების განტოლებები როგორც რეალური, ასევე იდეალური სამუხრუჭო გადაცემისათვის. დამუშავებული დინამიკური მოდელის მიხედვით მიღებულია რეაქციისა და ხახუნის ძალების ანალიზური გამოსახულებები. ამ გამოსახულებათა მიღებისას გათვალისწინებული ძირითადი და მოძრავი განზოგადებული კოორდინატები. მიღებულია რეაქციისა და ხახუნის ძალების სიზუსტის მნიშვნელობანი ღრეჩოს ნებისმიერი სიდიდისათვის.

საკვანძო სიტყვები: დინამიკური სიზუსტე, რეაქციისა და ხახუნის ძალები, დინამიკური მოდელი, წონასწორობის განტოლებები, გეგმილები.

შესავალი

სიზუსტის, როგორც სახსრულ-მექანიკური გადაცემების გამომავალი პარამეტრების ერთ-ერთი მახასიათებლის შესახებ, კლასიკური თეორია ჩამოყალიბდა გასული საუკუნის 50-იან წლებში. აღსანიშნავია, რომ გამომავალი პარამეტრების სიზუსტე უნდა ინარჩუნებდეს თავის საგვემარო მნიშვნელობას ექსპლუატაციის მთელი პერიოდის განმავლობაში [1]. უფრო მოგვიანებით, სიზუსტის ანუ ცდომილების შესახებ თეორიამ განვითარება ჰპოვა სახსრულ-ბერკეტული მექანიზმების მიმართ [2].

ვაგონების სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემას, გარდა საგვემარო მონაცემებისა უნდა ქონდეს საიმედოობის გარკვეული მარაგი. ამ ელემენტების დაგეგმარება კლასიკური ნაშრომების

მიხედვით [3, 4] შესრულებულია მაღალ დონეზე. მაგრამ გათვალისწინებული არ არის ექსპლუატაციის შეძენილი ცვეთები სახსრულ შეერთებებში. იგივე შეიძლება ითქვას ნაშრომის [5] შესახებაც.

ვაგონის უსაფრთხო მოძრაობისათვის აუცილებელია სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემა აკმაყოფილებდეს მისადმი წაყენებულ პირობებს. აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნას სახსრული შეერთებების ელემენტების გაზრდილი ცვეთები (ღრეჩოები), რომლებიც წარმოიშვებიან ხანგრძლივი ექსპლუატაციის შედეგად [6]. ამასთან, არსებული სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემა ხასიათდება ბერკეტების დიდი რაოდენობით და აუცილებელია შეიქმნას მისი გაუმჯობესებული ვარიანტი ბერკეტებისა და სახსრული შეერთებების ნაკლები რაოდენობით. ასეთი გადაცემა დამუშავებული იქნა სამგზავრო ვაგონისათვის და დადგინდა გამოძავალი პარამეტრების კინემატიკური და დინამიკური სიზუსტე [7].

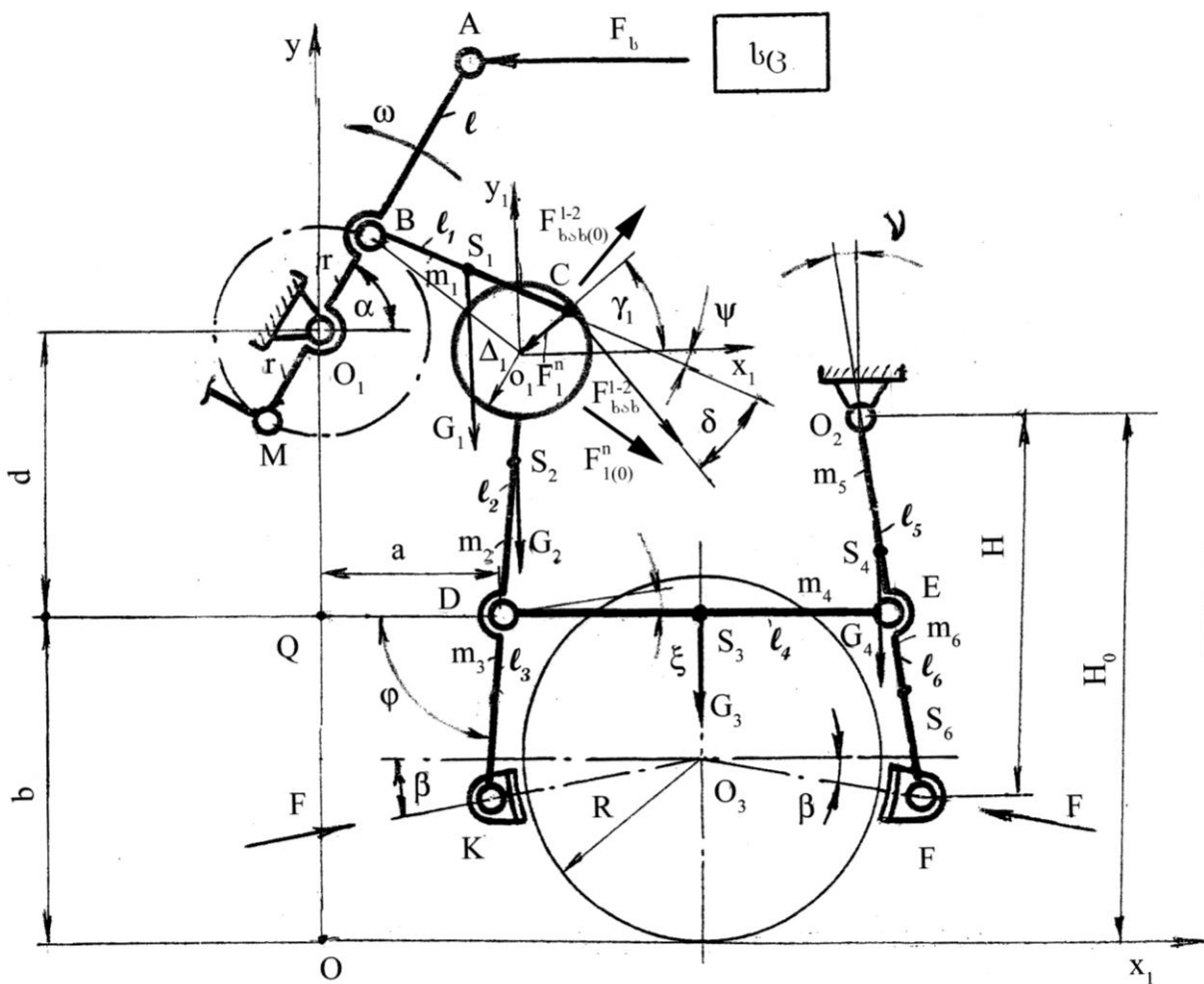
წინამდებარე ნაშრომში შემოთავაზებულია ერთ-ერთი გაუმჯობესებული სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემა, რომლის დინამიკური მოდელის მიხედვით შესაძლებელია განისაზღვროს სიზუსტის გარკვეული მაჩვენებლები.

ძირითადი ნაწილი

დამუშავებულია სამგზავრო ვაგონის სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის ერთ-ერთი ვარიანტი, რომლის დინამიკური მოდელი ყველაზე უფრო დატვირთულ სახსრულ შეერთებაში მოცემულია ასეთი სახით (ნახ. 1).

მოდელის (ნახ. 1) მიხედვით განიხილება ღრეჩო C სახსრულ შეერთებაში, რომლის ცენტრში, სახსრული შეერთების ელემენტების ურთიერთშემობრუნების განსაზღვრის მიზნით, მოდებულია მოძრავი საკოორდინატო სისტემა განზოგადებული ხაზოვანი x_1, y_1 , და კუთხური γ_1 კოორდინატებით.

რეაქციისა F_1^n და ხაზუნის $F_{\Delta\delta}^{1-2}$ ძალების განსაზღვრის მიზნით ვწერთ მოქმედ ძალთა მომენტების განტოლებას B წერტილის მიმართ:



ნახ. 1. გაუმჯობესებული სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის დინამიკური მოდელი

$$\begin{aligned}
 M(B) = & F_1^n \ell_1 \sin \gamma_1 + F_{bsb}^{1-2} \ell_1 \sin \delta + F_o^x \frac{\ell_1}{2} \sin \psi - F_o^y \frac{\ell_1}{2} \cos \psi + M_o + \\
 & + G_1 \frac{\ell_1}{2} \cos \psi - F_b \ell \sin \alpha,
 \end{aligned} \tag{1}$$

სადაც F_o^x, F_o^y არის AB ბერკეტის მასების ცენტრის ინერციის ძალების გეგმილები OX და OY ღერძების მიმართ;

M_o - ინერციის ძალის მომენტი;

F_b - სამუხრუჭო ცილინდრიდან განვითარებული სამუხრუჭო ძალა.

თავის მხრივ ინერციის ძალის გეგმილები

$$\left. \begin{aligned}
 F_o^x &= -m_1 \ddot{X}_{S_1} \\
 F_o^y &= -m_1 \ddot{Y}_{S_1}
 \end{aligned} \right\} \tag{2}$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ

$$\left. \begin{aligned} X_{S_1} &= r \cos \alpha + \frac{1}{2} \ell_1 \cos \psi; \\ Y_{S_1} &= OO_1 + r \sin \alpha - \frac{1}{2} \ell_1 \sin \psi, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

მაშინ (3) სისტემის დიფერენცირებით მივიღებთ:

$$\left. \begin{aligned} \dot{X}_{S_1} &= r \omega^2 \cos \alpha + \frac{1}{2} \ell_1 (\dot{\psi} \sin \psi + \dot{\psi}^2 \cos \psi); \\ \dot{Y}_{S_1} &= -r \omega^2 \sin \alpha - \frac{1}{2} \ell_1 (\dot{\psi} \cos \psi - \dot{\psi}^2 \sin \psi). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

ინერციის ძალის მომენტი წერტილის B მიმართ

$$M_o = -\frac{m_1}{12} \ell_1^2 \ddot{\psi}, \quad (5)$$

სადაც $\ddot{\psi}$ -ის მნიშვნელობა მიიღება ასეთი იგივეობის დიფერენცირების შედეგად.

$$r \sin \alpha + O_1 Q - \ell_1 \sin \psi = \ell_2 \sin \varphi + y_1, \quad (6)$$

$$\ddot{\psi} = \frac{1}{\ell_1 \cos \psi} (\ell_1 \dot{\psi}^2 \sin \psi + \ell_2 \ddot{\psi} \cos \psi + \ell_2 \dot{\varphi}^2 \sin \varphi - r \omega^2 \sin \alpha + \ddot{y}_1). \quad (7)$$

ამავე (6) იგივეობიდან

$$\dot{\psi} = \frac{1}{\ell_1 \cos \psi} (r \omega \cos \alpha - \dot{y}_1 - \ell_2 \dot{\varphi} \cos \varphi). \quad (8)$$

(4), (5), (7) და (8) ტოლობების შეტანით (1) განტოლებაში და მოკლე ალგებრული გარდაქმნის შემდეგ მიიღება რეაქციის ნორმალური F_1^n შემდგენის მნიშვნელობა:

$$\begin{aligned} F_1^n &= \{m_1 r \omega^2 (\cos \alpha - \sin \alpha) - \frac{m_1}{2} \ell_1 (\sin \psi - \cos \psi) \left[\frac{1}{\ell_1 \cos \psi} (\ell_1 \dot{\psi}^2 \sin \psi + \right. \\ &\quad \left. + \ell_2 \ddot{\psi} \cos \psi + \ell_2 \dot{\varphi}^2 \sin \varphi - r \omega^2 \sin \alpha + \ddot{y}_1) + \frac{m_1}{2} \ell_1 (\cos \psi - \right. \\ &\quad \left. - \sin \psi) \left[\frac{1}{\ell_1 \cos \psi} (r \omega \cos \alpha - \dot{y}_1 - \ell_2 \dot{\varphi} \cos \varphi) \right]^2 + \frac{m_1 \ell_1}{2 \cos \psi} (\ell_1 \dot{\psi}^2 \sin \psi + \right. \\ &\quad \left. + \ell_2 \ddot{\psi} \cos \psi + \ell_2 \dot{\varphi}^2 \sin \varphi - r \omega^2 \sin \alpha + \ddot{y}_1) - G_1 \frac{\ell_1}{2} \cos \psi + \ddot{y}_1 + \right. \\ &\quad \left. + F_b \sin \alpha \} [(\ell_1 \operatorname{sign} \dot{y}_1 - \ell_1 \sin \delta) (K_{\delta \alpha \delta_1} \operatorname{sign} \dot{y}_1 + K_{\delta \alpha \delta_2} \dot{y}_1 + K_{\delta \alpha \delta_3} \dot{y}_1^2)]^{-1}, \quad (9) \end{aligned}$$

სადაც $K_{\delta \alpha \delta_1}$, $K_{\delta \alpha \delta_2}$ და $K_{\delta \alpha \delta_3}$ არის ხახუნის კოეფიციენტი ღრეჩიან 1-2 შეერთებაში.

(1) ტოლობიდან (9) ტოლობის გათვალისწინებით მიიღება ხახუნის $F_{\delta \alpha \delta}^{1-2}$ ძალის მნიშვნელობა:

$$F_{\delta \alpha \delta}^{1-2} = -F_1^n (K_{\delta \alpha \delta_1} \operatorname{sign} \dot{y}_1 + K_{\delta \alpha \delta_2} \dot{y}_1 + K_{\delta \alpha \delta_3} \dot{y}_1^2). \quad (10)$$

რეაქციისა და ხახუნის ძალების სიზუსტე (ცოდმილება) განისაზღვრება ამ ორი ერთსახელა პარამეტრის სხვაობით რეალური (ნახ. 1) და იდეალური $O_1 B_{O_1} K$ გადაცემისათვის:

$$\left. \begin{aligned} \Delta F_1^n &= F_1^n - F_{1(0)}^n; \\ \Delta F_{\delta \alpha \delta}^{1-2} &= F_{\delta \alpha \delta}^{1-2} - F_{\delta \alpha \delta(0)}^{1-2} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

სადაც $F_{1(0)}^n$, $F_{\delta \alpha \delta(0)}^{1-2}$ არის რეაქციისა და ხახუნის ძალები იდეალური გადაცემისათვის.

იდეალური O_1B_0K გადაცემის O_1 სახსარში ხახუნის $F_{\delta\alpha\delta}^{1-2}$ ძალის განსაზღვრის მიზნით შედგება მომენტების განტოლება B წერტილის მიმართ:

$$M(B) = -F_{\delta\alpha\delta}^{1-2} \ell_1 + F_{\alpha(0)}^x \frac{\ell_1}{2} \sin \psi_0 + F_{\alpha(0)}^y \frac{\ell_1}{2} \cos \psi_0 + G_2 \frac{\ell_1}{2} \cos \psi_0 - F_1 \ell_1 \sin \psi_0 = 0, \quad (12)$$

სადაც ψ_0 არის B_{O_1} წვევის მობრუნების კუთხე იდეალური გადაცემისათვის.

იდეალური გადაცემისათვის

$$\left. \begin{aligned} X_{S_1(0)} &= r \cos \alpha + \frac{\ell_1}{2} \cos \psi_0; \\ Y_{S_1(0)} &= r \sin \alpha + \frac{\ell_1}{2} \sin \psi_0, \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

ხოლო ინერციის ძალის შემდგენი

$$\left. \begin{aligned} F_{\alpha(0)}^x &= -m_1 \ddot{X}_{S_1(0)}; \\ F_{\alpha(0)}^y &= -m_1 \ddot{Y}_{S_1(0)}. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

(13) სისტემის ორჯერადი დიფერენცირებით მივიღებთ:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{X}_{S_1(0)} &= -r \omega^2 \cos \alpha - \frac{\ell_1}{2} (\ddot{\psi}_0 \sin \psi_0 + \dot{\psi}_0^2 \cos \psi_0); \\ \ddot{Y}_{S_1(0)} &= -r \omega^2 \sin \alpha + \frac{\ell_1}{2} (\ddot{\psi}_0 \cos \psi_0 + \dot{\psi}_0^2 \sin \psi_0). \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

(12) ტოლობის მიხედვით განსაზღვრულ იდეალური ხახუნის $F_{\delta\alpha\delta}^{1-2}$ ძალის მნიშვნელობაში (14) და (15) გამოსახულებების შეტანის შედეგად მივიღებთ:

$$F_{\delta\alpha\delta}^{1-2} = \frac{1}{\ell_1} \{ m_1 [r \omega^2 \cos \alpha + \frac{\ell_1}{2} (\ddot{\psi}_0 \sin \psi_0 + \dot{\psi}_0^2 \cos \psi_0)] - m_1 [-r \omega^2 \cos \alpha + \frac{\ell_1}{2} (\ddot{\psi}_0 \cos \psi_0 + \dot{\psi}_0^2 \sin \psi_0)] + G_2 \frac{\ell_1}{2} \cos \psi_0 - F_b \ell_1 \sin \psi_0 \}, \quad (16)$$

საბოლოოდ ხახუნის $F_{\delta\alpha\delta}^{1-2}$ ძალის სიზუსტე (ცდომილება) განისაზღვრება (11) სისტემის მეორე განტოლების მიხედვით:

$$\Delta F_{\delta\alpha\delta}^{1-2} = -F_1^n (K_{\delta\alpha\delta_1} \text{sign} \dot{\gamma}_1 + K_{\delta\alpha\delta_2} \dot{\gamma}_1 + K_{\delta\alpha\delta_3} \dot{\gamma}_1^2) - \frac{1}{\ell_1} \{ m_1 [r \omega^2 \cos \alpha + \frac{\ell_1}{2} (\ddot{\psi}_0 \sin \psi_0 + \dot{\psi}_0^2 \cos \psi_0)] - m_1 [-r \omega^2 \sin \alpha + \frac{\ell_1}{2} (\ddot{\psi}_0 \cos \psi_0 - \dot{\psi}_0^2 \sin \psi_0)] + G_2 \cos \psi_0 - F_b \sin \psi_0 \}, \quad (17)$$

სადაც F_1^n განისაზღვრება (9) ფორმულებით.

რეაქციის $F_{1(0)}^n$ განსაზღვრის მიზნით ვახდენთ B_{O_1} წვევაზე მოქმედი ყველა ძალის დაგეგმილებას OY ღერძის მიმართ. ვწერთ:

$$-F_b - F_{1(0)}^n \ell_1 \cos \psi_0 - F_{\delta\alpha\delta}^{1-2} \ell_1 \sin \psi_0 + F_{\alpha(0)}^x = 0. \quad (18)$$

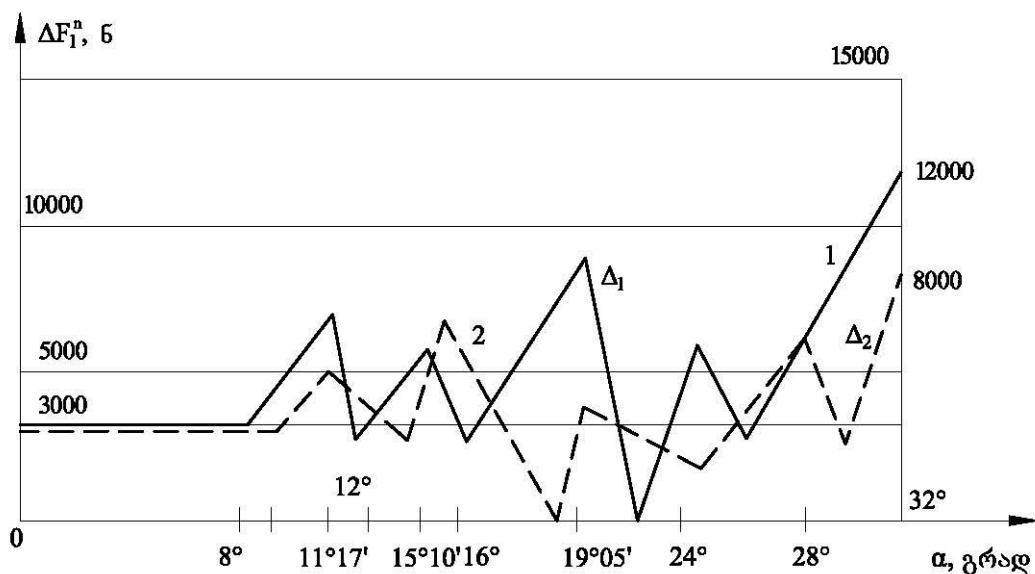
ამ ტოლობის მიხედვით

$$F_{1(0)}^n = \frac{1}{\ell_1 \cos \psi_0} (F_{\alpha(0)}^x - F_{\delta\alpha\delta(0)}^{1-2} - F_b).$$

(14) და (15) სისტემების პირველი ტოლობების ასევე (9) და (19) ფორმულების მიხედვით რეაქციის ძალის ცდომილება (სიზუსტე) ΔF_1^n გამოთვლა ტოლობით:

$$\begin{aligned} \Delta F_1^n = & \left\{ [m_1 r \omega^2 (\cos \alpha - \sin \alpha) - \frac{m_1}{2} \ell_1 \ddot{\psi} (\sin \psi - \cos \psi) + \right. \\ & + \frac{m_1}{2} \ell_1 \dot{\psi}^2 (\cos \psi - \sin \psi) + \frac{m_1}{2} \ell_1^2 \ddot{\psi} - G_1 \frac{\ell_1}{2} \cos \psi + F_b \sin \alpha] [(\ell_1 \sin \gamma_1 - \\ & - \ell_1 \sin \delta) (K_{\delta\alpha\delta_1} \text{sign} \dot{\gamma}_1 + K_{\delta\alpha\delta_2} \dot{\gamma}_1 + K_{\delta\alpha\delta_3} \dot{\gamma}_1^2)]^{-1} \left. \right\} - \\ & - \frac{1}{\ell_1 \cos \psi_0} (F_{\alpha(0)}^x - F_{\delta\alpha\delta(0)}^{1-2} - F_b), \end{aligned} \quad (20)$$

(17) და (18) ტოლობებით განისაზღვრება ხახუნის და რეაქციის ძალების სიზუსტე. კვლევის კომპლექსური პროგრამის რეალიზების შედეგად დადგინდა, რომ საერთო ამძრავის მობრუნების 8° კუთხისთვის რეაქციის ძალის სიზუსტე განისაზღვრება ნომინალური მნიშვნელობით, როცა $\Delta_1 = 45 \cdot 10^{-2}$ მმ, ხოლო ხახუნის კოეფიციენტი $k = 0.01$ (ნახ. 2). ამის შემდეგ სიზუსტის მნიშვნელობანი (მრუდი 1) აღწევს 7000, 6000, 8000, 6000 და ბოლოს 12 000 ნ-ს.



ნახ. 2. სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის ღრეჩიონ სახსრულ შეერთებაში რეაქციის ძალის სიზუსტის დიაგრამები, როცა $k = 0.01$, ხოლო $\Delta_1 = 45 \cdot 10^{-2}$ მმ და $\Delta_2 = 30 \cdot 10^{-2}$ მმ

სიზუსტის ამ მნიშვნელობებს შეესაბამება საერთო ამძრავის მობრუნების კუთხეები: $11^\circ 17'$, $15^\circ 10'$, $19^\circ 05'$, 24° და 32° (მრუდი 1).

ღრეჩოს Δ_2 სიდიდის დროს მცირდება სიზუსტის მაჩვენებლები. ამძრავის $9^\circ 05'$ კუთხით მობრუნებამდე ცდომილება ემთხვევა რეაქციის ნომინალურ მნიშვნელობას (მრუდი 2), ხოლო

შემდეგ მობრუნების 12° , $18^\circ 05'$, $21^\circ 17'$, 28° კუთხეებისათვის ცლომილება მნიშვნელობანი: 5000, 7000, 4000 და 6000 ნ. ამპრავის 32° -ით მობრუნებისას ცლომილება (სიზუსტე) აღწევს 8000 ნ-ს.

ანალოგიურად შეიძლება განისაზღვროს ხახუნის $\Delta F_{\text{ხახუნ}}^{1-2}$ ძალის სიზუსტის მნიშვნელობანი.

დასკვნა

მიღებულია სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის ღრეჩოიან სახსარში რეაქციისა და ხახუნის ძალების ანალიზური გამოსახულებანი, რომლის საფუძველზე ჩატარებული გამოთვლითი ექსპერიმენტის შედეგად განსაზღვრულია ამ პარამეტრების სიზუსტის მნიშვნელობანი. კვლევის თეორიული მეთოდი შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას სხვა სახის სამუხრუჭო გადაცემის გამომავალი პარამეტრების სიზუსტის დასადგენად.

ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. **Бруевич Н.Г., Сергеев В.И.** Некоторые общие вопросы точности им надёжности устройств//Сб. “О точности и надёжности в автоматизированном машиностроении”. Издательство “Наука”, 1965 г., с. 17-35
2. **Давиташвили Н.С.** Основы теории погрешности и точности шарнирно-рычажных механизмов. Тбилиси: Издательство “Технический университет ”, 1999 г., -386 с.
3. **Иноземцев В.Г., Гребенюк П.Т.** Нормы и методы расчёта автотормозов. Москва: Транспорт. 1981. -310 с.
4. **Казаринов И.М., Иноземцев В.Г., Ясенцев В.Ф.** Теоретические основы проектирования и эксплуатации автотормозов. Москва: Трансжелдориздат. 1961. -312 с.
5. **Лазарян В.А.** Динамика транспортных средств. Избранные труды. Киев: Наукова Думка, 1985 г. -528 с.
6. **შარაშენიძე გ.ს.** ვაგონებისა და მექანიკური გადაცემების დინამიკა. თბილისი: გამომცემლობა “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, 2009. -332 გვ.

7. **Sharashenidze G.S., Balon L.B., Kurtanidze P.R.** Problem of dynamic and kinematic precision of passenger carriages optimal brake leverage with clearances//”Problem of Mechanics”, Tbilisi, 2010, № 3(40), pp. 14-24.

О ТОЧНОСТИ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ УЛУЧШЕННОЙ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Шарашенидзе Г.С., Дундуа Т.Дж., Шарашенидзе С.Г., Куртанидзе П.Р.

Резюме

В работе даётся математический анализ точности сил реакций и трения улучшенной тормозной рычажной передачи вагона с учётом нетехнологического зазора в нагруженном шарнирном соединении. Используются уравнения равновесия моментов сил для реального и идеального тормозных передач. По разработанной динамической модели получены аналитические выражения для сил реакции и трения. При сопоставлении этих выражений предусмотрены основные и подвижные обобщённые координаты. Получены значения точности сил реакций и трения для разного зазора.

ON PRECISION OF OUTPUT PARAMETERS OF IMPROVED BRAKE LEVERAGE TRANSMISSION

G. Sharashenidze, T. Dundua, S. Sharashenidze, P. Kurtanidze

Summary

Is the work is stated the mathematical analysis of precision of carriage's improved brake leverage transmission reaction and friction forces with taking into account the non-technological clearance in loaded hinged connection. Are applied the momentum equilibrium equations for real and ideal brake transmissions. Accordingly of developed dynamical model are obtained the analytical expressions for reaction and friction forces. At comparison of these expressions are stipulated basic and movable generalized coordinates. The values of precision of reaction and friction forces for different clearances are obtained.

УДК 629.11.012.8

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ КОЛЕБАНИИ
ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ВОДИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ,
МОДЕЛИРОВАНИЕМ ПОДРЕССОРИВАНИЯ ЕЕ СИДЕНЬЯ**

**Богвелишвили В.З., Иосебидзе Дж.С., Густомясов А.Н., Бубутеишвили Л.М.
(Грузинский технический университет, ул. М. Костава 77, 0175,
Тбилиси, Грузия)**

Резюме: *В работе рассмотрены результаты моделирования и численного расчета случайных колебаний действующих на сиденье водителя автомобиля. С этой целью был применен пакет специальных компьютерных программ. Была проведена сравнительная оценка среднеквадратичных ускорений вертикальных колебаний на сиденье водителя автомобиля для разных систем поддрессоривания, полученных посредством дорожных испытаний и компьютерного расчета, в зависимости от типа дороги, нагрузки на автомобиль и скорости движения. Результаты исследования представлены в виде графиков и прилагаемых таблиц.*

Ключевые слова: колебания автомобиля, сиденье водителя, среднеквадратичные значения вертикальных ускорений

ВВЕДЕНИЕ

Теоретическое исследование колебаний автомобиля или его элементов удобно вести следующим образом. Автомобиль заменяется эквивалентной колебательной системой, для которой составляются уравнения движения. Эти уравнения решаются с использованием компьютерной техники. Анализируя исходную систему, выясняется как влияет изменения параметров системы на ее поведение. Надо учесть, что оптимальные характеристики подвески автомобиля не могут рассматриваться вне зависимости от дорожных условий, режимов движения и показателей определяющих допустимые колебания. Наилучшие

результаты получаются при сочетании расчетных, опытных и эксплуатационных данных [1,2].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для моделирования случайных колебаний и численного расчета колебаний действующих на водителя автомобиля, был применен пакет специальных компьютерных программ, написанной на алгоритмическом языке Fortran 2003 [3]. Пакет состоит из трех головных модулей LA, LSS, LSSK, подпрограммы-функций SG и подпрограммы PLOT2 вывода на автоматическое цифровое печатающее устройство графиков функции заданных таблично. Формирование различных модулей показано на рис.1.

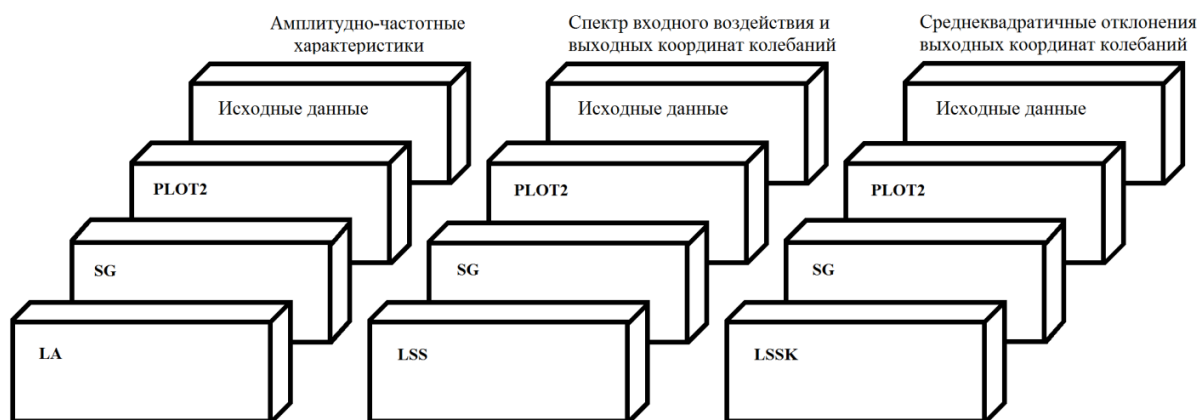


Рис.1. Формирование модулей пакета программ

Программа LA вычисляет амплитудно-частотные характеристики упругого элемента и шины, ускорений в любой заданной точке поддрессоренной массы автомобиля. Программа LSS вычисляет спектры входного воздействия, прогибов упругого элемента и шины, ускорений в любой заданной точке поддрессоренной массы автомобиля. Программа LSSK вычисляет среднеквадратические отклонения выходных координат колебаний в зависимости от скорости движения автомобиля по сглаженному шиной случайному микропрофилю. На автоматическое цифровое печатающее устройство выводятся среднеквадратические отклонения любой заданной точки поддрессоренной массы, перемещения неподдрессоренных масс.

В соответствии международных и отраслевых нормативов автомобильной промышленности [4-7], во время обработки результатов расчета, определяются средние квадратичные виброскорости σ_{y_i} колебания сиденья водителя автомобиля в октавных

полосах частот, которые пересчитываются в средние квадратичные виброускорения $\sigma_{\ddot{y}i}$, принимая в пределах полосы спектральную плотность виброускорения постоянной, соотношением:

$$\sigma_{\ddot{y}i} = 2\pi \cdot f_0 \cdot \sigma_{y_i}, \quad (1)$$

где f_0 -среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц.

Граничные частоты октавных полос, их среднегеометрические значения и допустимые величины для вертикальных вибрации, непрерывно действующей в течение 8-ми часовой рабочей смены возникающей в процессе передвижения автомобиля по местности и дорогам, передающейся на сиденье водителя приведены в табл.1.

Таблица 1

**Допустимые величины вертикальных колебаний
на сиденье водителя автомобиля**

Среднегеометрическая частота октавной полосы f_0 , Гц	Граничные частоты октавных полос, Гц	Допустимые вертикальные скорости, м/с	Допустимые вертикальные ускорения, м/с ²
1	0,7-1,4	0,126	0,791
2	1,4-2,8	0,071	0,892
4	2,8-5,6	0,025	0,628
8	5,6-11,2	0,013	0,653
16	11,2-22,4	0,011	1,105

Вычислялись значения среднеквадратичных ускорении $\sigma_{\ddot{y}i}$ данной точки, в широком полосе частот 0,7-22,4 Гц, при движении автомобиля на заданном типе дороги. Связь между частотой ω воздействия неровностей дорожного микропрофиля, их длиной s и скоростью движения автомобиля v определялось зависимостью:

$$\omega = \frac{2\pi v}{3,6s}, \quad (2)$$

которая для разных типов дорог с возможной длиной неровностей $s=0,2-20$ м в пределах эксплуатационных скоростей автомобиля $v_{\min}=10$ км/ч и $v_{\max}=80$ км/ч, представлена в виде графиков на рис.2.

Интегральная оценка плавности хода при движении автомобиля по совокупности типов дорог, вычисляется по формуле:

$$\sigma_{\ddot{y}} = \sqrt{\sum_{q=1}^m \sigma_{\ddot{y}q}^2 \delta_q}, \quad (3)$$

где m -число типов дорог; $\sigma_{\ddot{y}q}$ -среднеквадратичные отклонения ускорений, вычисленных на каждом q -м типе дороги; δ_q -весовые коэффициенты.

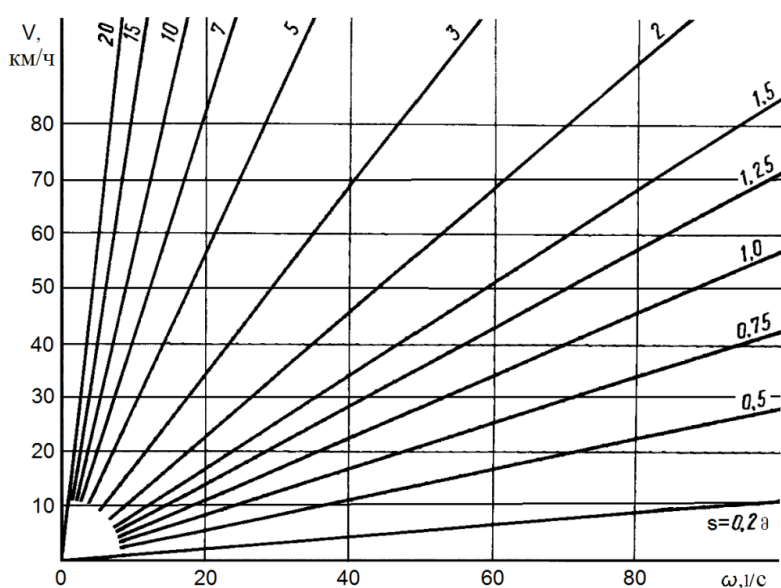


Рис.2. График зависимостей между частотой ω воздействия неровностей, их длиной s и скоростью движения автомобиля v

В соответствии с вышеуказанным, была проведена сравнительная оценка среднеквадратичных ускорений вертикальных колебаний σ на сиденье водителя автомобиля ЗиЛ-131, полученных посредством дорожных испытаний и расчетом вышеуказанной компьютерной программой, в зависимости от типа дороги, нагрузки на автомобиль и скорости движения, в диапазоне частот 0,7-22,4 Гц. Результаты в виде графиков и прилагаемых таблиц представлены для примера на рис.3-4, где I и III кривые описывают результаты дорожных испытаний автомобиля ЗиЛ-131, а кривые II и IV – результаты компьютерных расчетов. При этом, I кривая относится к автомобилю оснащенной стандартной рессорной подвеской без подрессоривания сиденья водителя; II-автомобилю оснащенной стандартной рессорной подвеской и пневматическим подрессориванием сиденья

водителя; III-автомобилю оснащенной пневматической подвеской без подрессоривания сиденья водителя; IV-автомобилю оснащенной пневматической подвеской и пневматическим подрессориванием сиденья водителя.

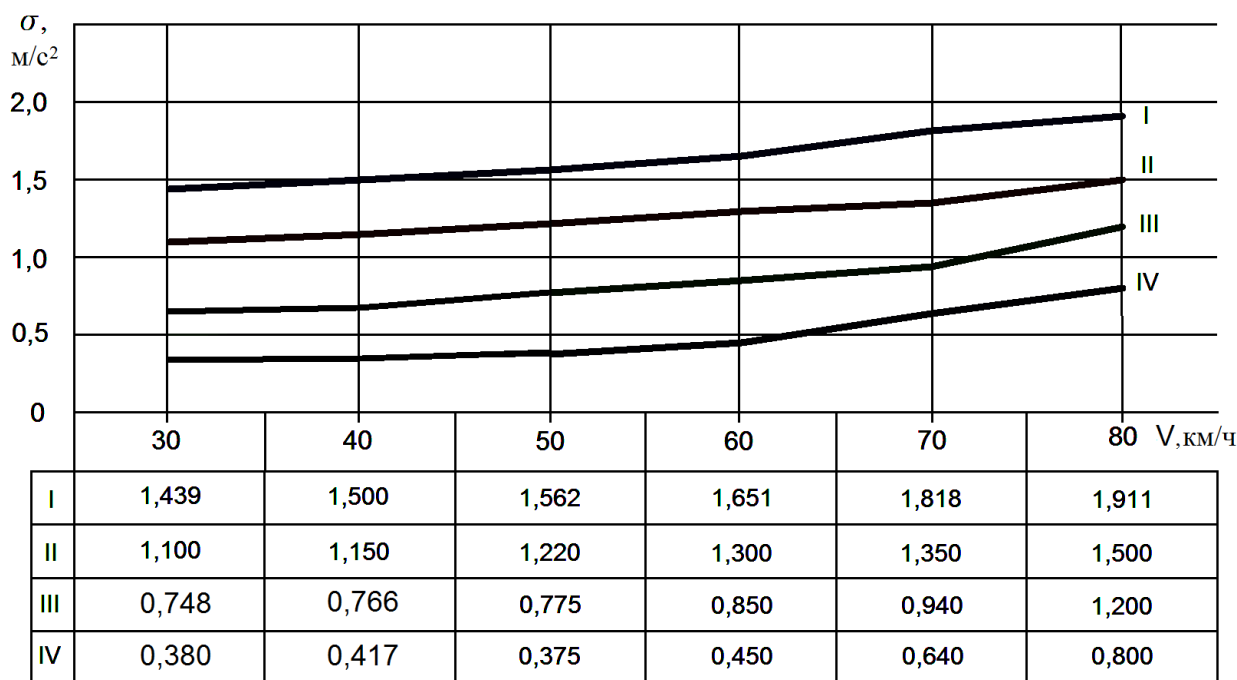


Рис.3. Среднеквадратичные значения вертикальных ускорений на сидений водителя: снаряженный автомобиль без нагрузки, булыжная дорога в нормальном состоянии

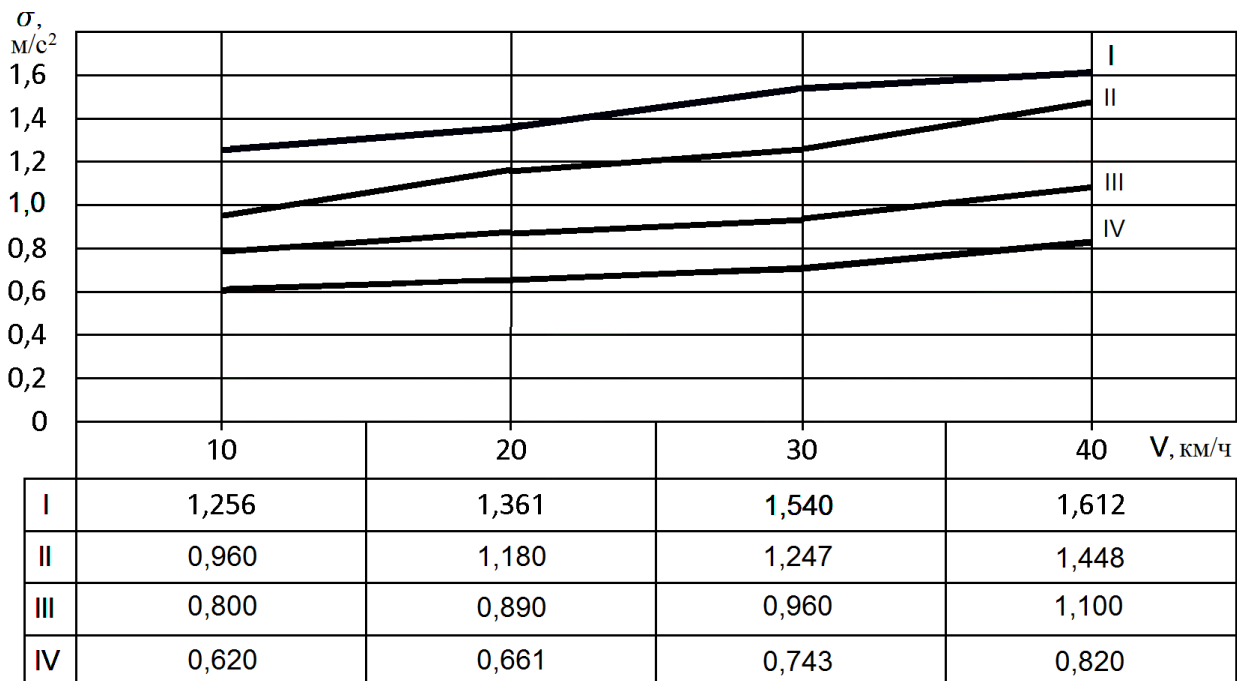


Рис.4. Среднеквадратичные значения вертикальных ускорений на сидений водителя: автомобиль с нагрузкой 3500 кг, сильно изношенная грунтовая дорога

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показали результаты дорожных испытаний и компьютерного расчета, автомобиль оснащенный дополнительной пневматической подвеской для сиденья водителя, при различных дорожных условиях обеспечивает уменьшение среднеквадратичных величин вертикальных ускорений в среднем на 20-35%.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ротенберг Р.В.** Подвеска автомобиля. Москва: Машиностроение, 1972, 392 с.
2. **Фурунжиев Р.И.** Вычислительная техника и ее применение. Минск: Высшая школа, 1975, 400 с.
3. **Мак-Кракен Д., Дорн У.** Численные методы и программирование на ФОРТРАНе. Пер. с англ. Москва: Мир, 1977, 584 с.
4. СН 1102-73. Санитарные нормы и правила по ограничению вибрации и шума на рабочих местах тракторов, сельскохозяйственных мелиоративных, строительно-дорожных машин и грузового автотранспорта.
5. ISO 2631-78. Вибрация, передаваемая человеческому телу. Руководство по оценке влияния воздействия общей вибрации на тело человека.
6. ГОСТ 12.1.012-78. Вибрация. Общие требования безопасности.
7. ОСТ 37.001.275-84. Автомобили. Методы испытаний на плавность хода.

**ავტომობილის მძღოლზე მოქმედი რხევების შემცირების
უმსაძლებლობის კვლევა, მისი სავარძლის შერეორების
მოდელირების ბზით**

**ვ. ბოგველიშვილი, ჯ. იოსებიძე, ა. გუსტომიასოვი, ლ. ბუბუტეიშვილი
რეზიუმე**

ნაშრომში წარმოდგენილია ავტომობილის მძღოლის სავარძელზე მოქმედი შემთხვევითი რხევების მოდელირების და რიცხვითი გაანგარიშების შედეგები. ამ მიზნით გამოყენებული იქნა სპეციალური კომპიუტერული პროგრამების პაკეტი. ჩატარდა სხვადასხვა სისტემის შერეორების მქონე ავტომობილის მძღოლის სავარძელზე მოქმედი ვერტიკალური რხევების საშუალო კვადრატული აჩქარებების შედარებითი შეფასება მიღებული საგზაო გამოცდის შედეგად და კომპიუტერული გაანგარიშებით, გზის ტიპის, ავტომობილზე დატვირთვის და მოძრაობის სიჩქარის შესაბამისად. გამოკვლევის შედეგები წარმოსდგენილია გრაფიკებისა და თანდართული ცხრილების სახით.

**STUDY OF A POSSIBLE DECREASE IN OSCILLATION ACT ON
DRIVERS OF CARS, MODELING SUSPENSION OF ITS SEAT**

V. Bogvelishvili, J. Iosebidge, A. Gustomiasov, L. Bubuteishvili

Summary

In this work the results of modeling and numerical calculation of random fluctuations acting on the driver's seat car. For this purpose we used a package of special computer programs. Was comparative evaluation rms acceleration of vertical vibrations on the driver's seat for the different vehicle suspension systems, obtained through road tests and computer calculations, depending on the type of road, the load on the car and the speed. The results are presented in graphs and the accompanying tables.



შპს. 514.513

სივრცის ზოგადი პროექციული კომოლოგიები

თ. ბერიძე, ნ. ნოზაძე, მ. ძიძიგური

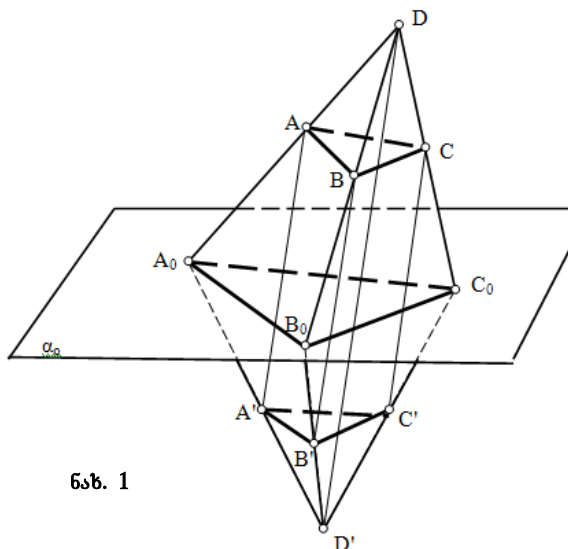
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175, თბილისი,
საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში ჩამოთვლილია ორ შეთავსებულ ველს შორის ნათესაური შესაბამისობის დამყარების წინაპირობები. ნათესაური შესაბამისობა განხილულია, როგორც სივრცის ზოგადი პროექციული კომოლოგიის კერძო სახე. ამოხსნილია წახნაგოვანი ზედაპირების გარდაქმნის კონკრეტული ამოცანა. კერძოდ, ნახაზზე მოცემული პირამიდის ზედაპირი პროექციული კომოლოგიის საშუალებით გარდაქმნილია პრიზმულ ზედაპირად.

საკვანძო სიტყვები: ბრტყელი ველი, პროექციული კომოლოგია, კომოლოგიის ცენტრი, კომოლოგიური შესაბამისობა, პარაბოლოიდი, ჰიპერბოლოიდი.

პირითაღი შინაარსი

გეომეტრიული გარდაქმნები, რომელსაც პროექციული გეომეტრია შეისწავლის, მხოლოდ

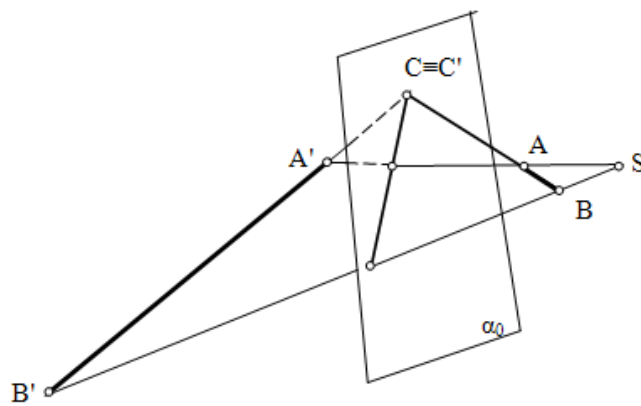


ნახ. 1

ბრტყელი ველებით არ შემოიფარგლება. ორი შეთავსებული სივრცის ნათესაური შესაბამისობა განსაზღვრულია, თუ მოცემულია მონათესავე წერტილთა ოთხი წყვილი. კავშირის წრფეები ურთიერთპარალელურია.

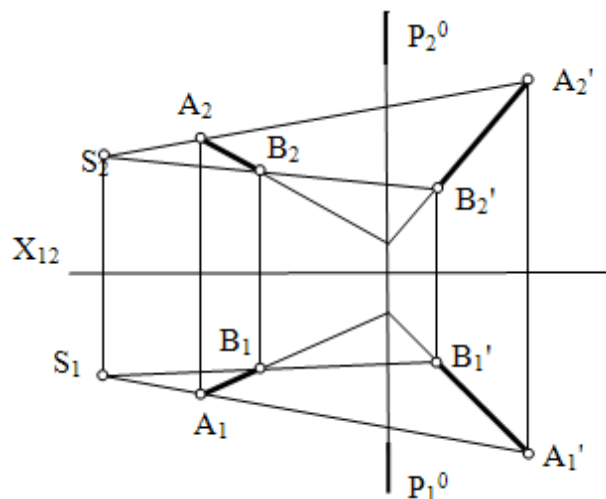
ნათესაობის სიბრტყე რომ განისაზღვროს, საკმარისია შევავროთ მოცემული წერტილები მონათესავე წრფეების თითოეული წყვილის

გადაკვეთის წერტილი ნათესაობის სიბრტყეს ეკუთვნის. როგორც ვიცით სიბრტყე სამი წერტილით განისაზღვრება. ამიტომ, ნათესაობის სიბრტყის განსაზღვრისათვის საკმარისია მონათესავე წრფეთა სამი წყვილი(ნახ.1). სივრცის პროექციული ჰომოლოგია გარდაქმნის უფრო ზოგადი სახეა, ვიდრე ნათესაური გარდაქმნა. ნათესაური გარდაქმნისას ჰომოლოგიის ცენტრი არასაკუთრივ წერტილს წარმოადგენს და ამიტომაც შესაბამის წერტილთა შემაერთებელი წრფეები ერთმანეთის პარალელურია. სივრცის ზოგადი პროექციული ჰომოლოგია განსაზღვრულია შესაბამისი წერტილების ოთხი წყვილით და პერსპექტივის S ცენტრით. შესაბამის წერტილთა ოთხი წყვილიდან სამი წყვილი განსაზღვრავს შესაბამისობის α_0 სიბრტყეს. შესაბამისი წერტილების წყვილი ჰომოლოგიის ცენტრთან ერთად ერთ წრფეზე ძევს (ნახ. 2)



ნახ. 2

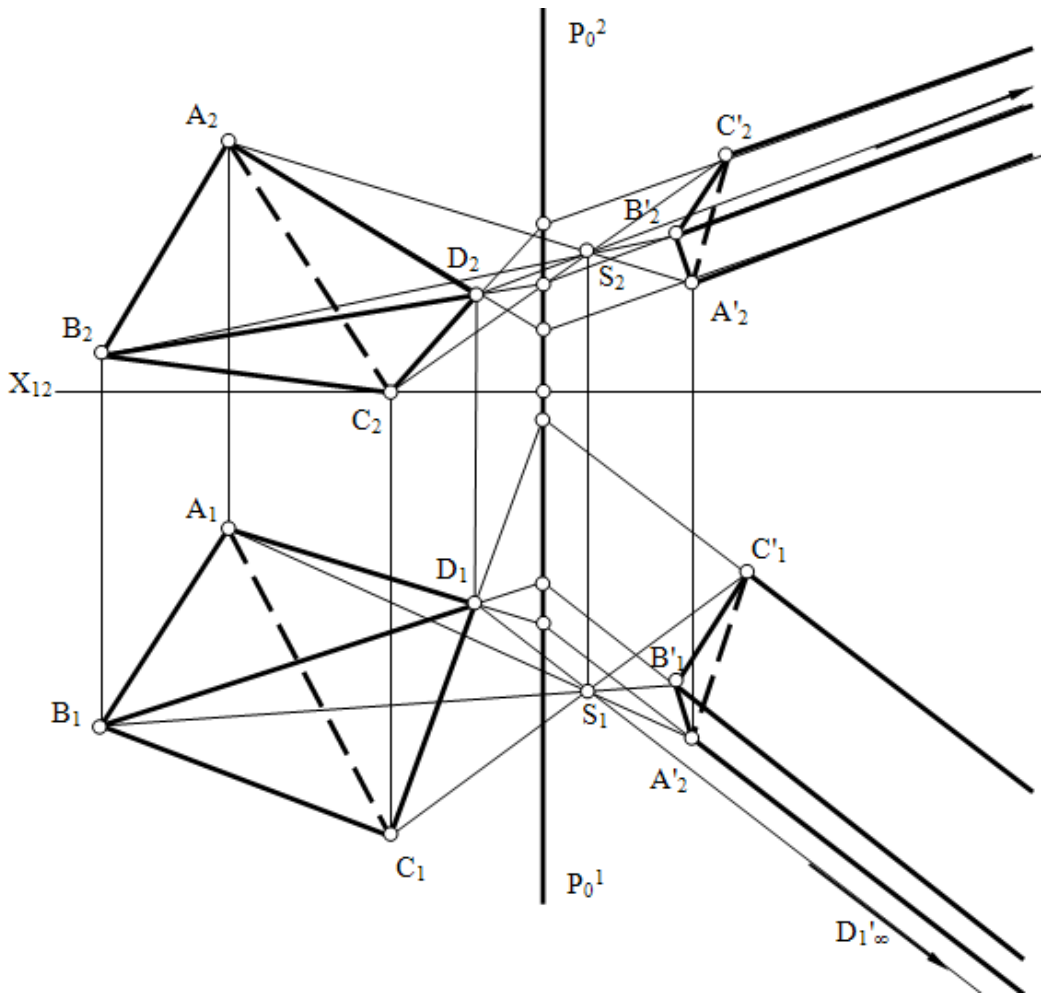
ჰომოლოგიურად შესაბამისი ორი ფიგურა რომელიმე გეგმილთა სიბრტყეზე ჰომოლოგიის სიბრტყის პარალელურად რომ დავაგეგმილოთ, მაშინ გეგმილთა სიბრტყეზე მოცემული ფიგურების გეგმილებს შორის დამყარდება ბრტყელი ჰომოლოგიური შესაბამისობა, რომლის ღერძს ჰომოლოგიის სიბრტყის გეგმილთა სიბრტყესთან გადაკვეთის წრფე წარმოადგენს, ცენტრს – ჰომოლოგიის ცენტრის გეგმილი.



ნახ. 3

როგორც ვიცით, ორთოგონალური დაგეგმილებისას დაგეგმილების მიმართულება გეგმილთა სიბრტყეების მართობულია, ამიტომ მიზანშეწონილია, ჰომოლოგიის სიბრტყე მართობულია ორივე გეგმილთა სიბრტყისა. ამ პირობას კი პროფილის სიბრტყე აკმაყოფილებს (ნახ.3).

სივრცის ჰომოლოგია შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ, როგორც სიბრტყითი ჰომოლოგიების უსასრულო სიმრავლე. ამიტომ სივრცის ჰომოლოგიას ყველა ის თვისება აქვს, რაც სიბრტყის ჰომოლოგიას ახასიათებს. ჩვენ ვიცით, რომ ბრტყელი ჰომოლოგიური გარდაქმნით ელიფსი, პარაბოლა და ჰიპერბოლა წრეწირად შეიძლება გარდაიქმნას. შესაბამისად სივრცის ჰომოლოგიური გარდაქმნა ბრუნვის ელიფსოიდს, ბრუნვის პარაბოლოიდს და ბრუნვის ჰიპერბოლოიდს სფეროზე ასახავს, რითაც პოზიციური ამოცანების ამოხსნის დროს გარკვეული გამარტივება მიიღწევა (ნახ.4).



ნახ. 4

სივრცის ნათესაური შესაბამისობით პრიზმა შეიძლება მხოლოდ პრიზმაში აისახოს. სივრცის

ზოგადი პროექციული ჰომოლოგიით კი პრიზმა შეიძლება პირამიდაზე აისახოს და პირიქით. ეს დამოკიდებული იქნება ჰომოლოგიის ცენტრის შერჩევაზე. კერძოდ, თუ პირამიდის წვეროს შევესაბამებთ D'_∞ წერტილს, მაშინ პირამიდის შესაბამისი ზედაპირის წიბოები ერთმანეთის პარალელური აღმოჩნდება და მივიღებთ პრიზმულ ზედაპირს. ჰომოლოგიის ცენტრი (SS'_∞) წრფის რომელიმე $S(S_1, S_2)$ წერტილია, ჰომოლოგიის $\rho(p^0_1 \equiv p^0_2)$ სიბრტყე კი პროფილის სიბრტყეა.

დასკვნა

საუნივერსიტეტო კურსი არ შეიცავს საინჟინრო გეომეტრიის იმ სპეციალურ საკითხებს, რომელთა ცოდნაც საჭიროა გარკვეული ტექნიკური ამოცანების წარმატებული ანუ ოპტიმალური გზებითა და მეთოდებით ამოსახსნელად. სწორედ ამ ხარვეზის აღმოფხვრას ეძღვნება წინამდებარე ნაშრომი.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. **Глаголев Н. А.** Проективная геометрия. М., Высшая школа, 1966. ст. 153-192.
2. Методы начертательной геометрии и ее приложение. М., МГУ, 1965. ст. 42.
3. **Моденов П. С., Пархоменко А. С.** Геометрические преобразования. М., МГУ, 1961.
4. **გ. ვაჩნაძე.** მხაზველობითი გეომეტრიის კურსი. თბილისი “განათლება”, 1979.
5. **Юнг Дж. В.** Проективная геометрия. М., Гос. изд. Физико-математической литературы. 1961. ст. 21-63.

GENERAL PROJECTIVE HOMOLOGIES OF SPACE

T. Beridze, N. Nozadze, M. Dzidziguri

Abstract

In this article the prerequisites of establishing of affinity of two combined fields are listed. Affinity is considered as a particular case of general projective homology of space. There is solved specific task of transforming of polyhedral surfaces. In particular, given surface of pyramid is transformed into surface of prism.

ОБЩИЕ ПРОЕКТИВНЫЕ ГОМОЛОГИИ ПРОСТРАНСТВА

Т. Беридзе, Н. Нозадзе, М. Дзидзигури

Резюме

В этой статье перечислены предпосылки установления родства двух совмещенных полей. Родство рассматривается как частный случай общей проективной гомологий пространства. решена конкретная задача преобразования многогранных поверхностей. В частности, данная на чертеже поверхность пирамиды преобразуется в поверхность призмы.

УДК 621.923

**К ВОПРОСУ СИНТЕЗА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ
СЛЕДЯЩИХ ПРИВОДОВ ПО ЗАДАНЫМ ПЕРЕХОДНЫМ
ПРОЦЕССАМ**

**Мchedlishvili T.F., Романадзе И.Р., Тавадзе А.Т., Хартишвили И.А.,
Чхолариа Н.Н.**

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

Резюме: Современные автоматизированные электромеханические 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, связанное с оптимизационным 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

Тенденции дальнейшего повышения эффективности разрабатываемых систем автоматизированных приводов 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, 2].

В большинстве случаев задача синтеза систем регулирования предусматривает последовательные этапы выбора желаемых характеристик регулируемых координат (в частности желаемых переходных процессов) и определения параметров элементов систем из условия максимального приближения по реализуемым в системе процессам к желаемым (заданным) процессам [2-4].

При синтезе системы по заданным переходным процессам [1, 5] 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

$$g_{гжс}(t) = g_{жс}(t) - g(t). \quad (1)$$

В этом выражении:

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

Дальнейшая задачу формирования дополнительного воздействия $g_{иг}(s)$ осуществляется с помощью введения корректирующих звеньев, реализующих воздействия:

$$g_{иг}(s)_{нар} = \beta_i x_i(s), \quad (2)$$

Здесь: β_i – коэффициенты синтезируемых обратных связей.

где $x_{вж}(t)$ – желаемая выходная координата, $x_i(t)$ – измеряемые координаты системы.

Задачу параметрического синтеза можно реализовывать на основе минимизации квадратичного функционала [1, 2]

$$I(\beta_i) = \int_0^{\tau} \left[x_{жс}(t) - \sum_i \beta_i x_i(t) - x_{го}(t) \right]^2 dt \quad (3)$$

где: $x_{вж}(t)$ – желаемая выходная координация системы, $x_{vi}(t)$ – выходные координаты разомкнутой нескорректированной системы соответствующие, i – ым составляющим $\beta_i x_{вж}(t)$ дополнительного входного воздействия, а $x_{го}(t)$ решение системы при воздействии

$$[g(t) - K_{он} X_{жс}(t)],$$

$K_{он}$ – коэффициент контурной обратной связи (обратной связи по положению в следящей системе).

В работе [5] рассмотрена решение вышеприведенной задачи синтеза в приложении к

электромеханической следящей системе на основе использования методов численного интегрирования, с помощью которых выявляются параметры как дополнительных обратных связей, так и П регулятора положения.

В настоящей работе рассматривается задача синтеза по заданным переходным процессам в приложении электромеханической системы привода с использованием аппарата характеристик мнимым частот [6].

На рис. 1 приведена структурная схема электромеханической системы с упругими связями в механической части привода, характеризуемая тем, что в структуру системы присутствуют последовательные корректирующие звенья в виде П – регулятора положения и ПИ – регулятора контура тока. Последние на рис. 1 обозначены соответственно символами W_{pn} и W_{pt} [5].

Здесь же отметим, что связи с тем, что настоящая работа является прямым следствием работы [5] все условные обозначения, приведенные на рис. 1 и присутствующие во всех последующих зависимостях будем считать заимствованными из работы [5].

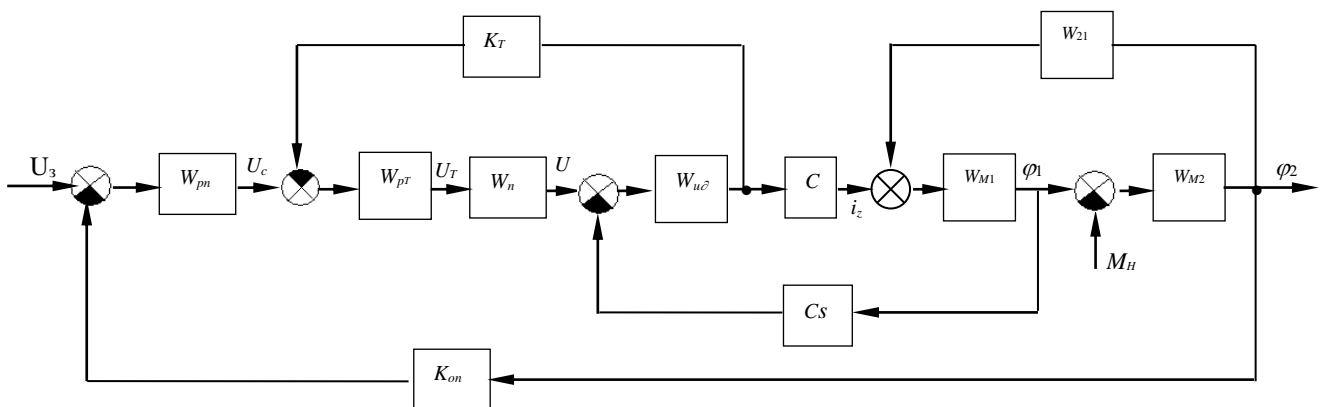


Рис. 1. Структурная схема системы.

Динамика рассматриваемой системы с учетом параллельных обратных связей и П регулятора положения опишется системой уравнения

$$u_c = K_{pn} \varepsilon_{np}; \quad (4)$$

$$\varepsilon_{np} = u_3 - K_{on} \varphi_2 - g(t); \quad (5)$$

$$T_{pc} \dot{u}_T = K_{pt} T_{pt} \dot{\varepsilon}_T - K_{pt} \varepsilon_T; \quad (6)$$

$$\varepsilon_T = u_c - K_T i_a; \quad (7)$$

$$T_n \dot{u} + u = K_2 u_T; \quad (8)$$

$$T_a \frac{di_a}{dt} + i_a = \frac{1}{R_a} u - \frac{c}{R_a} \dot{\varphi} = K_a u - K_a c \dot{\varphi}; \quad (9)$$

$$I_1 \ddot{\varphi}_1 + b_{\varphi_1} \dot{\varphi}_1 + c_{12} \varphi_1 = C i_a + b_{12} \dot{\varphi}_2 + c_{12} \varphi_2; \quad (10)$$

$$I_2\ddot{\phi} + b_{\varphi_2}\dot{\phi}_2 + c_{12}\phi_2 = -M_n + b_{12}\dot{\phi}_1 + c_{12}\phi_1, \quad (11)$$

где:

$$g(t) = \beta_1 s \phi_2 + \beta_2 s \phi_1 + \beta_3 \Delta \phi_n + \beta_4 i_{я} + \beta_5 u + \beta_6 u_T. \quad (12)$$

Для решения задачи синтеза по данным переходным процессам задаем выражение желаемого процесса $\varphi_{2жс}(t)$ и в соответствии с последним выявляли желаемые значения промежуточных координат [1]: φ_1 , $i_{я}$, u и u_T , которые в последующем фиксируем с помощью индексов «жс».

При заданной $\varphi_{2жс}(t) \doteq \varphi_{2жс}(s)$:

$$\varphi_{1жс}(s) = \frac{\varphi_{2жс}(s)}{W_{m2}(s)}; \quad (13)$$

$$i_{яжс}(s) = \frac{1}{C} \left[\frac{\varphi_{1жс}(s)}{W_{m1}(s)} - W_{21}(s) \varphi_{2жс}(s) \right]; \quad (14)$$

$$U_{жс}(s) = \frac{1}{W_{u\delta}} i_{яжс} + Cs \varphi_{2жс}(s); \quad (15)$$

$$U_{Tжс}(s) = \frac{U_{жс}(s)}{W_n(s)}, \quad (16)$$

где s – оператор преобразований Лапласа. Или в развернутой форме, в которой для краткости записи в скобках обозначение s опущено, будем иметь.

$$i_{яжс}(s) = \frac{1}{C} \left(\frac{1}{W_{m1}W_{m2}} - W_{21} \right) \varphi_{2жс}; \quad (17)$$

$$U_{жс} = \left(\frac{\frac{1}{W_{m1}W_{m2}} - W_{21}}{CW_{u\delta}} + \frac{Cs}{W_{m1}} \right) \varphi_{2жс}; \quad (18)$$

$$U_{Tжс} = \frac{1}{W_n} \left(\frac{1}{CW_{m1}W_{m2}W_{u\delta}} - \frac{W_{21}}{CW_{u\delta}} + \frac{Cs}{W_{m2}} \right) \varphi_{2жс}. \quad (19)$$

Согласно предшествующих выражений в укрупненной форме будем иметь:

$$\varphi_{1жс}(s) = A_1(s) \varphi_{2жс}(s); \quad (20)$$

$$i_{яжс}(s) = A_3(s) \varphi_{2жс}(s); \quad (21)$$

$$U_{жс}(s) = A_4(s) \varphi_{2жс}(s); \quad (22)$$

$$U_{Tжс}(s) = A_5(s) \varphi_{2жс}(s). \quad (23)$$

Формируем дополнительное воздействие

$$g_{gжс}(s) = \beta_1 \dot{\varphi}_{2жс}(s) + \beta_2 \dot{\varphi}_{1жс}(s) + \beta_3 C_{12} \Delta \varphi_{жс}(s) + \beta_4 i_{zжс}(s) + \beta_5 u_{жс}(s) + \beta_6 u_{тжс}(s) = [\beta_1 + \beta_2 A_1(s) + \beta_3 A_2(s) + \beta_4 A_3(s) + \beta_5 A_4(s) + \beta_6 A_5(s)] \varphi_{2жс}(s). \quad (24)$$

В связи с последним текущее выражение регулируемой (синтезируемой) координаты исследуемой системы $\varphi_2(s)$ выразится так

$$\varphi_2(s) = [g_{жс}(s) + \varepsilon_0(s)] W_{\kappa}(s), \quad (25)$$

где $W_{\kappa}(s) = \frac{\varphi_2(s)}{\varepsilon_0(s)}$ – передаточная функция разомкнутой нескорректированной системы;

$$\varepsilon_0(s) = U_{вх}(s) - K_{он} \varphi_2(s). \quad (26)$$

Для синтеза системы по заданным переходным процессам с использованием аппарата характеристик мнимых частот записываем исходное равенство:

$$\varphi_2(s) \approx \varphi_{2жс}(s), \quad (27)$$

или

$$[g_{gжс}(s) + \varepsilon_0(s)] K_{pn} W_{\kappa 1}(s) = \varphi_{2жс}(s), \quad (28)$$

где: $W_{\kappa 1}(s) = \frac{W_{\kappa}(s)}{K_{pn}}$;

K_{pn} – коэффициент усиления; Π – регулятора положения; $W_{\kappa}(s)$ – передаточная функция нескорректированной системы (системы без контурной обратной связи).

Дальнейшая задача заключается в процедуре реализации исходного равенства (25) с использованием аппарата характеристики мнимых частот на основе вариации параметров β_i и K_{pn} .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований получены основные математические зависимости для составления исходного равенства координат, необходимые для дальнейшего приложения метода синтеза, основанного на использовании аппарата характеристик мнимых частот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мchedlishvili Т.Ф., Мchedlishvili Н.П. К вопросу оптимизационного синтеза сложных систем регулирования по заданным переходным процессам / Транспорт и машиностроение, №1(23), Тбилиси, 2012. с. 22-28.
2. Мchedlishvili Т.Ф., Гвиниашвили З.М., Деметрашвили К.Г., Романадзе И.Р. К вопросу синтеза сложных систем регулирования по заданным переходным процессам / Транспорт и машиностроение, №2(24), Тбилиси, 2012. с. 81-87.

3. **Соколов Н.И.** Аналитический метод синтеза нелинейных систем автоматического регулирования. М.: Машиностроение, 1986. – 328 с.
4. **Мchedlishvili T.F.** Научные основы и прикладные задачи теории синтеза нелинейных систем приводов по заданным переходным процессам. Тбилиси, «Технический университет», 2008. – 273 с.
5. **Мchedlishvili T.F., Романадзе И.Р., Диасамидзе Т.А., Чхолария Н.Н.** К вопросу оптимизационного синтеза электромеханических следящих приводов по заданным переходным процессам // კონფ.: 21 საუკუნის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარების ძირითადი პარადიგმები. ტ. II, თბილისი, 2012, გვ. 191-195.
6. **Дудик Г.А., Коновалов А.С., Орурк И.А., Осипов Д.А.** Анализ и динамический синтез на ЭВМ систем управления. М.: Наука, 1984. – 344 с.

**ელექტრომექანიკური მოთვალთვალე ამპრავების სინთეზი
მოცემული გარდამავალი პროცესების მიხედვით**

**თ. მჭედლიშვილი, ი. რომანაძე, ა. თავაძე, ი. ხართიშვილი,
ნ. ჩხოლარია
რეზიუმე**

ამპრავთა თანამედროვე ავტომატიზებული ელექტრომექანიკური 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 ოპტიმიზაციურ პარამეტრულ და სტრუქტურულ სინთეზთან. წარმოდგენილ ნაშრომში განიხილება თანამედროვე მანქანების რთული სისტემების მოცემული გარდამავალი პროცესების მიხედვით სინთეზის გამოყენებითი მეთოდების შემუშავებისათვის საჭირო ორიგინალური მეთოდოლოგიური მიდგომები და საწყისი მათემატიკური დამოკიდებულებები.

**TO THE QUESTION OF ELECTROMECHANICAL TRANSKING
DRIVE SYNTHESIS ON LIVEN TRANSITIONAL PROCESSES**

**Mchedlishvili T.F., Romanadze I.R., Tavadze A.T., Khartishvili I.A.,
Chkholaria N.N.**

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. 514.513

**ზედაპირების თანაკვეთის წირის განსაზღვრა ტექნიკური
დეტალების ნახაზებზე**

მ. დემეტრაშვილი, მ. ძიძიგური

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

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ტექნიკური დეტალების ნახაზებზე მეორე რიგის, საერთო სიმეტრიის სიბრტყის მქონე ზედაპირების თანაკვეთის წირის პროექციის სახის დადგენა და აგება გამარტივებული გრაფიკული ხერხით ცილინდრული და სფერული, კონუსური და სფერული ზედაპირების თანაკვეთის მაგალითებზე. დამხმარე შუამავალი სფეროს გამოყენებით განსაზღვრულია ორივე ზედაპირის „შუა ხაზის“ მდებარეობა. ერთ-ერთ მათგანს ემთხვევა საძიებელი მრუდის, პარაბოლას ფოკალურ ღერძი, შუახაზების ურთიერთკვეთა კი განსაზღვრავს პარაბოლას წვეროს. ზედაპირების ღერძებს შორის მანძილი პარაბოლას P პარამეტრია, რის მიხედვითაც განსაზღვრულია ფოკუსისა და დირექტრისას მდებარეობა. ეს საშუალებას გვაძლევს მარტივად ავაგოთ პარაბოლას კუთვნილი წერტილების ნებისმიერი რაოდენობა.

საკვანძო სიტყვები: მეორე რიგის ბრუნვის ზედაპირები, თანაკვეთის წირი, შუამავალი სფერო, შუა ხაზი, პარაბოლა.

შეჯამება

მანქანებისა და მექანიზმების დაპროექტებისას და ნახაზების შედგენისას დიდი ყურადღება ექცევა ნახაზის გრაფიკული შესრულების სიმარტივეს და სიზუსტეს.

ნახაზებზე ტექნიკური ამოცანების გადაწყვეტისას ხშირად მიზანშეწონილია გრაფიკული მეთოდების გამოყენება, რომლებიც ანალიტიკურ მეთოდებთან შედარებით უფრო თვალსაჩინოა და ხელმისაწვდომი. ნახაზების შესრულება კომპიუტერული გრაფიკული პროგრამების გამოყენებით პრაქტიკულად გამორიცხავს ცდომილებას.

საინჟინრო პრაქტიკაში ხშირად გვხვდება დეტალები, რომლებიც წარმოადგენენ საერთო სიმეტრიის სიბრტყის მქონე მეორე რიგის ბრუნვის ზედაპირების კომბინაციას. ასეთი ზედაპირების თანაკვეთა ბიკვადრატული წირია, რომელიც ამ დეტალების ნახაზებზე აისახება მეორე რიგის ალგებრულ წირზე (მათი სიმეტრიის სიბრტყის პარალელურ სიბრტყეში). ამ წირების გრაფიკული აგების კლასიკური მეთოდები დაკავშირებულია რთულ და შრომატევად გეომეტრიულ აგებებთან (მკვეთი სიბრტყეების ან მკვეთი სფერული ზედაპირების გამოყენება მრუდის თითოეული წერტილის აგებისათვის).

ქვემოთ განხილულია ზედაპირების თანაკვეთის წირის აგების გამარტივებული ხერხი, რომელიც დაფუძნებულია ზედაპირების ე.წ. „შუა ხაზის“ გამოყენების პრინციპზე [3].

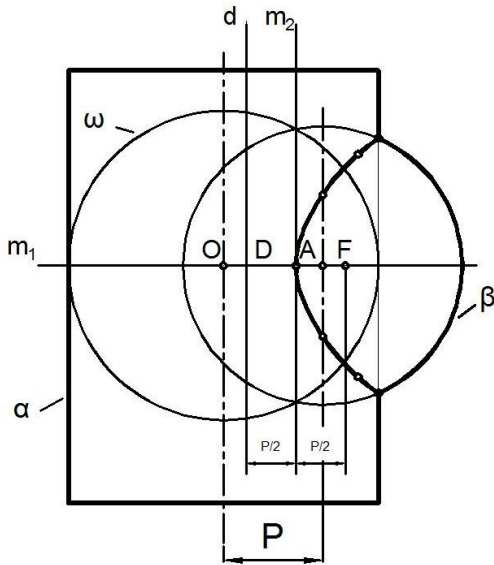
პირითადი ნაწილი

მე-2 რიგის ალგებრული ზედაპირების თანაკვეთის წირის გეგმილის სახე ზედაპირების საერთო სიმეტრიის (ან მის პარალელურ) სიბრტყეზე განისაზღვრება მკვეთი ზედაპირების წვეილების სახეობის მიხედვით. პარაბოლად გეგმილდება მე-2 რიგის ბრუნვის ზედაპირების თანაკვეთა სფეროსთან, როდესაც მათ პარალელური სიმეტრიის ღერძები აქვთ.

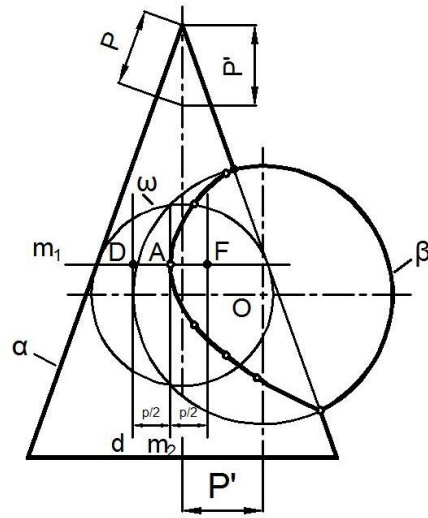
სურ.1-ზე წარმოდგენილია საერთო სიმეტრიის სიბრტყის მქონე ორი მკვეთი ზედაპირის, α ცილინდრისა და β სფეროს თანაკვეთის წირის გეგმილის-პარაბოლას ღერძისა და წვეროს მდებარეობის განსაზღვრა გრაფიკული მეთოდით. ეს მეთოდი ემყარება ე.წ. „შუა ხაზის“ პრინციპს: α ცილინდრის მხები ω შუამავალი სფერო, რომლის ცენტრი α და β ზედაპირების გადაკვეთის O წერტილია, α ცილინდრს ეხება წრეწირზე, ხოლო β სფეროს კვეთს ასევე წრეწირზე. ეს წრეწირები ნახაზზე m_1 და m_2 წრეწირების მონაკვეთებზე აისახებიან და წარმოადგენენ α და β ზედაპირების „შუა ხაზებს.“ ამავე დროს, m_1 შუა ხაზი ემთხვევა სფეროს ღერძს და პარაბოლას ფოკალურ ღერძს წარმოადგენს, m_1 და m_2 წრეწირების კვეთა კი პარაბოლას A წვეროს განსაზღვრავს. α და β ზედაპირების ღერძებს შორის მანძილი პარაბოლას P პარამეტრია. თუ $P/2$ სიდიდეს პარაბოლას წვეროდან სიმეტრიულად გადავზომავთ, განისაზღვრება F ფოკუსისა და d დირექტრისის მდებარეობა.

სურ. 2-ზე განხილულია საერთო სიმეტრიის სიბრტყის მქონე ორი მკვეთი α კონუსური და β სფერული ზედაპირი. ამ შემთხვევაშიც თანაკვეთის წირის გეგმილი პარაბოლაა. პარაბოლას ფოკალურ ღერძს განსაზღვრავს m_1 შუა ხაზის (მხები წრეწირის) მდებარეობა, რომელიც არ

ემთხვევა სფეროს ღერძს. m_1 და m_2 წრფეების ურთიეთკვეთა განსაზღვრავს პარაბოლას A წვეროს. წინა შემთხვევის ანალოგიურად განისაზღვრება პარაბოლას P პარამეტრი, F ფოკუსისა და d დირექტრისის მდებარეობა.



სურ. 1

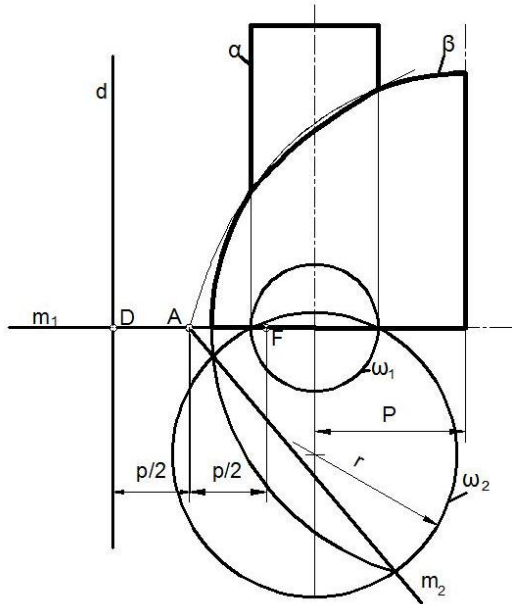


სურ. 2

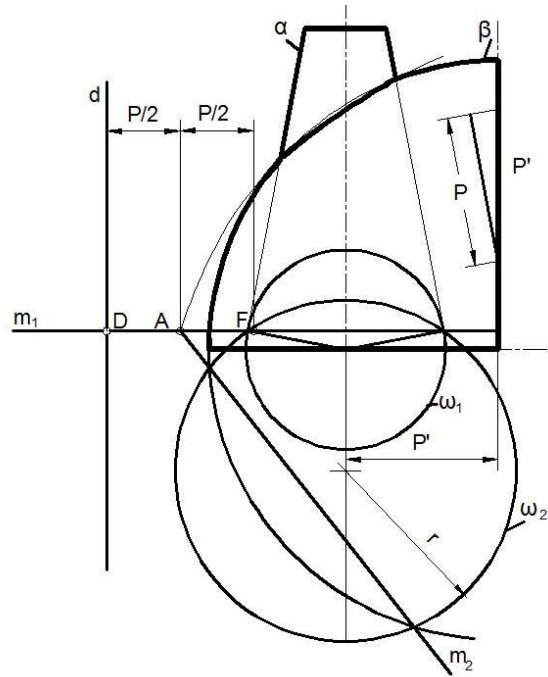
სურ.3-ზე და 4-ზე წარმოდგენილია ტექნიკური დეტალების ნახაზები. სურ. 3-ზე ასახული დეტალი წარმოადგენს α ცილინდრისა და β სფეროს კომბინაციას, რომელთაც საერთო სიმეტრიის სიბრტყე აქვთ. α ცილინდრი მთლიანად შეჭრილია β სფეროში. ამ შემთხვევაში თანაკვეთის წირის ფრონტალური გეგმილი პარაბოლაა, რომლის ფოკალური ღერძი გადის β სფეროს ცენტრზე α ცილინდრის ღერძის მართობულად და ემთხვევა m_1 შუა ხაზს. α ცილინდრის მხები ω_1 სფერო არ კვეთს β სფერულ ზედაპირს. ვაგებთ დამხმარე ω_2 სფეროს, რომლის ცენტრი მდებარეობს ცილინდრის ღერძზე და α ცილინდრულ ზედაპირს კვეთს იმავე წერტილებზე, რომლებზეც მას ეხება ω_1 სფერო. ω_2 სფეროს კვეთა β სფეროსთან განსაზღვრავს m_2 შუა ხაზის მდებარეობას. m_1 და m_2 შუა ხაზების კვეთა პარაბოლას წვეროს.

სურ.4-ზე წარმოდგენილი დეტალი წარმოადგენს α კონუსისა და β სფეროს კომბინაციას, რომელთაც საერთო სიმეტრიის სიბრტყე აქვთ. აქაც α კონუსი მთლიანად შეჭრილია β სფეროში. ამ შემთხვევაში პარაბოლას ფოკალური ღერძის მდებარეობა არ ემთხვევა სფეროს ღერძს. ის გადის α კონუსისა და ω_1 დამხმარე სფეროს შეხების წერტილებში (m_1 შუა ხაზი). წინა შემთხვევის ანალოგიურად, m_2 შუა ხაზის განსაზღვრისათვის ვატარებთ ω_2 დამხმარე სფეროს,

რომელიც კვეთს α კონუსს იმავე წერტილებში, რომელსაც ეხება ω_1 სფერო. ω_2 და β სფეროების თანაკვეთა გვაძლევს m_2 შუა ხაზის მდებარეობა. m_1 და m_2 წრფეების კვეთა პარაბოლას A წვეროა.

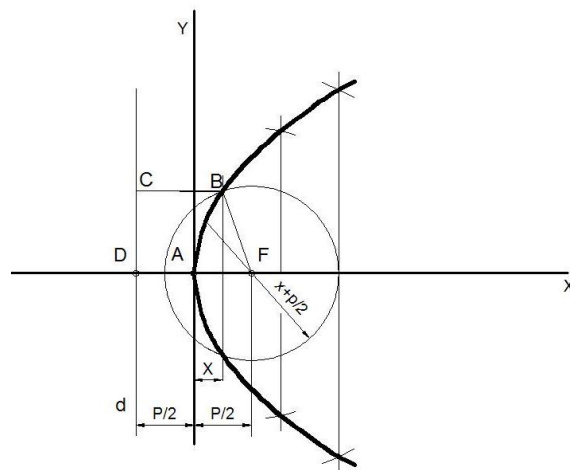


სურ. 3



სურ. 4

ვიცით რა ღერძის, წვეროს მდებარეობა, α და β მკვეთი ზედაპირების ღერძებს შორის მანძილი P (პარაბოლას პარამეტრი), განვსაზღვრავთ F ფოკუსისა და d დირექტრისის მდებარეობას. ამის შემდეგ ძალიან მარტივად შეიძლება განისაზღვროს პარაბოლას წერტილების ნებისმიერი რაოდენობა როგორც გრაფიკულად, ისე ანალიზურად. (სურ.5)



სურ. 5

დასკვნა

ნაშრომში გამოყენებულია საერთო სიმეტრიის სიბრტყის მქონე მეორე რიგის ზედაპირების თანაკვეთის წირის გეგმილის–პარაბოლას გრაფიკული აგების რაციონალური (შუა ხაზის) მეთოდი. მეთოდის სიმარტივე მდგომარეობს არა საძიებელი მრუდის ცალკეული წერტილების განსაზღვრაში, რაც შრომატევად აგებებს გულისხმობს (დამხმარე მკვეთი ზედაპირების გამოყენება მრუდის თითოეული წერტილის აგებისათვის), არამედ კვეთის მრუდის მახასიათებელი ელემენტების–წვეროს, ფოკალური ღერძის, ფოკუსის და დირექტრისის მდებარეობის დადგენაში, რაც საშუალებას იძლევა მარტივად განისაზღვროს მრუდის ნებისმიერი წერტილის მდებარეობა.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. **Фролов С.А.** Начертательная геометрия, Москва, „Машиностроение“, 1985, 340с.
2. **Бубенников А.В.** Начертательная геометрия, Москва, „Высшая школа“, 1985, 288 с.
3. **მ. დემეტრაშვილი.** საერთო სიმეტრიის სიბრტყის მქონე მეორე რიგის ალგებრული ზედაპირების თანაკვეთა. „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ №1, 2009 გვ. 113-120.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ЧЕРТЕЖАХ ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

М. Деметрашвили, М. Дзидзигури

Резюме

В работе рассматривается определение вида проекции кривых пересечения поверхностей второго порядка с общей плоскостью симметрии на чертежах технических деталей. Предлагается упрощенный метод построения кривой (параболы) на примерах пересечения цилиндрической со сферической и конической со сферической поверхностей. С помощью одной вспомогательной сферы-посредника определяется положение средних линии поверхностей. Одна из них совпадает с направлением фокальной оси параболы, а пересечением средних линии является вершина параболы. Из чертежа определяется Р параметр, положение фокуса и директрисы, что даёт возможность построить любое число точек параболы.

DETERMINATION OF INTERSECTION LINE OF SURFACES IN THE DRAWINGS OF TECHNICAL DETAILS

M. Demetrashvili, M. Dzidziguri

Summary

Presented article deals with definition of form of projections of intersection lines of second order surfaces with common symmetry plane in the drawings of technical details. There is proposed simplified method of construction of curve (parabola) by examples of intersection cylindrical with spherical and conical with spherical surfaces. By means of use of auxiliary sphere positions of middle lines of surfaces are defined. One of them coincides with the focal axis of parabola, and the intersection of the middle lines is the vertex of parabola. From the drawing parameter P, positions of focus and directrix are determined, which makes it possible to construct any number of points of the parabola.

შპს 622.8:614.8

**ტექნიკური უსაფრთხოების მოთხოვნები ავტობუსმართი
სადგურების ექსპლუატაციისას**

ა. ბეჟანიშვილი, ჯ. იოსებიძე, გ. მიქაძე, დ. ალადაშვილი, ზ. ბალიაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77.0175 თბილისი,
საქართველო)

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ავტობუსმართი სადგურების უსაფრთხო ექსპლუატაციის უზრუნველსაყოფად დამუშავებული ავტობუსმართი სადგურების უსაფრთხოების წესები, რომელიც აღვებს ტექნიკური უსაფრთხოების მოთხოვნებს ავტობუსმართი სადგურების ტერიტორიის, შენობების, ნაგებობების, ტექნოლოგიური მოწყობილობის მიმართ, აგრეთვე, ელექტროდინამიკის, კონტინენტური და მოძრავი სადგურების ექსპლუატაციისას, ნავთობპროდუქტების მიღების, შენახვისა და გაცემისას. განხილულია მეხდაცვასთან, ელექტრობისგან დაცვასთან და სარემონტო სამუშაოებთან დაკავშირებული საკითხები.

საკვანძო სიტყვები: ავტობუსმართი სადგური, ტექნოლოგიური მოწყობილობა, კონტინენტური სადგური, მოძრავი სადგური, ნავთობ-პროდუქტები.

შეჯამება

ავტობუსმართი სადგური მიეკუთვნება ტექნიკური საფრთხის შემცველ ობიექტს, რომელიც უზრუნველყოფს ავტოსატრანსპორტო საშუალებებისათვის განკუთვნილი ნავთობპროდუქტების (ბენზინის, დიზელის საწვავის, ძრავას ზეთის) მიღებას, შენახვასა და გაცემას, აგრეთვე, ავტოსატრანსპორტო საშუალებების, მძღოლებისა და მგზავრების მომსახურებას.

ავტორთა ჯგუფის მიერ დამუშავებულია “ავტოგასამართი სადგურებისა და ავტოგასამართი კომპლექსების უსაფრთხოების წესები” [1], რომელიც ადგენს ტექნიკური უსაფრთხოების მოთხოვნებს ავტოგასამართი სადგურების ექსპლუატაციისას.

ტექნიკური მოწყობილობის და ტექნოლოგიური პროცესის სირთულედან გამომდინარე, ავარიების და უბედური შემთხვევების თავიდან ასაცილებლად ავტოგასამართი სადგურის მომსახურე პერსონალი სამუშაოზე დაშვებამდე უნდა გაეცნოს უსაფრთხოების წესებს და საწარმოო ინსტრუქციების მოთხოვნებს. წინასაგან განსხვავებულ ახალ სამუშაოზე დაშვებამდე მომსახურე პერსონალმა უნდა გაიაროს შესაბამისი ინსტრუქტაჟი უსაფრთხოების ტექნიკაში. ახალი ტექნოლოგიური პროცესების დანერგვისას, აგრეთვე მოთხოვნათა შეცვლის ან უსაფრთხოების ტექნიკის ახალი ინსტრუქციების შემოღებისას, მომსახურე პერსონალმა უნდა გაიაროს ინსტრუქტაჟი.

ძირითადი ნაწილი

ავტოგასამართი სადგურის დაპროექტების დროს მინიმალური მანძილები მიწისქვეშა და მიწისზედა რეზერვუარების მქონე ავტოგასამართი სადგურის ტერიტორიაზე განთავსებულ შენობებსა და ნაგებობებს შორის მოცემულია ცხრილებში 1 და 2, ხოლო მინიმალური მანძილები ავტოგასამართი სადგურიდან იმ ობიექტებამდე, რომლებიც არ მიეკუთვნება ავტოგასამართ სადგურს – ცხრილში 3.

მიწისქვეშა რეზერვუარში სითხის მაქსიმალური შევსების დონე, სულ მცირე, 0,2 მ-ით დაბლა უნდა იყოს მიმდებარე მოედნის (რეზერვუარის კედლიდან არანაკლებ 3 მ-ის ფარგლებში) უდაბლეს დაგეგმარებით ნიშნულზე. მიწისზედა რეზერვუარი გამოიყენება მხოლოდ დაცულ ტერიტორიაზე (ავტომეურნეობებში, სამრეწველო საწარმოებში და სხვა).

ცხრილში 1 მანძილები მითითებულია: მრიცხველში–შენობის კედლებამდე, მნიშვნელში – შენობის ღიობამდე. ცხრილებში 1 და 2 მანძილები აღნიშნული “ – “ ნიშნით, ნორმირებული არ არის და მიიღება კონსტრუქციული თავისებურებებიდან გამომდინარე.

ცხრილში 3 მანძილები მითითებულია: მრიცხველში – მიწისქვეშა რეზერვუარებისთვის, მნიშვნელში – მიწისზედა რეზერვუარებისთვის. მანძილი წიწვოვანი და შერეული ჯიშების ტყის მასივამდე და ტყე-პარკამდე შეიძლება შემცირდეს ორჯერ, თუ მათი საზღვრის და სადგურის მიმდებარე ტერიტორიის გასწვრივ მიწა დაფარულია ალის გავრცელების ხელშემშლელი

მასალისაგან ან მიწის ზოლი გადახნულია, სულ მცირე, 5 მ სიგანეზე, ან მათ შორის გამოყენებულია I, II, III ხარისხის ცეცხლმედეგობის ნაგებობა. ორთქლ-ჰაერის ნარევების აალების და ან წვის თავიდან ასაცილებელი სისტემებით სადგურის ტექნოლოგიური სისტემის აღჭურვის შემთხვევაში მანძილები შეიძლება შემცირდეს არა უმეტეს 25 %-ით.

ცხრილი 1

მინიმალური მანძილები მიწისქვეშა რეზერვუარების მქონე ავტოგასამართი სადგურის შენობებსა და ნაგებობებს შორის

№	შენობების და ნაგებობების დასახელება	მინიმალური მანძილები შესაბამის შენობებსა და ნაგებობებს შორის, მ						
1.	მიწისქვეშა რეზერვუარები	-	4	2	3/6	3/6	5/9	-
2.	მარიგებელი სვეტები	4	-	5	3	3/6	5/9	4
3.	ავტოცისტერნის მოედანი	2	5	-	3/6	3/6	5/9	-
4.	სადგურის საოპერატორო	3/6	3	3/6	-	-	-	3/9
5.	ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური მომსახურების შენობები	3/6	3/6	3/6	-	-	-	3/9
6.	მძღოლებისა და მგზავრების მომსახურების შენობები და ცალკე მდგომი სანიტარული კვანძი	5/9	5/9	5/9	-	-	-	9/15
7.	დაბინძურებული ნავთობპროდუქტების გამწმენდი ნაგებობები	-	4	-	3/9	3/9	9/15	-

ავტოგასამართი სადგურის ტერიტორიაზე ავტოსატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობა უნდა იყოს ცალმხრივი. ამასთან, მის ტერიტორიაზე გათვალისწინებული უნდა იქნეს განცალკევებული შესასვლელი და გამოსასვლელი. ავტოგასამართი სადგურის ტერიტორიაზე დაყენებული უნდა იქნეს აკრძალულ ადგილებთან ტრანსპორტის მისვლის ამკრძალავი და სხვა შესაბამისი ნიშნები ან ფიზიკურად უნდა შეიზღუდოს ასეთ ადგილებთან ტრანსპორტის მისვლა.

ავტოსატრანსპორტო საშუალებების მომსახურების შენობებში სხვადასხვა ფუნქციური დანიშნულების ტექნიკური მომსახურების სათავსები ერთმანეთისგან გამოყოფილი უნდა იყოს არასაწვავი მასალისგან დამზადებული ტიხრებით. დაუშვებელია ავტოგასამართი სადგურის ტერიტორიაზე განთავსებული შენობა-ნაგებობების ქვეშ მილსადენების გაყვანა, იატაკქვეშა სივრცის, აგრეთვე, თავისუფალი სივრცის მქონე სხვა მიწისქვეშა ნაგებობების მოწყობა.

ცხრილი 2

მინიმალური მანძილები მიწისზედა რეზერვუარების მქონე ავტოგასამართი სადგურის შენობებსა და ნაგებობებს შორის

№	შენობებისა და ნაგებობების დასახელება	მინიმალური მანძილები შესაბამის შენობებსა და ნაგებობებს შორის, მ				
1.	მიწისზედა რეზერვუარი	-	8	-	9	-
2.	მარიგებელი სვეტები	8	-	8	9	4
3.	ავტოციისტერნის მოედანი	-	8	-	9	-
4.	სადგურის საოპერატორო და ცალკე მდგომი სანიტარული კვანძი	9	9	9	-	9
5.	დაბინძურებული ნავთობპროდუქტების გამწმენდი ნაგებობები	-	4	-	9	-

საერთაშორისო მნიშვნელობის საავტომობილო გზებზე განთავსებული ავტოგასამართი სადგურის ტერიტორიაზე ავტოსატრანსპორტო საშუალებების მძღოლებისა და მგზავრებისათვის გათვალისწინებული უნდა იქნეს ცალკე მდგომი სანიტარული კვანძი. სანიტარული კვანძი უნდა ფუნქციონირებდეს გამართულად, სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმების დაცვით.

მინიმალური მანძილები ავტოგასამართ სადგურსა და სხვა ობიექტებს შორის

№	ობიექტის დასახელება	მანძილი ზერვუარებიდან სვეტებიდან, მ	სადგურის და მარიგებელი	რე- მარიგებელი
1.	საცხოვრებელი, საზოგადოებრივი, სამრეწველო და სავაჭრო ობიექტების შენობები (ნაგებობები) ყრუ კედლებით ღიობებით		5/15 15/25	
2.	მოედნიდან, ხიდიდან, სკვერიდან, პარკიდან, ბაღიდან		25/50	
3.	ტყის მასივები და ტყეპარკები: წიწვოვანი და შერეული ჯიშები ფოთლოვანი ჯიშები		25/40 10/15	
4.	ქალაქისა და დასახლებული პუნქტების საავტომობილო გზა (სავალი ნაწილის კიდემდე)		3/15	
5.	ავტომაგისტრალი (სავალი ნაწილის კიდემდე)		12/15	
6.	ცენტრალური რკინიგზა (გზის ვაკისის კიდემდე)		25/50	
7.	ადვილაალებადი მასალების და წვადი ნივთიერებების შესანახი საწყობები		25/30	
8.	შენობები და ნაგებობები, სადაც ინახება, გამოიყენება საშიშროების I და II კლასის რადიოაქტიური და მავნე ნივთიერებები		50	
9.	ავტოგასამართ სადგურამდე		40/80	

ავტოგასამართი სადგურის ტექნოლოგიური მოწყობილობა და მილსადენები ექსპლუატაციაში მიღებამდე უნდა იყოს გამოცდილი ავტოგასამართი სადგურის უსაფრთხოების უზრუნველყოფი შესაბამისი პერსონალის მიერ. გამოცდა ითვალისწინებს მილსადენების

შემოწმებას სიმტკიცესა და ჰერმეტიულობაზე, ტექნოლოგიური მოწყობილობის შემოწმებას უქმ სვლაზე და დატვირთვით დამამზადებელი ქარხნის ექსპლუატაციის ინსტრუქციის მოთხოვნათა შესაბამისად, რეზერვუარის ტექნიკურ შემოწმებას.

ავტოგასამართი სადგურის ტექნოლოგიური, ენერგეტიკული და სხვა მოწყობილობის, აგრეთვე, დამხმარე მოწყობილობის ექსპლუატაციისას უსაფრთხოების მოთხოვნების დაცვა ხდება მათი ექსპლუატაციის ინსტრუქციის, ამ წესების და სადგურის პასპორტის შესაბამისად.

ავტოგასამართი სადგურის ექსპლუატაცია დაუშვებელია ტექნიკური შემოწმების, მონტაჟის ან ექსპლუატაციის პროცესის დროს ნორმატიული და საექსპლუატაციო დოკუმენტაციის მოთხოვნებთან შეუსაბამობის გამოვლენისას.

ავტოგასამართი სადგურის ექსპლუატაციის დროს უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით დაუშვებელია დანადგარების, მოწყობილობების, ხელსაწყოების გამოყენება გაუმართავ მდგომარეობაში, აგრეთვე, საპასპორტო მონაცემებზე მეტი დატვირთვებისა და წნევების დროს.

ავტოგასამართი სადგურის ექსპლუატაციისას უსაფრთხოების განსაკუთრებული მოთხოვნები წაყენება ელექტროდანადგარებს [2]. დაუშვებელია არასაქარხნო წესით დამზადებული ელექტროსახურებელი ხელსაწყოების გამოყენება.

ავტოგასამართი სადგურის პროექტში ელექტროსქემაზე მითითებული უნდა იქნეს ელექტროენერჯის მოხმარებლები (ელექტროძრავები, სანათები, ელექტროხელსაწყოები და სხვ.), აპარატურა (ამამუშავებლები, ასამუშავებელი ღილაკები, ამომრთველები), ელექტროხაზები (კაბელები, სადენები), კაბელებისა და სადენების მარკა და კვეთის ფართობი. კაბელის გაყვანა უნდა ხდებოდეს ნავთობპროდუქტსადენებიდან, სულ მცირე, 1 მ მანძილზე.

განათების და ძალური წრედის გადამრთველებს, ავტომატურ ამომრთველებს უნდა ჰქონდეს მკაფიო წარწერები გამოსართველი აპარატის დასახელების მითითებით. ელექტროფარებში ღია ტიპის მაგნიტური ამა-მუშავებელი დახურული უნდა იყოს საიზოლაციო მასალის დამცავი ეკრანით.

სადენის ლითონის გარსის, ჯავშნიანი ან ტყვიის გარსის მქონე კაბელების, საიზოლაციო მილაკების, ფოლადის მილების ზედაპირები შეღებილი ან დაფარული უნდა იქნეს ლაქით. მათი შეღებვის ფერი უნდა განსხვავდებოდეს შენობის შეღებვის ფერისაგან.

ელექტროქსელებში და ელექტრომოწყობილობაში არსებული ყველა უწესივრობა, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს ნაპერწკლის წარმოქმნა, კაბელებისა და სადენების გადახურება, აგრეთვე ავარია და ხანძარსაწინააღმდეგო დაცვის და მართვის ავტომატური სისტემების მოშლა, დაუყოვნებლივ უნდა აღმოფხვრას.

ელექტროსადენების მომსახურებისას გამოყენებული უნდა იქნეს აუცილებელი დამცავი საშუალებები (დიელექტრიკული ხელთათმანები, ბოტები, ხალიჩები, საიზოლაციო ქვესადებები და სხვ.). გამოყენების წინ დამცავი საშუალებები გულმოდგინედ უნდა შემოწმდეს. დაბალი ტემპერატურის დროს გამოყენებული უნდა იქნეს დათბუნებული დიელექტრიკული ხელთათმანები.

ავტოგასამართი სადგურის ტექნოლოგიური სისტემა, შენობები და ნაგებობები დაცული უნდა იქნეს მეხის პირდაპირი დარტყმისაგან, ელექტროსტატიკური და ელექტრომაგნიტური ინდუქციისაგან.

რეზერვუარის კედლებზე და მილსადენებში სტატიკური ელექტრომუხტების დაგროვების თავიდან აცილების მიზნით აუცილებელია მათი საიმედო ჩამიწება. ელექტროდანადგარის და მოწყობილობის ლითონის ყველა ნაწილი, რომელიც დენგამტარი ნაწილების იზოლაციის დაზიანებისას შეიძლება აღმოჩნდეს ძაბვის ქვეშ, საიმედოდ უნდა იქნეს ჩანულებული (ყრუდ ჩამიწებული ნეიტრალის მქონე ქსელებისათვის) ან ჩამიწებული (იზოლირებული ნეიტრალის მქონე ქსელებისათვის).

ელექტრომოწყობილობისა და სტატიკური ელექტრობისაგან, აგრეთვე, მეხის პირდაპირი დარტყმის და მეორადი გამოვლენისაგან დასაცავად სადგურს უნდა ჰქონდეს ჩამიწების საერთო კონტური. დაუშვებელია ტექნოლოგიური და სხვა მილსადენების გამოყენება ჩამამიწებლების სახით.

ჩამამიწებელი მოწყობილობის დათვალიერება უნდა ჩატარდეს ყოველ 6 თვეში, ხოლო ნესტიან შენობებში – 3 თვეში ერთხელ, ჩამამიწებელი მოწყობილობის წინაღობის ლაბორატორიული შემოწმება კი – წელიწადში ერთხელ, აგრეთვე, ყოველი კაპიტალური რემონტის შემდეგ.

უსაფრთხოების განსაკუთრებული ზომები უნდა იქნეს მიღებული კონტეინერული და მოძრავი სადგურების ექსპლუატაციისას. კონტეინერული სადგური ესაა მიწისზედა რეზერვუარის (რეზერვუარების) მქონე სადგური, რომელიც დამზადებულია როგორც ერთიანი საქარხნო ნაკეთობა. სადგურის ტექნოლოგიური სისტემა უზრუნველყოფს ნავთობპროდუქტებით ავტოსატრანსპორტო საშუალებების გამართვას და გამოიყენება მხოლოდ ავტომეურნეობებში, სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო საწარმოებში. მოძრავი სადგური ასევე ერთიანი საქარხნო ნაკეთობაა, რომლის ტექნოლოგიური სისტემა დაყენებულია ავტომობილის შასიზე და/ან მისაბმელზე და გამოიყენება სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის თავმოყრის ადგილებში, საველე

პირობებში, სამშენებლო მოედნებზე ნავთობპროდუქტებით ავტოსატრანსპორტო და სხვა ტექნიკის გასამართავად, აგრეთვე მოსახლეობისათვის სანათი ნავთის მისაწოდებლად.

კონტეინერული სადგურის ექსპლუატაცია უნდა შეესაბამებოდეს ამ წესების, ეკოლოგიური და სახანძრო უსაფრთხოების მოთხოვნებს.

მოძრავი სადგურის ტექნოლოგიური სისტემა უნდა აკმაყოფილებდეს რეზერვუარების მიწისზედა განლაგების მქონე სადგურის ტექნოლოგიური სისტემისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს.

მოძრავი სადგურის ექსპლუატაცია შესაძლებელია როგორც ცალკე, ასევე მისაბმელთან ერთად.

მოძრავი სადგურის კონსტრუქცია რეზერვუარის შევსების დასრულების შემდეგ უნდა უზრუნველყოფდეს მისი შემვსები მილსადენის სრულ დაცლას. დაუშვებელია მოძრავი სადგურის მიტოვება მუშა მდგომარეობაში მძლავრ-ოპერატორის მეთვალყურეობის გარეშე, აგრეთვე, მისი ექსპლუატაცია ჩამიწების გარეშე.

როგორც მოძრავი სადგურის რეზერვუარის, ასევე ავტოცისტერნის შიგა დათვალიერება დასაშვებია ჩატარდეს მხოლოდ სპეცტანსაცმლით და აირწინაღით. აირწინაღის შლანგი რეზერვუარიდან (ცისტერნიდან) გამოყვანილი უნდა იქნეს სუფთა ზონაში. ამასთან, ყველა სამუშაო უნდა შესრულდეს პასუხისმგებელი პირის მეთვალყურეობით. გასანათებლად გამოიყენება მხოლოდ აფეთქებაუსაფრთხო სანათი.

ავტოგასამართ სადგურზე, როგორც წესი, ნავთობპროდუქტების მიღება ხდება სპეციალური საავტომობილო ტრანსპორტით (ავტოცისტერნით), თუმცა ნავთობპროდუქტები შეიძლება მიღებული იქნეს ასევე რკინიგზის და მილსადენი ტრანსპორტით. ამასთან, ნავთობპროდუქტის მიღება დასაშვებია მხოლოდ იმ ავტოცისტერნით, რომლის ძრავას გამოსაბოლქვი მილი გატანილია წინა მარჯვენა მხარეს.

დაუშვებელია ნავთობპროდუქტების მიღება ერთდროულად ორი და მეტი ავტოცისტერნით. ავტოცისტერნიდან სადგურის რეზერვუარში ნავთობპროდუქტის ჩასხმის პროცესი უნდა წარმოებდეს ავტოცისტერნის მძლავრის და სადგურის ოპერატორის თანდასწრებით. ამასთან, ჩასხმის წინ უნდა შემოწმდეს ჩამკეტი არმატურის გადართვის სისწორე და ავტოცისტერნის ჩამიწება.

ნავთობპროდუქტებით ავტოსატრანსპორტო საშუალებების გაწყობა უნდა მოხდეს მხოლოდ მარიგებელი სვეტების საშუალებით. ჭეკა-ქუხილის დროს რეზერვუარში ნავთობპროდუქტების ჩასხმა და ავტოტრანსპორტის გაწყობა დაუშვებელია.

მომხმარებლებისათვის გასაცემი ნავთობპროდუქტების შენახვა დასაშვებია მიწისქვეშა და მიწისზედა ლითონის რეზერვუარებში, რომლებიც უნდა აკმაყოფილებდეს ტექნიკურ, ეკოლოგიურ და ხანძარსაწინააღმდეგო მოთხოვნებს. ნავთობპროდუქტის შესანახი რეზერვუარი აღჭურვილი უნდა იქნეს ავტოცისტერნიდან ნავთობპროდუქტის შევსების ხაზით, რეზერვუარში ნავთობპროდუქტის დონის განმსაზღვრელი ხელსაწყოთი, მარიგებელ სვეტამდე ნავთობპროდუქტის გაცემის ხაზით. რეზერვუარს უნდა ჰქონდეს შემოწმებისა და პერიოდული გაწმენდის ჩატარებისათვის საჭირო ზომის ხახა.

ავტოგასამართი სადგურის მოწყობილობის ნორმალური მუშაობის უზრუნველსაყოფად აუცილებელია მისი ტექნიკური მომსახურების, მიმდინარე ან კაპიტალური რემონტის ჩატარება. სხვადასხვა სახის მომსახურების და რემონტის მონაცვლეობა და პერიოდულობა განისაზღვრება მოწყობილობის დანიშნულებით და ექსპლუატაციის პირობებით.

ავტოგასამართი სადგურის ექსპლუატაციისას მკაცრად უნდა იქნეს დაცული საქართველოში მოქმედი სახანძრო უსაფრთხოების წესების მოთხოვნები. ავტოგასამართი სადგურის ტერიტორიაზე ყველა შენობა-ნაგებობისა და ტექნოლოგიური მოწყობილობისათვის გათვალისწინებული უნდა იქნეს ხანძარქრობის შესაბამისი საშუალებები.

დასკვნა

ავტოგასამართი სადგურის ექსპლუატაციისას მომსახურე პერსონალის მხრიდან უსაფრთხოების წესების მკაცრი დაცვა მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს ავტოგასამართ სადგურზე ტექნიკური უსაფრთხოების დონის ამაღლებას, ადამიანის სიცოცხლის, ჯანმრთელობის და გარემოს დაცვის საკითხებს.

ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. ავტოგასამართი სადგურებისა და ავტოგასამართი კომპლექსების უსაფრთხოების წესები. საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე, №177, თბილისი, 2008. გვ. 8-21.
2. Правила устройства электроустановок. Изд. „Энергоатом“, Москва, 1987. 250 с.

REQUIRES OF TECHNICAL SAFETY FOR EXPLOITATION OF AUTOMOBILE FILLING STATIONS

A. Bezhanishvili, J. Iosebidge, G. Mikadze, D. Aladashvili, Z. Baliashvili

Resume

For providing with automobile filling stations' safety exploitation safety rules of automobile filling stations have been elaborated. Requires of technical safety for territory, buildings, technological equipment of automobile filling stations, as well as safety norms for exploitation of electro equipment, container and mobile stations for reception, storage and delivery of oil products are given in the article. The problems, connected with protection from thunder, statical electricity and repair works are considered.

ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОЗАП-РАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Бежанишвили А.Г.; Иосебидзе Д.С.; Микадзе Г.А.; Аладашвили Д.С,

З. Балиашвили

Резюме

Для обеспечения безопасной эксплуатации автозаправочных станций разработаны правила безопасности автозаправочных станций, кото-рые устанавливают требования технической безопасности для территории, строений, зданий, технологического оборудования автозаправочных станций, а также для эксплуатации электрооборудования, контейнерной и подвижной станций, приема, хранения и выдачи нефтепродуктов. Рассмотрены вопросы, связанные с защитой от грома, статического электричества и ремонтными работами.

УДК 621.86

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТАНДЕМНЫХ КОЗЛОВЫХ КРАНОВ

Т.А. Чхаидзе, Г.К. Джапаридзе

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

Резюме: *Рассматриваются вопросы совместного действия козловых кранов, выполняющих технологические операции по сборке и складированию рельсовых путей, строящего железнодорожного пути Тбилиси-Карс и пути повышения надежности их работы. Предложены аналитические выражения для определения динамических нагрузок и частоты собственных колебаний и их практического использования.*

Ключевые слова: условия нагружения, динамические исследования, частота собственных колебаний, эксплуатационная надежность.

ВВЕДЕНИЕ

При эксплуатации двухконсольных козловых кранов тандемного действия при выполнении технологической операции сборки и складирования рельсовых путей возникают значительные по величине динамические нагрузки, вызванных в основном из-за резких перемещений грузоподъемной подвески, а также из-за отсутствия синхронности действия машинистов крана и как следствие перегрев эл двигателей механизма перемещения кранов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Условие стабильной работы на 10 т. козловом кране мод. КПБ-10М обеспечивается 4-мм крановыми эл двигателями МТФ 412-8 У2, для стабильной устойчивости при

эксплуатации уклон путей не должен превышать $\Delta=0,003$ м , а скорость ветра не более 14 м/с. [3,4].

При совместной работе двух кранов возникают динамические нагрузки, рассмотрим их возникновение в механизме подъема и перемещения крана. Простейшей схемой , описывающей совместное нагружение от металлоконструкции и механизма подъема принята трехмассовая схема с двумя звеньями (рис.1) [1,2,3].

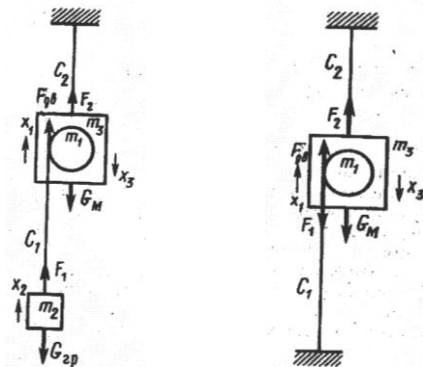


Рис.1 Схема нагружения металлоконструкции и механизма подъема

Масса m_1 определяется

$$m_1 = \frac{4I_1 u^2 \eta}{D_0^2} , \quad (1)$$

где I_1 - момент инерции вращающихся масс, приведенный к валу двигателя, кг.м²;
 u - общее передаточное отношение механизма (с учетом кратности полиспаста); η - к.п.д. механизма; D_0^2 - диаметр грузоподъемного барабана.

Масса груза и подвески включает:

$$m_2 = Q + m_n , \quad (2)$$

где Q - масса груза; m_n - масса подвески. Масса пролетной части металлоконструкции определяется

$$m_{пр.мет} = \frac{1}{g} (0,5G_{пр.мет} + G_T) , \quad (3)$$

где g - ускорение свободного падения; $G_{пр.мет}$ и G_T соответственно пролетной части металлоконструкции и тележки. Здесь $G_T = m_{з.д}$ (рис.1) - приведенный вес металлоконструкции, Н . Пусковая сила двигателя составит, Н:

$$F_{\text{ос}} = \frac{2T_{\text{ср.н}} \cdot u \cdot \eta}{D_6}, \quad (4)$$

где $T_{\text{ср.н}}$ - среднее и ускорение лент двигателя, Н·М коэффициент жесткости каната, Н/М составляет:

$$C_1 = \frac{n_K \cdot E_K \cdot F_K}{H} \quad (5)$$

где n_K - число ветвей канатов в полиспасте; E_K - модуль упругости каната, мПа; F_K - металлическая площадь поперечного сечения каната, м²; H - высота подъема груза (длина каната).

Жесткость пролетной части металлоконструкции C_2 определяем:

$$C_2 \geq \frac{G_{\text{г.н}} + G_{\text{т.н}}}{[f_L] \cdot L} \quad (6)$$

где $G_{\text{г.н}}$ и $G_{\text{т.н}}$ - соответственно номинальные веса груза и тележки, кН; $[f_L]$ - предельный относительный прогиб металлоконструкции при действии номинальной подвижной нагрузки.

При стопорении подвески податливость металлоконструкции определяется (рис.1) [1,2,3]:

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 &= F_{\text{ос}} - F_1 \\ m_3 \ddot{x}_3 &= G_{\text{пр.мет}} + F_1 - F_2, \end{aligned} \quad (7)$$

где $F_{\text{ос}}$ - нагрузка привода при пуске; и принимается на уровне среднестартовой силы.

Нагрузки, приходящиеся на механизм подъема и металлоконструкцию определяем из двухчастотных функции:

$$\begin{aligned} F_1 &= A_1 \cos \omega_1 t + B_1 \sin \omega_1 t + A_2 \cos \omega_2 t + B_2 \sin \omega_2 t + D_1; \\ F_2 &= A_3 \cos \omega_1 t + B_3 \sin \omega_1 t + A_4 \cos \omega_2 t + B_4 \sin \omega_2 t + D_2, \end{aligned} \quad (8)$$

где частота собственных колебаний $\omega_{1,2}$ составляет:

$$\omega_{1,2} = \frac{1}{2} \left(\frac{c_1}{m_1} + \frac{c_1 + c_2}{m_3} \right) \mp \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{c_1}{m_1} + \frac{c_1 + c_2}{m_3} \right)^2 - \frac{4c_1 \cdot c_2}{m_1 \cdot m_3}};$$

Амплитуды гармонических составляющих равны:

$$D_1 = F_{\text{об}}; \quad D_2 = F_{\text{об}} + G_{\text{пр.мет}}; \quad A_{1,2} = \pm \frac{F_{\text{об}} \left(\frac{c_1}{m_1} - \omega_{2,1}^2 \right)}{\omega_2^2 - \omega_1^2};$$

$$A_{3,4} = \pm \frac{F_{\text{об}} \cdot \omega_{2,1}^2}{\omega_2^2 - \omega_1^2}, \quad (9)$$

$$B_{1,2} = \pm \frac{c_1 v}{\omega_{1,2}} \cdot \frac{\omega_{2,1}^2 - \left(\frac{c_1}{m_1} + \frac{c_1}{m_3} \right)}{\omega_2^2 - \omega_1^2} \quad (10)$$

$$B_{3,4} = \pm \frac{c_1 v}{\omega_{1,2}} \cdot \frac{\omega_{2,1}^2 - \left(\frac{c_1}{m_1} + \frac{c_1}{m_3} \right)}{\omega_2^2 - \omega_1^2}$$

где v – скорость массы m_1 перед стопорением

Наибольшие нагрузки в канатах и в пролетной части металлоконструкции подсчитываем по следующим выражениям [2,3]

$$F_{1\text{max}} \cong \sqrt{A_1^2 + B_1^2} + \sqrt{A_2^2 + B_2^2} + D_1$$

$$F_{2\text{max}} \cong \sqrt{A_3^2 + B_3^2} + \sqrt{A_4^2 + B_4^2} + D_2 \quad (11)$$

Для расчета наибольших нагрузок для козловых кранов мод. КПБ-10М грузоподъемностью 10 т. можно определить по формулам указанных выше, имеют следующие параметры: грузоподъемный механизм: [4,5], элдвижитель МТФ-412-8 У2 $P_{\text{об}} = 22,0$ кВт; $n_{\text{об}} = 720$ мин⁻¹; $D_{\text{бар}} = 400$ мм; кратность полиспаст $u_n = 3$; $\phi_{\text{кан}} = 13$ мм; $\phi_{\text{б}} = 400$ мм; $V_{\text{кр}} = 0,22$ м/с; $V_{\text{мет}} = 0,57$ м/с; $L_{\text{пр}} = 16$ м

Мехнизм перемещения крана: $V_{\text{пер.кр}} = 1,5$ м/с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При тандемном использовании козловых кранов при выполнении сборки и складирования релсовых путей для снижения динамических нагрузок на механизм подъема и металлоконструкцию пролетной части необходимо синхронизировать действие крановщиков путем световой сигнализации о начале и торможении механизмов приводов.
2. При использовании 10 т. козловых кранов мод. КПБ-10М в условиях среднего и тяжелого режимов работы и исключения перегрева и выхода их из строя элдвиателей следует использовать крановые электродвигатели серии МТН взамен серии МТФ.

3. При тандемном перемещении кранов с грузом существенное влияние на динамическую нагрузку оказывают параметры скоростей крана ($V_{пер}$, $d_{к-в}$) и высота строп, несущих нагрузку.
4. Для определения динамических и возникающих наибольших нагрузок на механизм подъема и металлоконструкцию крана предлагается методика расчета для практического использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Александров М.П.** Подъемно-транспортные машины. Москва, «Машиностроение». 1984. 332 с.
2. **Казак С.А.** Статистическая динамика и надежность подъемно-транспортных машин. Свердловск. 1987.
3. **Казак С.А.** Курсовое проектирование грузоподъемных машин. Москва, «Высшая школа». 1989. 318 с.
4. **Федосеев В.Н.** Приборы и устройства безопасности грузоподъемных машин. Москва, «Машиностроение». 1990. 317 с.
5. **Паспорт козлового крана** мод.КПБ-10М, №31862.11.04.ПС, 1989.

ტანდემური ჯოჯგინა ამწეების ექსპლუატაციის

თავისებურება

თ. ჩხაიძე, გ. ჯაფარიძე

რეზიუმე

განიხილება ჯოჯგინა ამწეების ერთდროული მოქმედების ზოგიერთი საკითხები საამწეობო და სასაწყობო ტექნოლოგიური ოპერაციების შესრულების დროს, თბილისი-ყარსის სარკინიგზო მშენებლობაზე, მათი საიმედოობის გაზრდის მიზნით. შეთავაზებულია ანალიტიკური გამოსახულებები დინამიური დატვირთვების და საკუთარი რხევების გასაანგარიშებლად პრაქტიკაში გამოყენებისთვის.

OPERATIONAL FEATURES OF TANDEM GANTRY CRANE

T. Chkhaidze, G. Japaridze

summary

The some issues of joint actions of gantry cranes at workshop and warehouse technological operations execution on the construction of Tbilisi-Kars railway in the order of improvement of their reliability are considered. Are offered analytical expressions for practical calculation of dynamical loadings and eigenmodes.

შპს 625.122

მიწის ვაკისის მდგრადობის უზრუნველყოფა რთულ პირობებში
მომუშავე რკინიგზებზე

ხ. ირემაშვილი

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

რეზიუმე: მიწის ვაკისი წარმოადგენს რკინიგზების საინჟინრო ნაგებობათა არსებით ელემენტს, რომლის მდგრადობასა და სიმტკიცეზე დიდად არის დამოკიდებული ტრანსპორტის შეუფერხებელი და უსაფრთხო მოძრაობა, ამიტომ მიწის ვაკისის მოწყობასთან დაკავშირებული სამუშაოების წარმოებისას მკაცრად უნდა იყოს დაცული შესაბამისი ტექნიკური პირობები და ტექნოლოგიური წესების მოთხოვნები. მიწის ვაკისი უნდა იყოს მტკიცე, მდგრადი და საიმედო, ხოლო მისი მოწყობის, შენახვისა და შეკეთების სამუშაოები უნდა საჭიროებდეს მინიმალურ დანახარჯებსა და კომპლექსური მექანიზაციის გამოყენების ფართო შეაძლებლობას.

საკვანძო სიტყვები: მიწის ვაკისი, რკინიგზა, გრუნტი, ყრილი.

შესავალი

მიწის ვაკისის მოწყობის, შენახვისა და შეკეთების თავისებურებები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მთიან ხეობებში გამავალ რკინიგზებზე, რომლებიც ხასიათდებიან რთული კლიმატური და საინჟინრო-გეოლოგიური პირობებით. მაშინ, როდესაც რკინიგზის მოწყობისას მიწის ვაკისის საერთო საშუალო ღირებულება შეადგენს მთლიანი ღირებულების 36%-ს მთიან რეგიონებში იგი შეადგენს 50%-ზე მეტს. მიწის ვაკისის მოსაწყობად გამოიყენება გრუნტები, რომელთა ფიზიკური, ქიმიური და მექანიკური თვისებები ნაკლებად იცვლება წყლისა და სხვა ატმოსფერული ფაქტორების ზემოქმედების გავლენით.

ძირითადი ნაწილი

მიწის ვაკისი მშენებარე რკინიგზის ხაზებზე საჭიროა გავამკვრიოთ იმ სიდიდემდე, რომ მატ-

არებლის დატვირთვის ქვეშის მუშაობდეს პრაქტიკულად ღრეკად სტადიაში. მიწის ვაკისი იმ შემთხვევაშიც კი, თუ ისინი თავიდან არ იყვნენ გამკვრივებული სათანადო სიდიდემდე, მატარებელთა დატვირთვისა და საკუთარი წონის ზეგავლენით გარკვეული დროის განმავლობაში აღწევს სათანადო სმკვრივეს და პრაქტიკულად მუშაობს ღრეკად სტადიაში.

თუ მიწის ვაკისი განიცდის დეფორმაციას, მისი სიდიდე მცირეა და იგი ხაზობრივად პროპო-პორციულია მოქმედი ძაბვებისა, ამიტომ შესაძლებელია ვისარგებლოთ ხაზობრივად დეფორმირებუ-ლი ტანის თეორიით.

გრუნტის გამკვრივების მინიმალური კოეფიციენტის მნიშვნელობა I და II კატეგორიის გზებზე შეადგენს 1, ხოლო III კატეგორიის რკინიგზებზე 0.5.

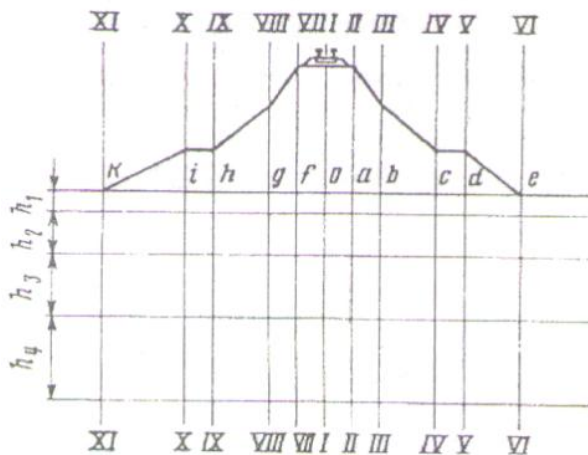
ყრილის მოწყობამდე მის საფუძველზე მოსული დატვირთვა ტოლია საფუძვლის კუთრი წონისა. ბუნებრივი ძაბვა ყრილის მოწყობამდე $\sigma_{mp} = \sigma_g$. როდესაც $\sigma_0 = \sigma_{0p}$ ყრილის საფუძვლის მთლიანი ჯდენის სიდიდე მოცემულ ვერტიკალურ კვეთში ტოლია:

$$S = \sum \Delta h_i + S_{დაა} \tag{1}$$

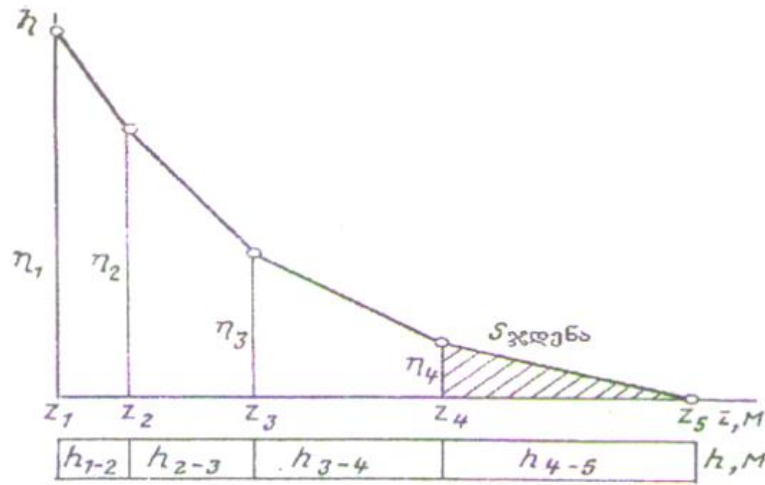
S-ის მნიშვნელობა, შრის სისქის უსასრულოდ მცირე სიდიდის შემთხვევაში შეიძლება განისაღვროს გამოსახულებით:

$$S = \int_0^\infty \frac{\ell_{mp} - \ell_0}{1 + \ell_{mp}} dz = \int_0^{z_n} \eta dz + \int_0^\infty \eta dz \tag{2}$$

სადაც: z_n -არის სიღრმე საფუძვლის ზედაპირიდან შემდეგი შრის ქვედა საზღვრამდე, რომლის-თვისაც განისაზღვრება Δh ჯდენის სიდიდე. (ნახ.1).



ფორმულა 2-დან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ჯდენის სიდიდე S შეიძლება განვსაზღვროთ როგორც ფართი, რომელიც იზღუდება მრუდით η და აბცისისა და ორდინატის ღერძებით (ნახ.2)



მიწის ვაკისის ძირითადი მოედნის ჯდენის სიდიდე S_0 შეიძლება განვსაზღვროთ შემდეგი ფორმულით:

$$S_0 = \alpha s - iH \quad (3)$$

სადაც: α – საფუძვლის მთლიანი ჯდენის წილის სიდიდეა ყრილის მოწყობის დამთავრების შემდეგ

H – ყრილის სიმაღლეა;

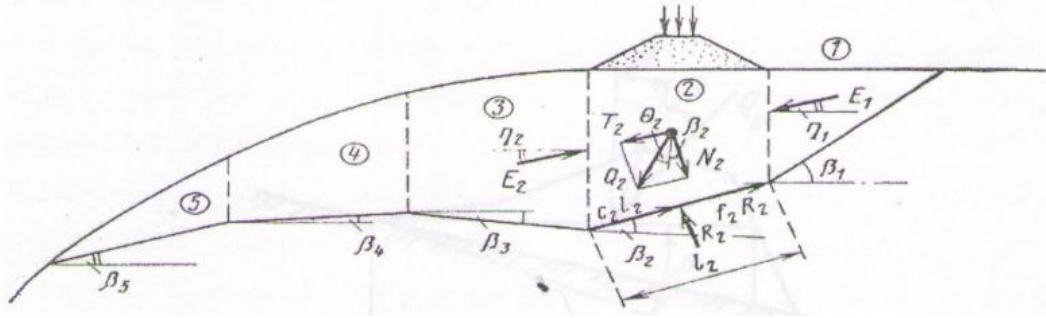
i – ყრილის ტანში საფუძვლის ჯდენის ჩახშობის კოეფიციენტი.

იმასთან დაკავშირებით, რომ დღემდე ზემოაღნიშნული საკითხი არასაკმარისადაა შესწავლილი და გამოკვლეული i -ს მნიშვნელობა ჯერ კიდევ ბოლომდე უცნობია და მისი სიდიდე მიახლოებითი გაანგარიშების შემთხვევაში მიიღება 0.001.

საფუძვლის ჯდენა მიწის ვაკისის ძირითად მოედანზე გავლენას არ ახდენს როდესაც (3)-ე ფორმულით განსაზღვრული S_0 -ის სიდიდე 0-ის ტოლი ან უარყოფითი რიცხვია.

რიგ შემთხვევაში ადგილი აქვს მიწის ვაკისის გრუნტის მასივის გადაადგილებას ნათლად გამოკვეთილი ზედაპირის მიმართ, რის გამომწვევ მიზეზებს წარმოადგენს ფერდის გეოლოგიური სტრუქტურა, გრუნტის გრავიტაციული წყლები, მდინარის ნაპირისა და მის ფერდზე განთავსებული მიწის ვაკისის გამორეცხვა და ა.შ.

მიწის ვაკისის მდგრადობა ჩვეულებრივ შემთხვევაში გაანგარიშება ნაგებობის 1 გრძ. მეტრისათვის (ნახ.3).

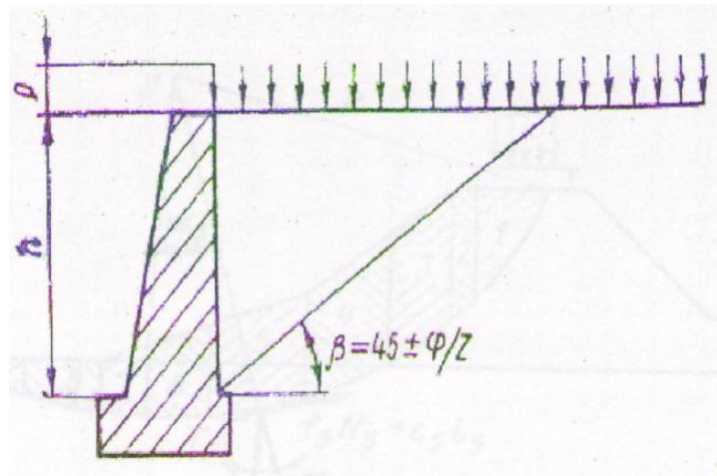


ჩამოცოცხვადი გრუნტის ანუ ბლოკის მდგრადობის K კოეფიციენტი გაიანგარიშება ფორმულით:

$$K = \sum_{i=1}^{i=0} (f_i N_i + C_i l_i + T_i) - \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)} \quad (4)$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც მდგრადობის K კოეფიციენტის სიდიდე 1-ზე მეტია ფერდის მდგრადობა უზრუნველყოფილია.

თუ თავისუფალი ფერდის მდგრადობის K კოეფიციენტის სიდიდე 1-ზე ნაკლებია საჭირო ხდება ფერდის დამჭერი საყრდენი კედლის მოწყობა (ნახ.4).



ნახ.4

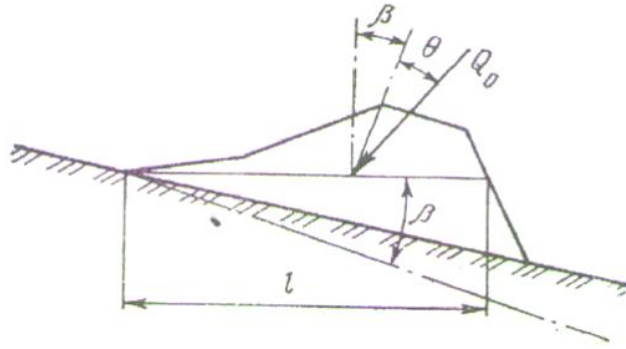
ამ შემთხვევაში კედელზე გრუნტის აქტიური დაწვევის სიდიდე გაიანგარიშება ფორმულით:

$$E_n = \frac{1}{2} \delta h^2 \operatorname{tg}^2(45^\circ \pm \varphi/2) + [p \operatorname{tg}(45^\circ \pm \varphi/2) - c] h \operatorname{tg}(45^\circ \pm \varphi/2) \quad (5)$$

სადაც ნიშანი „-“ აიღება იმ შემთხვევაში, როცა $E_n = E_0$, ხოლო ნიშანი „+“ როდესაც $E_n \neq E_0$

დახრილ ფერდობზე მოწყობილი მიწის ვაკისის (ნახ.5) მდგრადობა გაიანგარიშება ფორმულით:

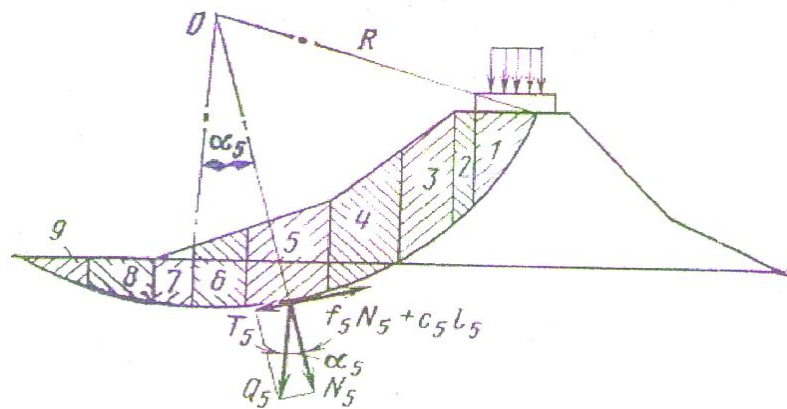
$$K = \frac{jN + cl}{T} = \frac{f}{\operatorname{tg}(\beta + \delta)} + \frac{ci}{Q_0 \sin(\beta + \delta)} \quad (6)$$



ნახ.5 დახრილ ფერდობზე მოწყობილი მიწის ვაკისის საანგარიშო სქემა

მდგრადობის კოეფიციენტი ბლოკისა, რომლის გადაადგილება-ჩამოცურება შესაძლებელია წრიული ცილინდრის ზედაპირზე (ნახ.6) გამოითვლება როგორც დამოკიდებულება დამჭერი ძალების მომენტებისა გადაადგილებულ ძალების მომენტებთან O წერტილის მიმართ. ანუ

$$K = \frac{M_g}{M_o} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (f_i N_i + c_i l_i - q_o)}{\sum_{i=1}^{i=n} T_i - cd} \quad (7)$$



ნახ.6

მიწის ვაკისი იმ რაიონებში, სადაც მოსალოდნელია 7 და მეტი ბალის მიწისძვრის სიმძლავრე გაიანგარიშება სეისმომედეგობის გათვალისწინებით.

ბამოყენებული ლიტერატურა

1. ირემაშვილი ხ. გ. მიწის ვაკისის მოწყობის თავისებურებანი მთის ხეობებში გამავალ გზებზე. ჟურნალი „ტრანსპორტი“ №3-4. თბილისი 2002 წელი. გვ. 32-34.

2. **ბ. თევღორაშვილი, ხ. ირემაშვილი** ნაპირდამცავ ნაგებობათა და კალაპოტში მიმდინარე პროცესების ურთიერთზემოქმედება. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ №3 2007 წელი გვ.53-58.

3. **Бегам Л.Г., Алтунин В.С., Ципин В.Ш.** Регулирование водных потоков при проектировании дорог. М., „Транспорт“.

4. **Кантор В. Б.** Устройство, содержание и ремонт железнодорожного пути. М., „Транспорт“.

ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ЗЕМЛЯННОГО ПОЛОТНА ДЛЯ РАБОТАЮЩИХ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

Х. Иремашвили

Резюме

Земляное полотно является важным элементом железнодорожных инженерных сооружений, от прочности и устойчивости которого во многом зависит безопасное и безостановочное движение транспорта, поэтому при проведении связанных с землянным полотном работ должны быть строго соблюдаться соответствующие технические условия и требования технологических правил. Земляное полотно должно быть прочным, устойчивым и надежным, и работы по его устройству, содержанию и ремонту должны требовать минимальных расходов и широкого использования комплексной механизации.

PROVIDING OF STABILITY OF SUBGRADE FOR OPERATING IN COMPLEX CONDITIONS RAILWAYS

Kh. Iremashvili

Summary

The subgrade is an essential element of railway engineering structures, on strength and stability of which greatly depends safe and non-stop traffic of transport, thus at carrying out related with subgrade works should be strictly protected according technical conditions and requirements of technological rules. The subgrade should be strength, stable and reliable, and its arrangement, must require minimal maintenance and repair expenditures, and the possibility of wide use of complex mechanization.



УДК 629.113

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТРАСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ

М. Туриашвили

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

Резюме: Построены нормированные по дисперсии корреляционные функции вертикальных реакций на ведущие колёса G_k и крутящего момента на полуосях M_{no} . Произведён анализ корреляционных функции; в результате получены дополнительные характеристики случайных процессов.

Аналогично построены спектральные плотности исследуемых процессов. Анализ спектральных плотностей открывают новые характеристики случайных процессов.

Ключевые слова: случайный процесс, корреляционная функция, спектральная плотность, дисперсия, регулярная составляющая.

ВВЕДЕНИЕ

Во время движения автомобиля возмущающим воздействием крутильно колебательной системы трансмиссии является момент сопротивления качению ведущих колёс

$$M_f = f R_k G_k, \quad (1)$$

где G_k – вертикальная нагрузка на ведущие колёса;

f – коэффициент сопротивления качению на дороге;

R_k – радиус качения ведущих колёс.

Доказано, что формирование возмущающего момента $M_f = f R_k G_k$ сводится к формированию вертикальной нагрузки G_k , т.е. $M_f = \gamma G_k$ где $\gamma = f R_k \cong \text{const}$. Подробно о возмущающем воздействии в этом же журнале статьи автора “Методика обработки осциллограмм случайных процессов” (введение).

Микропрофиль автомобильной дороги представляет случайную функцию. Поэтому во время движения автомобиля колебательный процесс возмущающего воздействия G_k и крутящего момента в трансмиссии $M_{по}$ имеют случайный характер.

Исследование динамических процессов в трансмиссии проведен для автомобиля УАЗ-451 с колёсной формулой 4×2.

Произведём одновременную запись G_k и $M_{по}$. Для определения числовых характеристик, автокорреляционной функции и функции спектральной плотности производилось квантование по времени Δt зарегистрированных процессов. В результате непрерывный процесс представляется в виде последовательности дискретных значений.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Корреляционный анализ исследуемых процессов

Дополнительную информацию о процессе даёт корреляционная функция. Она характеризует тесноту связи между значениями случайного процесса, взятыми в различные моменты времени. Физически корреляционная функция определяет затухание энергии колебательного процесса с увеличением времени. Для вычисления корреляционной функции стационарного случайного процесса необходимо найти дискретные значения случайного процесса в различные моменты времени и затем воспользуемся формулой

$$K(\tau) = \int_0^{\infty} Z(t)Z(t + \tau)dt.$$

На рис. 1 и 2 приведены графики нормированных корреляционных функции вертикальных реакции на колёса моста G_k , G_k^* и моментов на полуосях $M_{по}$, $M_{по}^*$, которые были получены нормированием по дисперсии, т.е.

$$\rho(\tau) = \frac{K(\tau)}{D}.$$

Анализ полученных корреляционных функции позволяет сделать следующие выводы:

1. Медленное затухание корреляционных функции свидетельствует о длительном сохранении связи между значениями случайного процесса;

2. Функции $\rho(\tau)$ всех переменных имеют знакопеременный колебательный характер при всех режимах, как для вертикальных нагрузок, так и для моментов, что свидетельствует о периодическом характере соответствующих случайных процессов. На некоторых графиках $\rho(\tau)$ хорошо заметны биения, свидетельствующие о наличии в колебательном процессе составляющих с близкими частотами.

Рассмотрим более подробно графики корреляционных функции. На графиках можно выделить случайную и регулярную составляющие. Случайной составляющей является составляющая $\rho_{сл}(\tau)$, затухающая с увеличением τ до нуля. При этом, промежуток времени $\tau_{кор}$, за который случайная составляющая убывает до нуля, является временем корреляции случайного процесса. Так, для ненагруженного автомобиля время корреляции входа G_x и выхода $M_{по}$ (Рис. 1) соответственно равны 1 сек. и 0,84 сек. Для нагруженного автомобиля время больше (Рис. 2) и соответствует 1,38 сек. Значения $\tau_{кор}$ на Рис. 1 меньше, чем на Рис. 2, что свидетельствует о более “беспорядочном” колебании при ненагруженном автомобиле.

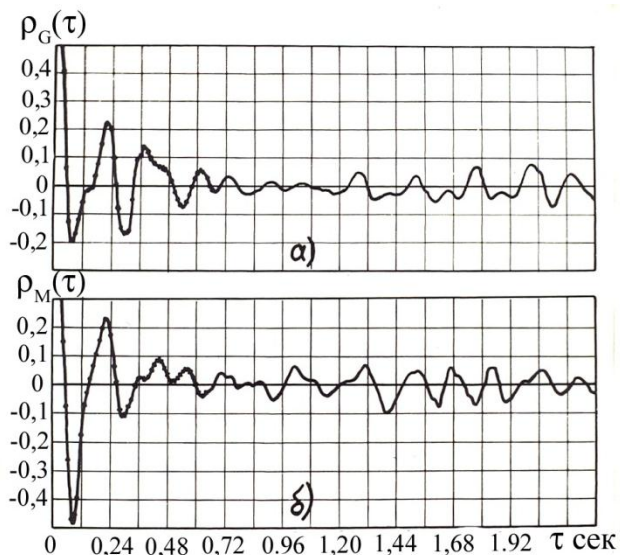


Рис. 1. Нормированные корреляционные функции ненагруженного автомобиля:
 а) вертикальные нагрузки на ведущие колёса
 б) крутящего момента на полуосях

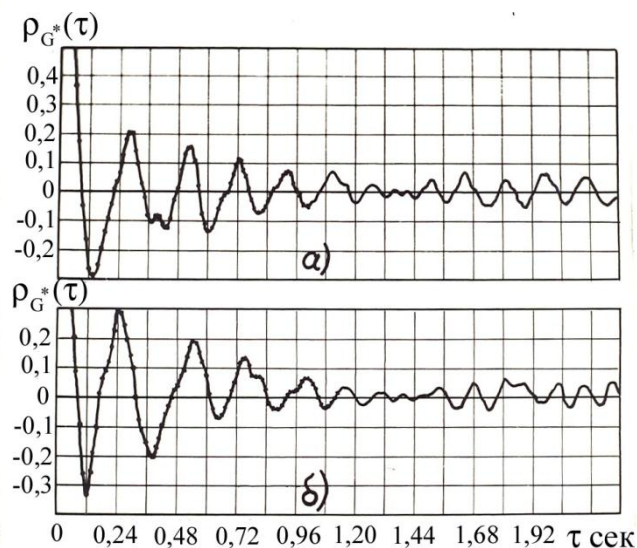


Рис. 2. Нормированные корреляционные функции нагруженного автомобиля:
 а) вертикальные нагрузки на ведущие колёса
 б) крутящего момента на полуосях

Спектральное представление исследуемых процессов

Любой стационарный процесс может быть разложен на бесконечную сумму элементарных гармоник с непрерывно изменяющимися частотами. Спектр случайного стационарного процесса и представляет собой распределение дисперсии амплитуд по различным частотам. С физической точки зрения функция спектральной плотности характеризует распределение энергии всего процесса по отдельным частотам разложения.

Согласно теореме Хинчина-Винера [1] автокорреляционная функция $K(\tau)$ связана с функцией спектральной плотности $S(\omega)$ обратным косинуспреобразованием Фурье

$$S(\omega) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} K(\tau) \cos \omega \tau dt;$$

$$K(\tau) = \int_0^{\infty} S(\omega) \cos \omega \tau d\tau.$$

Так как при вычислении автокорреляционных функций время процесса всегда ограничено, заменим выражение функции спектральной плотности её оценкой. Тогда

$$S(\omega) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} K^*(\tau) \cos \omega \tau d\tau,$$

где $K^*(\tau)$ - оценка корреляционной функции. Величина функции спектральной плотности, отнесённая к дисперсии, является нормированной функцией спектральной плотности

$$S = \frac{S(\omega)}{D}.$$

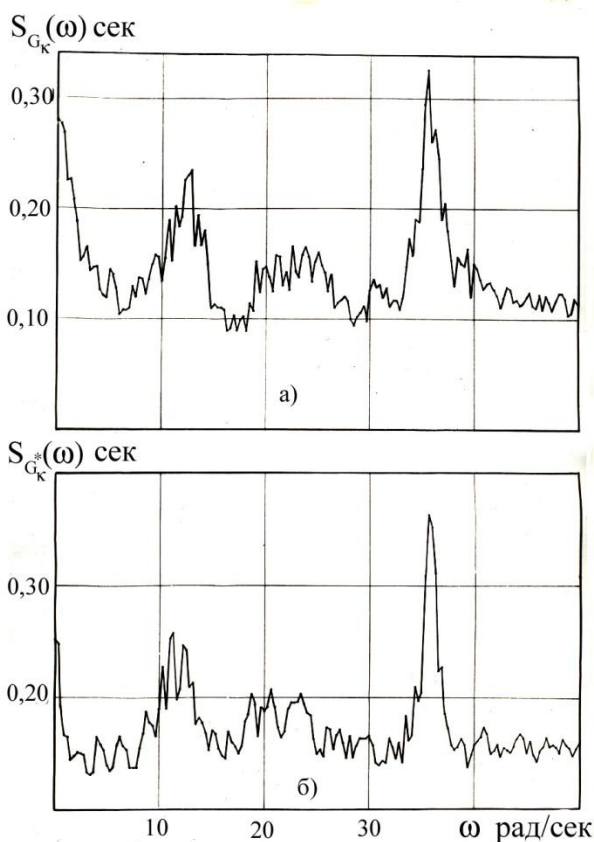


Рис. 3. Нормированная спектральная плотность вертикальной нагрузки на ведущие колёса:
а) для ненагруженного автомобиля
б) для нагруженного автомобиля

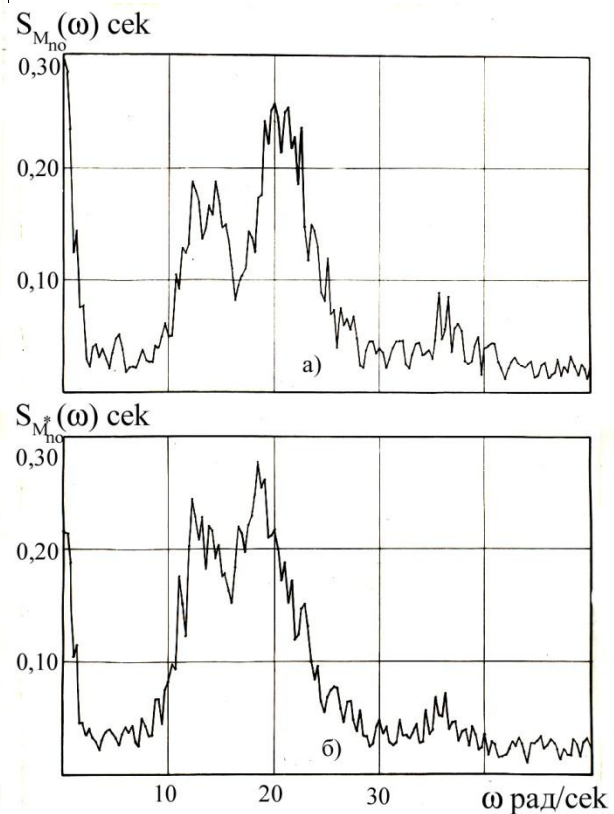


Рис. 4. Нормированная спектральная плотность момента на ведущие колёса:
а) для ненагруженного автомобиля
б) для нагруженного автомобиля

Вычисление нормированных функции спектральной плотности производилось по программам, разработанным в институте Физики Земли АН СССР [2]. При этом, шаг по частоте принимался с учётом разрешающей способности спектра $\Delta\omega = \pi/\tau_{\max}$ и составлял 0,6

рад/сек при $\tau_{\max}=0,1T$. На Рис. 3 и 4 приведены графики функции нормированных спектральных плотностей.

Рассмотрим подробно каждый из них с точки зрения поведения колебательных систем для различной нагрузки автомобиля.

В исследуемой полосе частот спектры вертикальных нагрузок на ведущие колёса, как нагруженного и ненагруженного автомобиля, является почти постоянной интенсивности. Однако, на частотах 1,95 Гц и 5,7 Гц для $S_{G_k}(\omega)$ и на - 1,75 Гц и 5,7 Гц для $S_{G_k}^*(\omega)$ наблюдаются максимумы, Сравнительно небольшие максимумы на частотах 1,95 Гц и 5,7 Гц объясняется влиянием колебаний поддрессоренной массы автомобиля, По параметрам подвески, приведённых в работе [3] показали, что собственная частота колебаний поддрессоренной массы лежит в этих областях частот. Невысокие значения спектров на частотах 1,95 Гц и 5,7 Гц свидетельствуют о том, что возмущения от дороги с соответствующими частотами для выбранной скорости движения малы и не могут сильно раскачать автомобиля, хотя система поддрессоривания в этих частотах склонна к резонированию. Для нагруженного автомобиля максимум спектральной плотности несколько смещён в сторону низких частот, что соответствует увеличению поддрессоренной массы.

Узкополосные максимумы на частотах 5,7 Гц характеризуют регулярные составляющие процессов, т.е. незатухающие колебания поддрессоренных масс автомобиля, вызывающие от неровностей дороги.

В исследуемой полосе частот спектр упругих моментов полуосей, как нагруженного, так и ненагруженного автомобиля, является широкополосным. Сильные гармоники упругих моментов наблюдаются на частотах в области 1,6 – 4,0 Гц. Большая энергия колебаний в этих областях частот объясняется резонансным свойством трансмиссии и некоторым увеличением спектральной плотности возмущения $S_G(\omega)$ и $S_G^*(\omega)$ на этих частотах. Действительно для ненагруженного автомобиля собственные частоты колебаний трансмиссии 3,18 Гц и 13,21 Гц. Третья собственная частота равна нулю. Таким образом на возмущения частоты близкой 3,18 Гц трансмиссия реагирует особенно активно. Поэтому на эти частотах и получаем максимум спектральных плотностей упругих моментов полуосей.

На возмущения второй собственной частоты 13,21 Гц трансмиссия реагирует особенно слабо, к тому же спектральной плотности возмущения на этих частотах практически равны нулю.

Второй максимум на частотах 1,95 Гц для $S_{M_{по}}(\omega)$ и 1,75 Гц для $S_{M_{по}}^*(\omega)$ объясняется влиянием колебания поддрессоренной массы, в результате которого увеличивается

вертикальная нагрузка на ведущие колёса и, следовательно, момент на полуосях.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Вентцель Е.С.** Теория вероятностей. Москва: Физматгиз, 1962 г.
2. **Гудева Н. П., Малиновская Л.Н., Наймаук П.М.** Приближённые вычисления спектров сейсмических колебаний. “Вычислительная сейсмология”. Москва: вып. 3, 1967 г.
3. **Яценко Н.Н., Прутчиков О.К.** Плавность хода грузовых автомобилей. Москва: “Машиностроение”, 1969 г.

ავტომობილების ტრანსმისიაში დინამიკური პროცესების სააღბათო ანალიზი

მ. ტურიაშვილი

რეზიუმე

აგებულია წამყვან თვლებზე მოქმედი ვერტიკალური დატვირთვების რეაქციების G_k და ნახევარღერძებზე მოქმედი მგრეხავი მომენტების M_{no} დისპერსიით ნორმირებული კორელაციური ფუნქციების გრაფიკები. შესრულებულია კორელაციური ფუნქციების ანალიზი; შედეგად მიღებულია შემთხვევითი პროცესების დამატებითი მახასიათებლები.

ასევე აგებულია შემთხვევითი პროცესების სპექტრალური სიმკვრივის გრაფიკები. მათი ანალიზი წარმოაჩენს შემთხვევითი პროცესების ახალ თვისებებს.

PROBABILITY ANALYSIS OF DYNAMICAL PROCESSES IN VEHICLE'S TRANSMISSION

M. Turiashvili

Summary

Are constructed normalized on dispersion correlation functions of vertical reactions on driving wheels G_k and torque on half axles M_{no} . Is carried out the analysis of correlation functions; as a result are obtained additional characteristics of random processes.

Similarly are constructed the spectral densities of investigated processes. The analysis of spectral densities discovered the new characteristics of random processes.

შპს. 514.513

ზოგადი ავინური შესაბამისობა

თ. ბერიძე, ნ. ნოზაძე, მ. ძიძიგური

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

რეზიუმე: სივრცის პერსპექტიულ-აფინური გარდაქმნა ხშირად მხაზველობითი გეომეტრიის რიგი პოზიციური და მეტრული ამოცანების გადაწყვეტის ერთადერთ მიზანშეწონილ მეთოდს წარმოადგენს. ორ ბრტყელ ველს შორის პერსპექტიულ-აფინური შესაბამისობა პარალელური დაგვემდებარების შედეგად მყარდება. სტატიაში განხილულია ისეთი შესაბამისობა, რომელიც შეიძლება მივიღოთ პარალელური დაგვემდებარების კომპოზიციით.

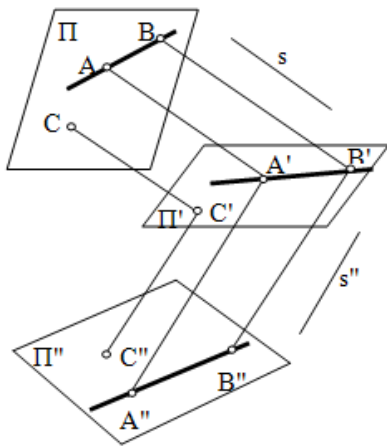
საკვანძო სიტყვები: სამი წერტილის მარტივი ფარდობა, აფინური შესაბამისობა, პერსპექტიულ-აფინური გარდაქმნა, წერტილოვანი ველი, წრფეთა კოლინეარობა, მონათესავე ფიგურები.

ძირითადი შინაარსი

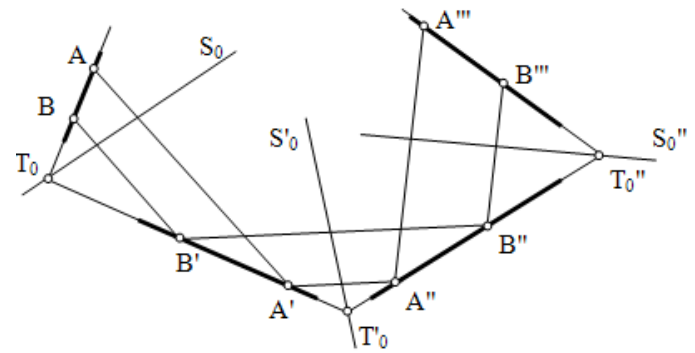
π სიბრტყე უ მიმართულებით დაგვემდებარებოთ π^I სიბრტყეზე, შემდეგ π^I სიბრტყე S^I მიმართულებით — π^{II} -ზე, ბოლოს კი π^{II} სიბრტყე S^{II} მიმართულებით — π^{III} -ზე. ამგვარად, π და π^{III} სიბრტყეებს შორის დამყარდა დამოკიდებულება, როდესაც π სიბრტყის, A, B და C წერტილებს π^{III} სიბრტყის A^{III} , B^{III} და C^{III} წერტილები შეესაბამება. ცხადია, A^{III} , B^{III} და C^{III} საზოგადოდ არ წარმოადგენს A, B და C წერტილების პარალელურ გვემდებარებს. თუმცა, მათ შენარჩუნებული ექნება პერსპექტიულ-აფინური შესაბამისობის ზოგიერთი თვისება. მართლაც, რადგან π და π^{III} -ს შორის შესაბამისობა პარალელური დაგვემდებარების კომპოზიციით არის მიღებული, თითოეული ასეთი დაგვემდებარება კი ინარჩუნებს კოლინეარობას და სამი წერტილის მარტივ ფარდობას, ამიტომ π და π^{III} -ს სიბრტყეებს შორის შესაბამისობასაც იგივე თვისებები ექნება (ნახ.1).

შესაბამისობას, რომელიც დამყარდა π და π^{III} სიბრტყეებს შორის, აფინური ეწოდება.

ახლა განვიხილოთ პერსპექტიულ-აფინური (ნათესაური) გარდაქმნების ერთობლიობა სიბრტყეზე. თითოეული გარდაქმნა განსაზღვრულია ღერძითა და შესაბამის წერტილთა წყვილით: 1) S_0 და $(A A')$, 2) S_0' და $(A'A'')$, 3) S_0'' და $(A''A''')$.



ნახ. 5



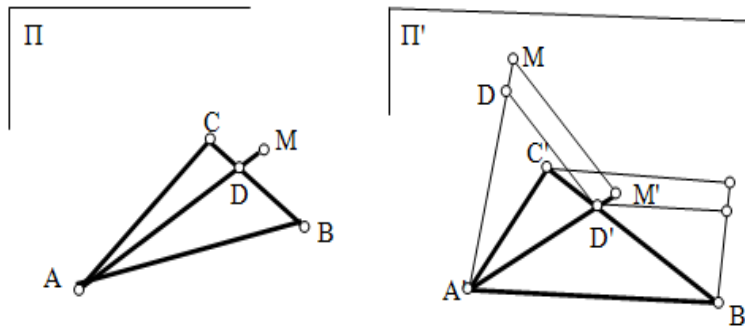
ნახ. 6

სურათზე ნაჩვენებია წერტილის შესაბამისი B''' წერტილის აგება. როგორც განხილული შემთხვევებიდან ჩანს, პარალელური დაგეგმილების ან პერსპექტიულ-აფინური გარდაქმნების კომპოზიციებით მიღებული შესაბამისობა ხასიათდება კოლინეარობითა და სამი წერტილის მარტივი ფარდობით(ნახ.2).

განვიხილოთ ორი წერტილოვანი ველის აფინური შესაბამისობის ერთი კერძო შემთხვევა. მოცემული π სიბრტყე მსგავსებით გარდავაქმნათ π' სიბრტყეში. როგორც ვიცით, ორი წერტილოვანი ველის მსგავსებისას შენარჩუნებულია წრფეთა კოლინეარობა და შესაბამის წრფეთა პარალელობა. ამ თვისებების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ π და π' ველებს შორის აფინური შესაბამისობაა.

სიბრტყის სიბრტყეზე პარალელური დაგეგმილება და ფიგურათა გადაადგილებაც აფინური შესაბამისობის მაგალითებია, რადგან თითოეული მათგანი კოლინეარობას, წრფეთა პარალელობას და სამი წერტილის მარტივ ფარდობას ინარჩუნებს. ცხადია, ამ გარდაქმნების კომპოზიციით მიღებული შესაბამისობაც აფინური იქნება.

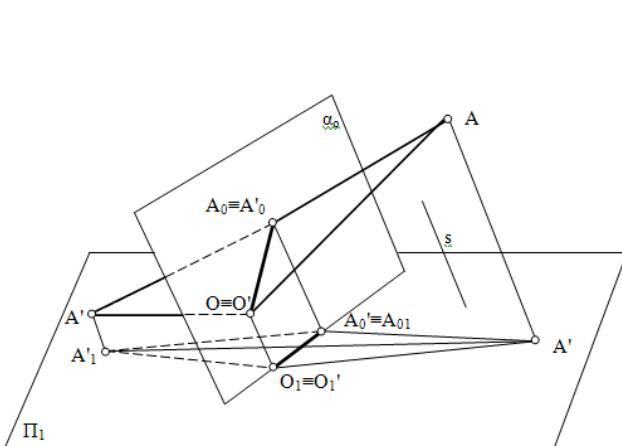
ვთქვათ π სიბრტყეზე მდებარე ABC სამკუთხედს π' სიბრტყეზე $A'B'C'$ სამკუთხედი შეესაბამება (ნახ.3), მაშინ π სიბრტყეზე ალბულის ნებისმიერი წერტილის შესაბამისი M'



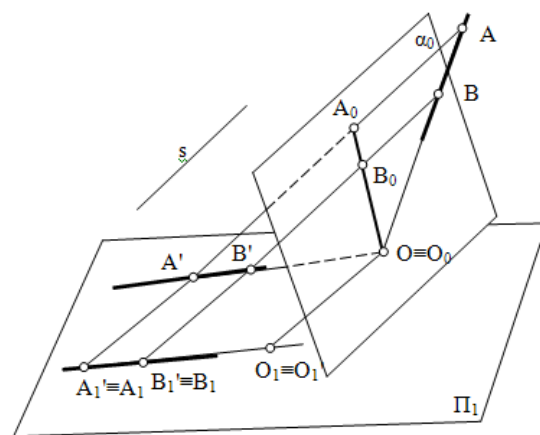
ნახ. 7

წერტილს π' სიბრტყეზე შემდეგნაირად ვიპოვით: წერტილი ABC სამკუთხედის წვეროსთან შევართოთ და განვსაზღვროთ (AM) და (BC) წრფეების გადაკვეთის წერტილი. π' სიბრტყეზე წერტილი განვსაზღვროთ $(B'C'D') = (BCD)$ ტოლობით, რადგან აფინურ შესაბამისობაში სამი წერტილის მარტივი ფარდობა უცვლელია, ხოლო (AD) წრფის შესაბამის $(A'D')$ წრფეზე M' წერტილი ვიპოვოთ პირობით: $(A'D'M') = (AMD)$. ამრიგად, π სიბრტყის ნებისმიერ წერტილს π' სიბრტყის ერთი გარკვეული M' წერტილი შეესაბამება და პირიქით. განვიხილოთ როგორი უნდა იყოს დაგეგმილების მიმართულება, რომ სივრცის ნათესაურ გარდაქმნასთან დაკავშირებული აგებები რაც შეიძლება მარტივად აისახოს გეგმილთა სიბრტყეზე..

თუ დაგეგმილების მიმართულებას შევირჩევთ ისე, რომ იგი ნათესაობის α_0 სიბრტყის პარალელური იყოს, მაშინ გეგმილთა სიბრტყეზე მიღებულ ამ ნათესაურ შესაბამისობებს ნათესაობის მიმართულებასთან ერთად ნათესაობის ღერძიც საერთო ექნება(ნახ. 4).



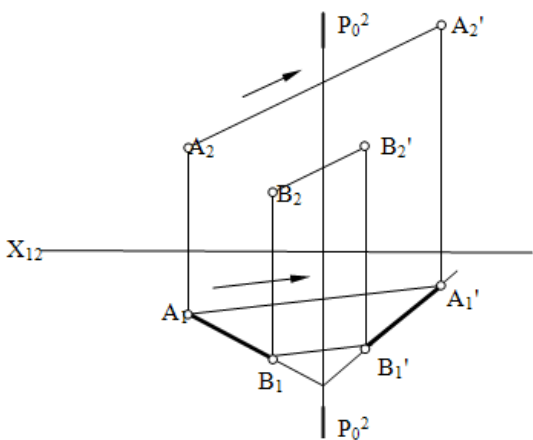
ნახ. 8



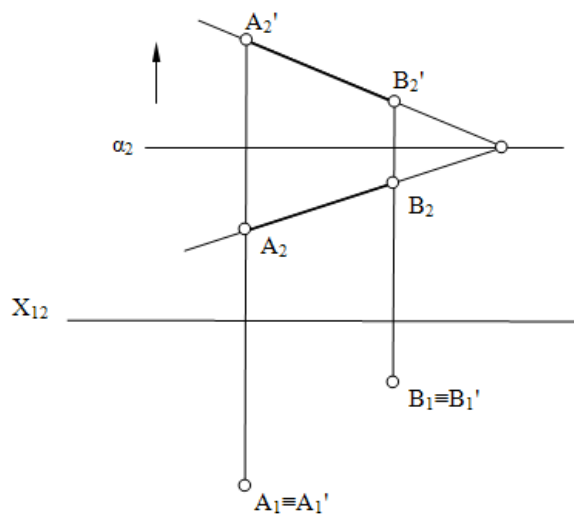
ნახ. 9

ახლა განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც დაგეგმილების მიმართულება ნათესაობის მიმართულების პარალელურია (ნახ.5). ამ შემთხვევაში, როგორც ნახაზიდან ჩანს, ნათესაურად შესაბამისი წერტილების გეგმილები ერთმანეთს დაემთხვევა.

ერთ გეგმილთა სიბრტყეზე დაგეგმილებისას მიზანშეწონილია, დაგეგმილების მიმართულება ნათესაობის სიბრტყის პარალელურად ავიღოთ. როგორც ვიცით, ორთოგონალური დაგეგმილებისას დაგეგმილების მიმართულება გეგმილთა სიბრტყეების მართობულია. ამიტომ, თუ ნათესაობის სიბრტყეს ამ მიმართულების პარალელურად ავიღებთ, იგი ორ პირობას უნდა აკმაყოფილებდეს: მართობული უნდა იყოს როგორც ჰორიზონტალური, ასევე ფრონტალური გეგმილთა სიბრტყეებისა. ამ პირობას კი პროფილის სიბრტყე აკმაყოფილებს (ნახ.6)



ნახ. 10



ნახ. 11

ნახაზზე ნათესაობის (პროფილის) სიბრტყე მოცემულია თავისი კვალებით. ვთქვათ, წერტილის მონათესავე წერტილია $A'(A'_1, A'_2)$. მაშინ ნათესაობის მიმართულება განისაზღვრება თავისი ჰორიზონტალური ($A_1 A_1'$) და ფრონტალური ($A_1 A_1'$) გეგმილით. მოცემული B წერტილის მონათესავე B' წერტილის აგება სიძნელეს არ წარმოადგენს.

ახლა განვიხილოთ შემთხვევა, როცა დაგეგმილების მიმართულება ნათესაობის მიმართულების პარალელურია. როგორც ვიცით, ამ დროს სივრცის ნათესაური წერტილების ნებისმიერი წყვილის გეგმილები ერთმანეთს ემთხვევა. ორი გეგმილთა სიბრტყის შემთხვევაში კი გვეძლევა საშუალება, ნათესაობის სიბრტყე ისე შევირჩიოთ, რომ იგი პარალელური იყოს ერთ-ერთი გეგმილთა სიბრტყისა. ნათესაობის მიმართულება კი – ნათესაობის სიბრტყის მართობული (ნახ. 7).

ამ შემთხვევაში მონათესავე ფიგურების ჰორიზონტალური გეგმილები ერთმანეთს ემთხვევა, ხოლო ფრონტალურ გეგმილთა სიბრტყეზე გეგმილებს შორის მყარდება ნათესაური შესაბამისობა, სადაც ნათესაობის ღერძს ჰორიზონტალური სიბრტყე წარმოადგენს.

დასკვნა

საინჟინრო გეომეტრიის მათემატიკური და ტექნიკური მიდგომები და დეფინიციები ძალიან ახლოს არის ერთმანეთთან, მაგრამ პირველი პრობლემის თეორიულ მხარეზე აკეთებს აქცენტს, ხოლო მეორე-კონკრეტული ტექნიკური ამოცანის რეალიზაციაზე.

სივრცის გარდაქმნების მეთოდი მოცემულ ფიგურას სხვა ისეთ ფიგურად გარდაქმნის, რომლის თვისებები დასახული ტექნიკური ამოცანების ამოხსნის გამარტივების საშუალებას მოგვცემს.

ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. **Глаголев Н. А.** Проективная геометрия. М., „Высшая школа“, 1966. ст. 153-192.
2. Методы начертательной геометрии и ее приложение. М., МГУ, 1965. ст. 42.
3. **Моденов П. С., Пархоменко А. С.** Геометрические преобразования. М., МГУ, 1961.
4. **გ. ვაჩნაძე.** მხაზველობითი გეომეტრიის კურსი. თბილისი “განათლება”, 1979. Юнг Дж. В. Проективная геометрия. М., Гос. изд. Физико-математической литературы. 1961. ст. 21-63.

GENERAL AFFINE CORRESPONDENCE

T. Beridze, N. Nozadze, M.Dzidziguri

Abstract

Frequently, perspective-affine transformation of space is only reasonable method for solving some metric and positional tasks of descriptive geometry. Perspective –affine correspondence between two fields is established by parallel projections. In this article such type of correspondence is considered which achieved by means of composition of parallel projections.

ОБЩЕЕ АФФИННОЕ СООТВЕТСТВИЕ

Т. Беридзе, Н. Нозадзе, М. Дзидзигури

Резюме

Часто, перспективно-аффинное преобразование пространства является единственно разумным способом решения некоторых позиционных и метрических задач начертательной геометрии. Перспективно-аффинное соответствие между двумя полями устанавливается посредством параллельного проецирования. В этой статье рассматривается такой тип соответствия, которая достигается путем композиции параллельного проецирования.

შპს 621.864

**მემბრანიანი მაგნიტურჰიდრაული საბიძგებლისთვის მემბრანის
შერჩევის შესახებ**

ს. ბიწაძე

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

რეზიუმე: ნაშრომი ეძღვნება მემბრანიანი მაგნიტურჰიდრაული საბიძგებლისთვის მემბრანის შერჩევას. ამ მიზნით განხილულია მემბრანის გარსისა და გარსის შემავსებელი პლასტიური მასალების თვისებები. ანალიზის შედეგად შერჩეულია მემბრანის ოპტიმალური კონსტრუქცია, მემბრანის გარსისათვის გამოსაყენებელი ქსოვილი და გარსის შემავსებელი პლასტიური მასალა ისე, რომ უზრუნველყოფილი იყოს მემბრანის საკმაოდ მცირე სიხისტე, მემბრანის დიდი გადაადგილება და ზეთის არეში მუშაობისას დიდი ხანგრძლივობა.

საკვანძო სიტყვები: საბიძგებელი, მემბრანა, ხისტი ცენტრი, ეფექტური ფართი, რეზინი, კორდის ქსოვილი.

შესავალი

მრეწველობის მრავალ სფეროში, სადაც საჭიროა ელექტრული პროცესების მექანიკურ პროცესებად გარდაქმნა, კერძოდ სწორხაზოვან წინსვლით და უკუსვლით მოძრაობებად, ძირითადად გამოიყენება მუდმივი და ცვლადი დენის ელექტრომაგნიტური და სხვადასხვა სახის საბიძგებლები. ბოლო ხანს ფართო გამოყენება ჰპოვეს სხვადასხვა ტიპის მაგნიტურჰიდრაულიკურმა საბიძგებლებმა (მჰს) [1].

ზოგიერთ მანქანა-მექანიზმში საბიძგებლების ამძრავად გამოყენებისას საჭიროა საბიძგებლის ჭოკის სვლის დიდი სიდიდე (მაგ., შლაგაუმის ჩასაკეტად, ბუნკერისა და ლუმელის ჩამკეტის გასაღებად, რკინიგზის ისრების გადასაყვანად და სხვა), რაც, თავის მხრივ, იწვევს საბიძგებლების სიმძლავრის, გაბარიტებისა და წონის გაზრდას.

პირითადი ნაწილი

არსებულ მაგნიტურჰიდრაულიკურ საბიძგებლებში მუდმივი დენის ელექტრომაგნიტის ღუზა ასრულებს ელექტრომაგნიტის კოჭაში მოთავსებული პირველადი ჰიდროცილინდრის დიდი დიამეტრის დგუშის როლს. ღუზა-დგუში გულანასთან h სიდიდით მიზიდვისას გადაჭირხნის მუშა სითხეს საბიძგებლის კორპუსის ზედა ნაწილში არსებულ მეორე მცირე d -დიამეტრიან ჰიდრაულიკური ცილინდრის დგუშის ქვედა არეში. ამ დროს მცირე d დიამეტრიანი დგუში ჭოკთან ერთად აიწევა, რაღაც H სიდიდით, რომელიც განისაზღვრება ტოლობით:

$$H = h \left(\frac{D}{d} \right)^2; \quad (1)$$

როგორც (1) ტოლობიდან ჩანს, ჭოკის სვლის H სიდიდის გაზრდა შესაძლებელია ღუზა-დგუშის დიამეტრის, სვლის ან ორივე სიდიდის გაზრდით, ასევე მცირედიამეტრიანი დგუშის d დიამეტრის შემცირებით.

მუდმივი დენის მაგნიტებში h და D სიდიდეების გაზრდა იწვევს ელექტრომაგნიტური მახასიათებლების გაუარესებას და ელ. მაგნიტის გაბარიტების გაზრდას. განსაკუთრებით აღსანიშნავია, რომ h სიდიდის მცირე ზრდა საკმაოდ ამცირებს მაგნიტის მიზიდულობის ძალას, რაც ნათლად ჩანს შემდეგი ფორმულიდან [2]:

$$P = \frac{1}{2} i^2 \frac{\mu_0 S \omega^2}{h^2}; \quad (2)$$

მცირედიამეტრიანი დგუშის d სიდიდის შემცირება ითხოვს მუშა სითხის ჭარბი წნევის სიდიდის გაზრდას, რათა ჭოკმა დაძლიოს მასზე მოქმედი გარე დატვირთვა. ჭარბი წნევის გაზრდა კი ართულებს საბიძგებლის ჰერმეტიკულობის უზრუნველყოფას.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე ჩვენ შევიძუშავეთ მემბრანიანი საბიძგებლის ორიგინალური კონსტრუქცია [3], სადაც ელექტრომაგნიტის ღუზის ქვედა ნაწილში დამაგრებული მემბრანა ასრულებს დიდდიამეტრიანი დგუშის როლს. მემბრანის ეფექტური ფართის შერჩევით შესაძლებელია უზრუნველვყოთ ელექტრომაგნიტის ღუზის D დიამეტრისა და h სვლის ოპტიმალური სიდიდეები, ასევე ჭარბი წნევის სასურველი მინიმალური სიდიდე. აღსანიშნავია, რომ მემბრანის დიამეტრის სიდიდის შეუზღუდავი გაზრდის შესაძლებლობა საშუალებას იძლევა ელექტრომაგნიტის ღუზის სვლის h სიდიდე შეირჩეს პრაქტიკულად ნებისმიერი მცირე სიდიდის, ისე, რომ არ შეიცვალოს საჭირო ჭარბი წნევის სიდიდე.

მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებლის მემბრანა მოთავსებულია ზეთის არეში. საბიძგებლის მუშა სითხის – ზეთის ტემპერატურა დამოკიდებულია გარემოს ტემპერატურასა და ელ.

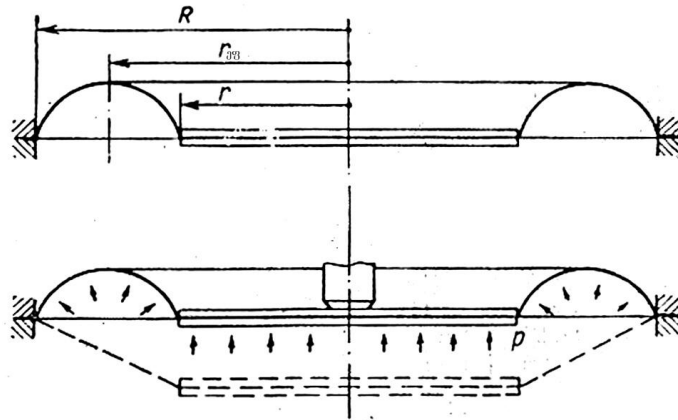
მაგნიტის ჩართვის ხანგრძლივობაზე, ამიტომ საქართველოს პირობებში ზეთის ტემპერატურა შეიძლება იცვლებოდეს -40 -დან $+80^{\circ}\text{C}$ -მდე.

მჰს-ს მემბრანის დასამზადებლად ვარგისია არა ყველა პლასტიური მასალა, არამედ მხოლოდ ისეთი, რომლებიც შემდგომი მექანიკური თუ თერმული დამუშავებისას უფრო მეტად დრეკადი და პლასტიური ხდება. მასში გამოყენებული მემბრანის შემადგენელი მასალა უნდა ხასიათდებოდეს მაღალი დრეკადობითა და პლასტიურობით. მემბრანის ზეთის არეში ხანგრძლივი მუშაობისას რომ არ მოხდეს მემბრანის გაჯირჯება, იგი უნდა დამზადდეს ზეთგამძლე სინთეტიკური რეზინისაგან. მჰს-ს მემბრანა უნდა იყოს საკმაოდ მცირე სისისტის და უნდა უზრუნველყოფდეს ხისტი ცენტრის დიდ გადაადგილებას.

მჰს-ს არალითონური მემბრანის ხისტი ცენტრის დიამეტრი ძირითადად შეადგენს მუშა დიამეტრის $0,75-0,85$ ნაწილს (ნახ. 1ა). ბრტყელი მემბრანის დრეკადი რგოლური ნაწილი მზადდება ბრტყელი ან ტოროიდული ფორმის. ბრტყელი მემბრანის კონსტრუქცია მარტივია, თუმცა ხისტი ცენტრის გადაადგილებისას მემბრანის ეფექტური ფართი საგრძნობლად იცვლება და ეფექტური ფართი იანგარიშება როგორც აბსოლუტურად დრეკადი მემბრანის ეფექტური ფართი

$$F_{\text{ეფ}} = \Pi r_{\text{ეფ}}^2$$

სადაც $r_{\text{ეფ}}$ – მემბრანის დრეკადი რგოლის ყველაზე ზედა წერტილის რადიუსია (ნახ. 1ა).



ნახ. 1. არალითონური მემბრანები:

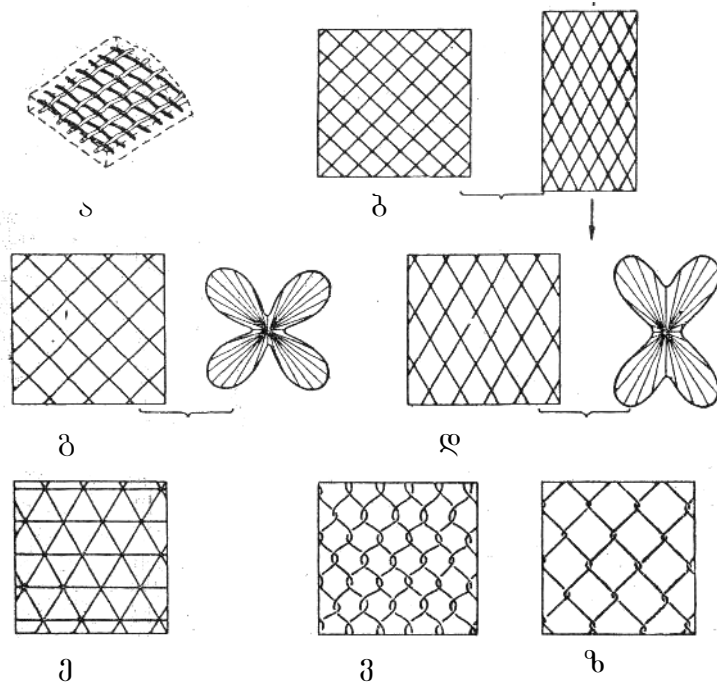
- ა – დამზადებისას ფორმირებული ტოროიდული გოფრით; ბ – ბრტყელი მემბრანა დატვირთვამდე და დატვირთვის შემდეგ

ტოროიდული მემბრანა, რომელსაც ფორმას დამზადებისას ვანიჭებთ, ბრტყელ მემბრანასთან შედარებით ხასიათდება უფრო სტაბილური ეფექტური ფართით, თუმცა მისი დამზადება რთულია. ზოგჯერ ბრტყელ მემბრანას არამჭიდროდ ამაგრებენ კორპუსში და მუშაობისას წნევის ზემოქმედებით იჭიმება და ღებულობს ტოროიდულ ფორმას (ნახ. 1, ბ), მაგრამ ამ შემთხვევაში ეფექტური ფართის სტაბილურობა უფრო დაბალია, ვიდრე ტოროიდული მემბრანისა. მემბრანის

მასალის დამყოლობა, რომელიც უზრუნველყოფს მემბრანის მცირე სიხისტეს, ამავე დროს წარმოადგენს სერიოზულ წინაღობას მაღალი წნევის არეში მუშაობისას, რადგან ამ დროს მემბრანის გოფრი ძლიერ იჭიმება, რაც იწვევს ეფექტური ფართის ცვლილებას. მაღალი წნევისას მემბრანის მასალის სიმტკიცე ხშირად არასაკმარისია. მემბრანის სიმტკიცის გაზრდა ისე, რომ შენარჩუნებული იქნეს მცირე სიხისტე, შესაძლებელია მიღწეულ იქნეს მემბრანის ბადისებრი კონსტრუქციით [4,5].

მემბრანის ბადისებრი კონსტრუქცია წარმოადგენს გარსს, შედგენილს ძაფებისაგან, რომელთა შორის სივრცე შევსებულია ელასტიური მასალით (რეზინი, პლასტმასა). შემავსებელი მასალა უზრუნველყოფს ჰერმეტიულობას და ძაფებს გადასცემს მუშა დატვირთვას (ნახ. 2,ა). ძაფების სიხისტე გაცილებით მეტია, ვიდრე შემავსებელი მასალის სიხისტე, ამიტომ ისინი წარმოადგენენ მზიდ ელემენტებს მემბრანის კონსტრუქციაში. რადგან მემბრანის დატვირთვისას ძაფების სიგრძე პრაქტიკულად უცვლელი რჩება, დატვირთვისას მემბრანის ფორმის შეცვლა დაკავშირებულია შემავსებელი მასალის ძვრის დეფორმაციასთან.

ბადისებრი გარსი ხასიათდება ბადის სტრუქტურით განპირობებული ანიზოტროპული თვისებებით. მაგალითად, მართკუთხა ბადეში მასალის სიხისტე ძაფების მიმართულებით იქნება მაქსიმალური, ხოლო ძაფების მიმართ 45 -ით მიმართული კი – მინიმალური (ნახ. 2, ა, გ). როცა მემბრანის ბადის ძაფები არ არიან ურთიერთმართობული, მაშინ სიხისტე მიმართულების მიხედვით იცვლება იმ კანონით, რომელიც ნაჩვენებია ნახ. 2, დ-ზე. თუ ბადის ძაფების სამი ფენა ერთმანეთთან გადაიკვეთება წყვილ-წყვილად 60 -ით (ნახ. 2,ე), მაშინ ასეთი გარსის თვისებები იქნება იზოტროპულთან მიახლოებული.



ნახ. 2. მემბრანების ბადისებრი კონსტრუქციები

ანიზოტროპული ბადისებრი გარსისაგან შეგვიძლია მივიღოთ საკმაოდ მტკიცე მემბრანა, მითუმეტეს თუ მემბრანის პროფილს ისეთ სახეს მივცემთ, რომელიც ნაკლებად შეიცვლება წნევის ცვალებადობისას ხისტი ცენტრის მდებარეობის შეუცვლელად. ასეთ შემთხვევაში უზრუნველყოფილი იქნება მემბრანის ეფექტური ფართის სტაბილურობა.

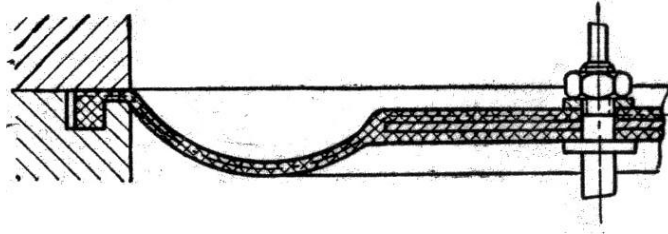
პრაქტიკაში ყველაზე უფრო გავრცელებულია ისეთი მემბრანები, რომელთა გარსი შექმნილია იმ ქსოვილისაგან, რომლის ძაფები ურთიერთმართობულია, რადგან ასეთი მემბრანების დამზადება შედარებით უფრო ადვილია. თუმცა ეს მემბრანები რიგი ნაკლოვანებით ხასიათდება, კერძოდ მემბრანის დამზადებისას გოფრის ფორმირების პროცესში ხდება ძაფების არათანაბარი დაჭიმვა. ძაფები, რომლებიც წრეწირის მხებად არიან მიმართული, ძლიერ იჭიმებიან და ზოგჯერ წყდებიან კიდევ. ძაფები, რომლებიც მიმართულია რადიუსის მიმართ 45 -იანი დახრით, შედარებით უკეთეს პირობებში არიან. ამიტომ, წნევის ცვალებადობისას მემბრანის გოფრის ფორმა იცვლება, რაც, თავის მხრივ, იწვევს მემბრანის ეფექტური ფართის ცვლილებას.

მემბრანის დამზადებისას თუ გამოყენებულია სარჟის ან ტილოს ისეთი ქსოვილი, სადაც ძაფები ერთმანეთთან გადახლართულია, მაშინ ასეთი მემბრანა არ ხასიათდება მაღალი მუშა პარამეტრებით. ეს აიხსნება იმით, რომ ძაფების გადახლართვის ადგილებში მემბრანის მუშაობისას ძაფებს შორის წარმოიქმნება ხახუნი, რაც იწვევს ძაფების ცვეთას და გაწყვეტას (ნახ. 2, ვ,ზ).

ამ მხრივ, განსაკუთრებული უპირატესობა ენიჭება ისეთ მემბრანებს, რომლებიც დამზადებულია კორდის ქსოვილისაგან, სადაც სხვადასხვა მიმართულების ძაფები სხვადასხვა სიბრტყეშია განთავსებულნი და ერთმანეთს არ ეხება. თუ მემბრანა მუშაობს მაღალი წნევის არეში, მაშინ შეიძლება მემბრანის გარსის დამზადებისას გამოვიყენოთ კორდის ქსოვილის რამდენიმე ფენა.

მემბრანის ხისტი ცენტრი შეიძლება მივიღოთ ორი ლითონის დისკოს მეშვეობით, რომელთა შორის მოთავსებულია მემბრანის ნაწილი. დისკოს ურთიერთდაჭერით მემბრანის ის ნაწილი, რომელიც მოთავსებულია დისკოებს შორის, აღარ იჭიმება. ზოგჯერ კი, დიდი ძალების მოქმედებისას, მემბრანის დისკოებს აწებებენ.

ხისტი ცენტრის დამაგრების ყველაზე უფრო საიმედო მეთოდია, როცა მემბრანის გულკანიზაციისას მემბრანის რეზინის ფენა შემოწვდომილია დისკოს ორივე მხარეს (ნახ. 3). ამით უზრუნველყოფილია დისკოს კოროზიისაგან დაცვა და ჭოკის მემბრანასთან დამაგრების ჰერმეტიულობა.



ნახ. 3. არალითონური მემბრანების დამაგრება

მემბრანის კორპუსში დამაგრების სხვადასხვა მეთოდები არსებობს. შესაძლებელია მემბრანა გარე კონტურით მოთავსდეს კორპუსში. ამ შემთხვევაში დაჭერის ძალა უზრუნველყოფს მის დამაგრებას. ჭანჭიკებით დამაგრებისას მემბრანის გარე კონტურზე ჭანჭიკებისთვის კეთდება ხვრელები, რაც არასასურველია, რადგან მემბრანის დაჭიმვისას შესაძლებელია ხვრელის ადგილებში მემბრანის დაზიანება და ჰერმეტიკის დარღვევა.

უფრო სრულყოფილია მემბრანის კორპუსში დამაგრება მემბრანის წრიული კინტით, რომელიც მემბრანის ფორმირებისას არის დამზადებული. დამაგრების ასეთი მეთოდი უზრუნველყოფს მემბრანის კორპუსში საიმედო ცენტრირებასა და ჰერმეტიკობას, ასევე გამორიცხულია მემბრანის კორპუსის მიმართ გადაადგილების შესაძლებლობა (ნახ. 3).

დასკვნა

ამრიგად, ზემოთ მოყვანილი მსჯელობიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მემბრანიანი მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებლებისათვის ოპტიმალური იქნება ისეთი ტოროიდული მემბრანის შერჩევა, რომლის ხისტი ცენტრი მემბრანის დამზადებისას იქნება შემოწვდომილი მემბრანის რეზინის ფენით ოროვე მხრივ, ამასთან მემბრანის გარსისთვის გამოყენებული უნდა იყოს კორდის ქსოვილი, ხოლო მემბრანის გარსის შემავსებელი უნდა იყოს ზეთგამძლე პლასტიური მასალა.

ბამოყენებული ლიტერატურა

1. **М.П. Александров.** «Тормоза подъемно-транспортных машин». Москва, «Машиностроение», 1967, 383с.
2. **А.К. Тер-Акопов.** «Динамика быстродействующих электромагнитов». Москва, «Энергия», 1965г., 166с.
3. **О.С. Езикашвили, С.Г. Бицадзе.** Магнитогидрравлический толкатель. А.С. №582188. Б.И. №44 1977г.

4. **Л.Е. Андреева.** Расчет гофрированных мембран, сб. «Расчеты на прочность в машиностроении», МВТУ, Машгиз, 1995г.
5. **А.А. Лапин.** Графический способ расчета резино-кордовых оболочек. Труды МВТУ, вып. 16. Машгиз, 1992г.

ON SELECTION OF MEMBRANE FOR MAGNETOHYDRAULIC PUSHER

S. Bitsadze

Summary

In the paper are considered the different membrane structures, are described the properties of materials used for membranes' manufacturing. After their analysis is selected the optimal membrane structure for magnetohydraulic pusher, as well as the materials, which will be used in the process of membranes' manufacturing.

О ВЫБОРЕ МЕМБРАНЫ ДЛЯ МАГНИТОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ТОЛКАТЕЛЯ

С. Бицадзе

Резюме

В статье рассмотрены разные конструкции мембран, описаны свойства материалов, используемых для изготовления мембран. После их анализа выбрана оптимальная конструкция мембраны для магнитогидравлического толкателя, а также те материалы, которые будут использованы при изготовлении мембран.

შპს 6217 (088.81)

**როტოსარანდავი ჩარხის ძირითადი კვანძის - კარეტკის ბლოკის
დაპროექტების და კვლევის საფუძვლები**

ო. რუხაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77.0175 თბილისი,
საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში მოცემულია როტოსარანდავი ჩარხის ძირითადი კვანძის, კარეტკის ბლოკის დაპროექტების და კვლევის გადაწყვეტის გზები. აღნიშნული ამოცანის გადაწყვეტაში ამოსავალ მონაცემებად აღებულია როტაციული რანდვის თავისებურებანი. კერძოდ, ჭრის პროცესში წარმოშობილი ძალების მიმართულების და სიდიდეების ცვალებადობა და განლაგების მდებარეობანი. კვლევის მიზანია ცვლადი ძალების გაუნებლყოფა, ჭრის პროცესის მდგრადობის ძიების გზით.

საკვანძო სიტყვები: როტაციული რანდვა, კარეტკა, სინისტე, ავტორყევი.

შეჯამება

ჩარხმშენებლობაში მოძრავი შეერთებების სინისტის ამალღების მიზნით, წარმატებით გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციის მექანიზმები, რაც დანიშნულია ღრეჩოს ამოღებისთვის კვანძში, რამეთუ კვანძში ღრეჩოს არსებობის დროს, ღიღია ალბათობა ჭრის მოქმედი ძალებით ფოლხვის ზონაში აღიძრას ავტორყევი, რომელიც უარყოფითად მოქმედებს როგორც ჩარხის ვიბრომდეგობაზე, ასევე მჭრელი იარაღის მედეგობაზე.

გასათვალისწინებელია ისიც, რომ ზოგადი დანიშნულების ჩარხების შპინდელის კვანძში, ღრეჩოს ამოღება იწვევს ჩარხის პირველადი გაწყობის დარღვევას, რადგან იცვლება შპინდელის კვანძის ადგილმდებარეობა. შედეგად უარესდება დეტალის დამუშავების სიზუსტე. როტოსარანდავ ჩარხში კარეტკის ბლოკი მოიცავს კარეტკას და მასზე ხისტად დამაგრებულ სიჩქარის და მიწოდების კოლოფებს, ჯამური წონით $G=117.8$ კნ.

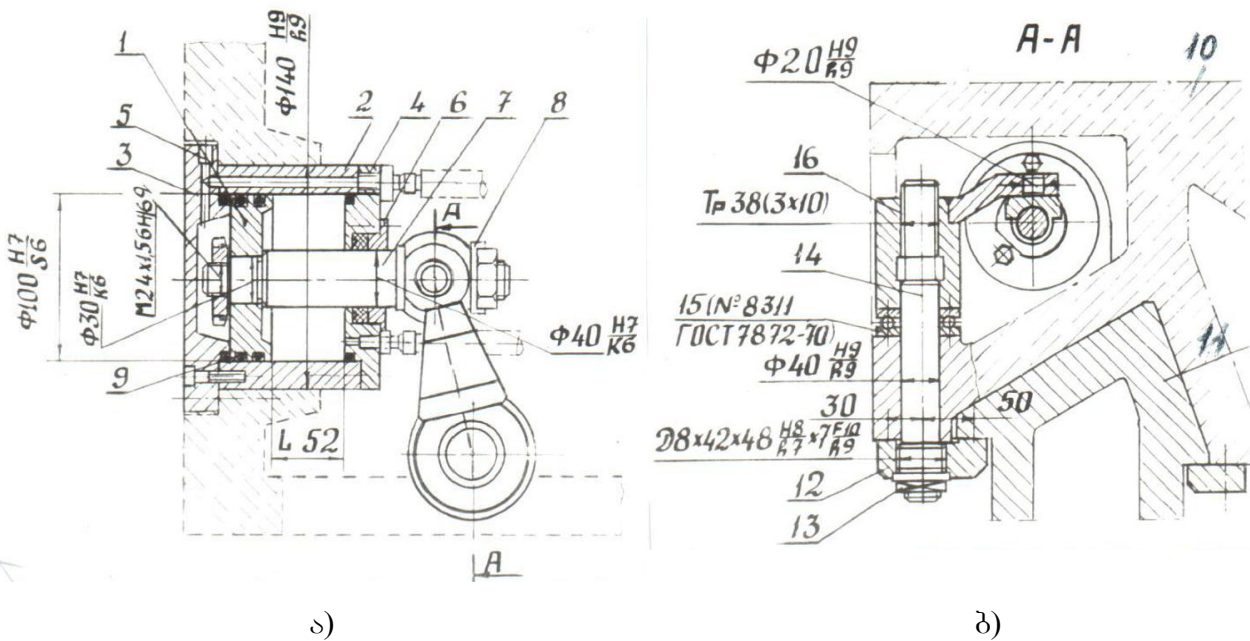
ჩარხის სიჩქარის კოლოფის შპინდელის ღერძის პირველადი ადგილმდებარეობის ცვლა ღრეჩოს ამოღების გამო კვანძში კარეტკა-მიმმართველები უმნიშვნელოა, რადგან იგი იწვევს მხოლოდ ცენტრების სიმაღლის სიდიდს ($H=200\pm 0.1$ მმ) მცირე სიდიდეზე ცვლას, რაც არ იწვევს ჩარხის პირველადი გაწყობის დარღვევას და შედეგად დამუშავების სიზუსტის გაუარესებას.

ძირითადი ნაწილი

ჩარხის ძირითადი კვანძი კარეტკა (ციგა) განთავსებულია თვითდაცენტრების მქონე სამ მიმმართველიან სადგარზე (ნახ.2) და რადიალური მიწოდების მექანიზმით ასრულებს, მჭრელი იარაღის (როტოსარანდავი თავის), როგორც სწრაფ გადაადგილებას ჭრის ზონაში, ასევე შეჭრის პროცესს ჭრის სიღრმეზე. $t=5\pm 0.5$ მმ [1].

აღნიშნული მოძრაობის შემდეგ ხდება კარეტკის ბლოკის დაფიქსირება და ღრეჩოს ამოღება (კარეტკა-მიმმართველის) ფოლხვის ზონაში. შედეგად ხდება ბიმეტალური დეტალის (მასალის მარკით X12ფლ45) სრული დამუშავება [2], ჩსდი-ის ჩაკეტილი სისტემის (ჩარხი, სამარჯვი, დეტალი, იარაღი) პირობებში, ანუ როტოსარანდავი ჩარხის ვიბრო-მედეგობის შენარჩუნების პირობებში.

კარეტკა-მიმმართველის კონსტრუქციული თავისებურებებისა და ჩარხებში მოძრავ კვანძებში გამოყენებული მექანიზმების ანალიზის საფუძველზე განხორციელდა შესაბამისი მექანიზმის დაპროექტება (იხ. ნახ. 1 ბ). მექანიზმი მუშაობს ჩარხის ჰიდროსისტემის გამოყენებით.



ნახ. 1 კარეტკის ბლოკის მოჭერის მექანიზმი

ზეთი წნევით მიეწოდება ჰიდრო ცილინდრს 2 მარჯვენა არეში, გადაადგილება ჭოკი 7 მარცხნივ. შედეგად შემობრუნდება სპეციალური ქანჩი 16 (იხ. ნახ. 1 ბ) რის შედეგადაც წევა 14 გადაადგილება ზემოთ და თამასა 12-ით მოხდება კარეტკის 10 დაფიქსირება და მოჭერა მიმართველზე 11.

მოშვება მოხდება ჰიდროცილინდრში 2 ზეთის მიწოდებით საწინააღმდეგო მიმართულებით. კონსტრუქცია ისეა გადაწყვეტილი, რომ მოშვების ძალა აჭარბებს მოჭერის ძალას, რაც გამორიცხავს „გაჭედვის“ ვარიანტს.

ქანჩის 16 მობრუნების კუთხეს (α) ვსაზღვრავთ ფორმულით

$$\sin \alpha / 2 = L / 2R \quad (1)$$

სადაც R არის მანძილი ცილინდრის 2 ღერძიდან წევას 14 ღერძამდე. ხოლო L - დგუმის 1 სვლის სიგრძეა მმ-ში. ამ მოძრაობის შედეგად წევა 14 გადაადგილება სიდიდეზე

$$X = \alpha P / 360^0 \quad (2)$$

სადაც P=(3x10) მმ- სამშესავლიანი ხრახნის ბიჯა მმ-ში.

რადგან ჭრის პროცესი შეჭრის შემდეგ მიმდინარეობს ჩაკეტილი სისტემის პირობებში, სისტემაზე კარეტკა-სადგარი იმოქმედებს ჭრის და მოჭერის ძალები ერთდროულად (იხ.ნახ.2)

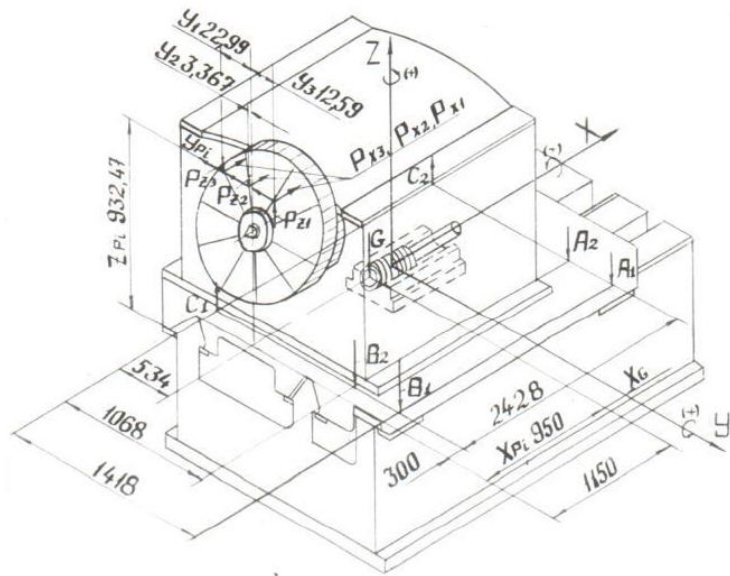
ჭრის ძალის საანგარიშო მნიშვნელობებია [3]:

$Pz_1 = Pz'_1 + Pz''_2 = 23.33$ კნ	$Px_1 = 25.76$ კნ	$Py_1 = 23.135$ კნ
$Pz_2 = Pz'_2 - Pz''_2 = -2,35$ კნ	$Px_2 = 18.69$ კნ	$Py_2 = -23.135$ კნ
$Pz_3 = Pz'_3 - Pz''_3 = -11.33$ კნ	$Px_3 = 20.95$ კნ	$Py_3 = -23.135$ კნ
$\Sigma Pz_i = 9.65$ კნ	$\Sigma Pxi = 65.40$ კნ	$\Sigma Py_i = -69.41$ კნ

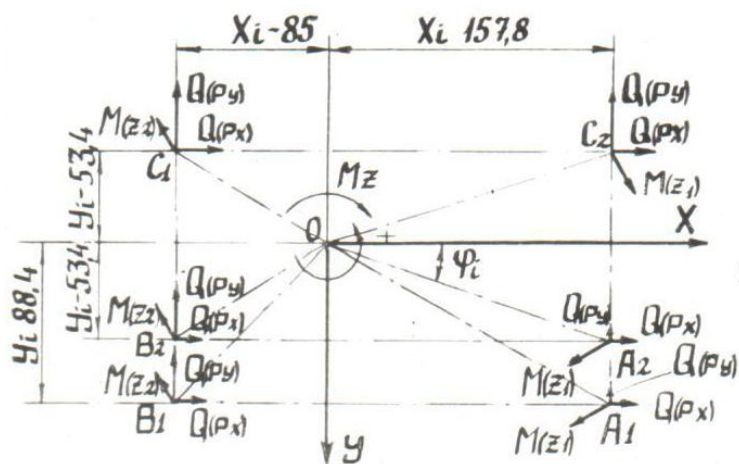
კარეტკის მოჭერის პარამეტრების განსაზღვრისთვის ყველა მოქმედი ძალა მოდებულია X-Y-Z ღერძებზე (იხ. ნახ. 2 და 3)

მოქმედი გარე ძალების მოდების წერტილებია

$Y_1 = 22.99$ სმ	$Zp_i = 93.247$ სმ
$Y_2 = 3.367$ სმ	$X_i = -115.0$ სმ
$Y_3 = 12.59$ სმ	$X_G = -20.0$ სმ



ნახ.2 კარეტის ბლოკზე და საიარალო თავზე მოდებული ძალების სქემა



ნახ.3 კარეტის ბლოკზე და საიარალო თავზე მოდებული დამბრავი ძალების სქემა

მომჭერი მექანიზმების მოჭერის ძალების მოდების წერილება:

$$Y_{A1} = Y_{B1} = 88.4 \text{ სმ} \quad X_{A1} = X_{A2} = X_{C2} = 157.8 \text{ სმ}$$

$$Y_{A2} = Y_{B2} = 53.4 \text{ სმ}$$

$$Y_{C1} = Y_{C2} = -53.4 \text{ სმ} \quad X_{B1} = X_{B2} = X_{C1} = -85.0 \text{ სმ}$$

დაყვანილი მოქმედი გარე ძალები:

$$P_x = \sum P_x = 65.4 \text{ კნ} \quad P_y = \sum P_y = -69.41 \text{ კნ} \quad P_z = \sum P_z - G = -108.15 \text{ კნ}$$

სადაც $G=117.8$ კნ ჩარხის მოძრავი ნაწილის (კარეტის ბლოკის) წონაა.

X-Y-Z ლერძებზე მოქმედი მომენტები იანგარიშება ფორმულებით: -

$$M_x = P_{Z1} Y_{P1} + P_{Z2} Y_{P2} + P_{Z3} Y_{P3} - \sum P_{yi} Z_{Pi} \quad (3)$$

$$M_y = G X_G - \sum P_{xi} Z_{Pi} - \sum P_{zi} X_{Pi} \quad (4)$$

$$M_z = -\sum P_{yi} X_{Pi} + P_{xi} Y_{Pi} - P_{x3} Y_{P2} - P_{x3} Y_{P3} \quad (5)$$

მოჭერის ძალების მოდების წერტილში მოქმედი რეაქციის ძალების მდგენელები იანგარიშება ფორმულით

$$N_i = \frac{P_z}{n} + M_y X_i / \sum_{i=1}^n X_i^2 - M_x Y_i / \sum_{i=1}^n Y_i^2 \quad (6)$$

სადაც $n=6$ - არის მომჭერების რაოდენობა.

$$\sum X_i^2 = 3(X_{A1}^2 + X_{B1}^2) = 96377.5 \text{ სმ}^2$$

$$\sum Y_i^2 = 2(Y_{A1}^2 + 2Y_{A2}^2) = 27035.4 \text{ სმ}^2$$

შესაბამისად განტოლების (6) ამოხსნით მიიღება მოდების წერტილებში $A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2$ მოქმედ რეაქციის ძალების მდგენელები $N_{A1}, N_{A2}, N_{B1}, N_{B2}, N_{C1}, N_{C2}$

შესაბამისი სიდიდით და მიმართულებით (იხ.ნახ. 2)

რეაქციის ძალების კორიზონტალური მდგენელები იანგარიშება ფორმულით:

$$\bar{Q}_i = \bar{Q}_{Pxi} + \bar{Q}_{Pyi} + Q_{Mzi} \quad (7)$$

სადაც

$$Q_{Pxi} = \sum P_{xi} / n \quad Q_{Pyi} = \sum P_{yi} / n \quad Q_{Mzi} = M_z \sqrt{X_i^2 + Y_i^2} / \sum_{i=1}^n (X_i^2 + Y_i^2)$$

$$X_{i1}=158.7 \text{ სმ}$$

$$X_{i2}=85 \text{ სმ}$$

$$Y_{i1}=Y_{i2}=88.4 \text{ სმ}$$

(7) ფორმულის ამოხსნის საფუძველზე ვღებულობთ

$$Q_{ix} = Q_{Pxi} + Q_{Mzi} \cdot \sin \varphi \quad (8)$$

$$Q_{iy} = Q_{Pyi} + Q_{Mzi} \cdot \cos \varphi \quad (9)$$

სადაც $\cos \varphi = X_i Q_{Mzi} / \sqrt{X_i^2 + Y_i^2}$ $\sin \varphi = Y_i Q_{Mzi} / \sqrt{X_i^2 + Y_i^2}$

ფორმულების (8) და (9) ამოხსნის გზით ვიღებთ რეაქციის ძალების კორიზონტალურ მდგენელებს:

$$Q_{A1x}, Q_{A2x}, Q_{A1y}, Q_{A2y};$$

$$Q_{B1x}, Q_{B2x}, Q_{B1y}, Q_{B2y};$$

$$Q_{C1x}, Q_{C2x}, Q_{C1y}, Q_{C2y}.$$

მოჭერის წერტილებში $A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2$ იხ. ნახ.3

თუ არ განვიხილავთ ჭია-სავარცხელა წყვილის წინააღმდეგობას სისტემის „კარეტკა-მიმმართველები“ დაძვრაზე საწყისი მდებარეობიდან, მაშინ შერჩეული ხახუნის კოეფიციენტის $f_1 = f_2 = 0.1$ პირობებში, საჭირო საფიქსაციო მოჭერის ძალები იანგარიშება განტოლებით:

$$N_{\Sigma i} = K \left[\sqrt{Q_{X_i}^2 + Q_{Y_i}^2} / (f_1 + f_2) + N_i \right] \quad (10)$$

სადაც $K=1.1$ მარაგის კოეფიციენტია.

განტოლებაში (10) მონაცემების შეტანის გზით ვსაზღვრავთ მოდების წერტილებში $A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2$ იხ. ნახ.3 საჭირო მოჭერის ძალების მნიშვნელობებს: $N_{\Sigma A1}, N_{\Sigma A2}, N_{\Sigma B1}, N_{\Sigma B2}, N_{\Sigma C1}, N_{\Sigma C2}$.

ჰიდროსისტემით კარეტკის საფიქსაციო მოჭერის ძალა იანგარიშება ფორმულით:

$$F_{1.2} = PS_{1.2} \quad (11)$$

სადაც P - ზეთის წნევაა ჰიდროცილინდრში (იხ. ნახ.1)

$$S_1 = \pi(d_1^2 - d_2^2)/4 \text{ - დგუმის მუშა ფართი მოჭერის დროს.}$$

$$S_2 = \pi d_1^2/4 \text{ - დგუმის მუშა ფართი მოშვების დროს.}$$

კარეტკის ბლოკის მოჭერისა და მოშვების ძალები იანგარიშება ფორმულით

$$T_1 = 2M_1/d_{\text{საშ}} \text{tg}(\alpha + \rho) \quad (12)$$

სადაც $d_{\text{საშ}}$ ხრახნის საშუალო დიამეტრია:

$$\alpha = \arctg \rho_p / \pi d_{\text{საშ}} \text{ - ხრახნული ხაზის დახრის კუთხეა ქანჩზე}$$

$$\rho = \arctg(f / \cos \beta) \text{ - ხახუნის კუთხეა; } \beta = 15^\circ \text{ ხრახნის პროფილის ნახევარკუთხეა;}$$

$f=0.13$ - ხრახნულ წყვილში ხახუნის კოეფიციენტია. $P=10$ მმ ხრახნის ბიჯია.

ქანჩზე მოქმედი მგრეხავი მომენტი კარეტკის მოჭერისა და მოშვების დროს იანგარიშება ფორმულით:

$$M_{1.2} = F_{1.2}R \quad (13)$$

სადაც $R=110$ მმ - ბერკეტის სიგრძეა (იხ. ნახ. 1 ა და ბ)

გაანგარიშებათა საფუძველზე (და ექსპერიმენტული კვლევების შედეგად) მიღებული სიდიდეებით დადგინდა, რომ სისტემის მუშაობა აკმაყოფილებს წაყენებულ მოთხოვნებს.

ვითვალისწინებთ იმას, რომ მოჭერის ძალის T გაანგარიშების დროს მოჭერის ძალა ნაწილდება ორ საყრდენზე (იხ. ნახ.15) შესაბამისად თამასა 12 განიხილება როგორც ძელი განთავსებული ორ საყრდენზე. ამიტომ მოჭერის ძალა მიმმართველებზე 11 იქნება

$$T_1' = T_1 a / L \quad (14)$$

სადაც $a=50$ მმ მანძილია საყრდენიდან მოჭერის ძალის T_1 მოდების წერტილამდე, $L=88$ მმ - თამასას 12 საყრდენებს შორის მანძილია.

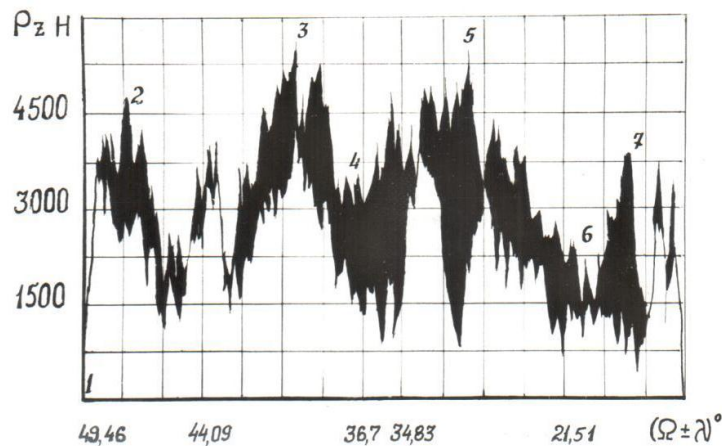
კარეტკის ბლოკის და მასში საიარალო თავის ფიქსაციის ძალა (14) ფორმულითაა გაანგარიშებული $T_1' = 232.5$ კნ, ხოლო ამგლევჯი ძალა $N_{Ai\max} = 42.94$ კნ [1]. შესაბამისად დამოკიდებულების ძალით: $T_1' = 232.5 > N_{Ai\max} = 42.9$ კნ.

დგინდება რომ როტაციული რანდვა ნამზადების რანდვის პროცესში მიმდინარეობს ჭრის პროცესის ოპტიმალურ ვარიანტში, რის დადასტურებას გარდა გაანგარიშებებისა თვალნათლივ გვიჩვენებს ექსპერიმენტალური მონაცემები (იხ.ნახ. 4-5). შევნიშნავთ რომ, ჩარხის მოდ TRCC-1 დამზადების შემდეგ განხორციელდა, მისი მექანიზმების მუშაობის მოქმედების ექსპერიმენტალური კვლევა, უშუალოდ ჭრის პროცესის განხორციელების გზით.

ექსპერიმენტალური კვლევა განხორციელდა ჩარხის ტექნიკური დავალების მონაცემების გათვალისწინებით შერჩეული დეტალების ზომების დაცვით. დასამუშავებულ მასალად შეირჩა АЛ4 გოსტ 2685-73.

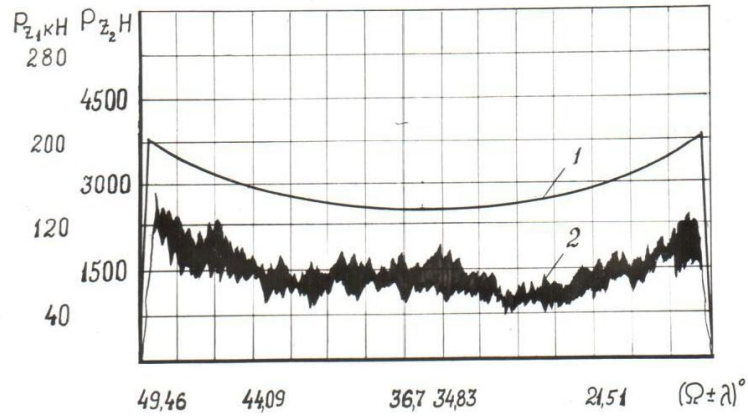
ექსპერიმენტში გამოყენებული იქნა დინამომეტრი УДМ 1200, რომლის ტარირება განხორციელდა სპეციალურ სატარირებელ სტენდზე ტიპი ДОСМ3-3 ТУ 25-06-629-70. ტარირებული გრაფიკი და ექსპერიმენტალური მონაცემები ჩაწერილი იქნა ოსცილოგრაფით ტიპი K121.

ექსპერიმენტების შედეგები იხ. ნახ. 4 და 5



ნახ. 4 ჭრის ძალის მდგენელის (Pz) ოსცილოგრამა.

(ღრეჩოს ამოღების მექანიზმები გამორთულია) ჭრა განხორციელდა ერთი დანით. დასამუშავებელი მასალა АЛ4 გოსტ 2685-73 ჭრის სიღრმე $t=1.6$ მმ, ნამზადის წრიული მიწოდება $S_{წრ} = 0.67$ ბრ/წთ, საიარალო ბრუნთა რიცხვი $n_{თავ} = 10.2$ ბრ/წთ



ნახ. 5 ჭრის ძალის მთავარი მდგენელის (Pz) ოსცილოგრამა.

ჭრა განხორციელდა ერთი დანით (ღრეჩოს ამოღების ყველა მექანიზმი ჩართულია: დასამუშავებელი მასალა АЛ4 გოსტ 2685-73 ჭრის სიღრმე $t=1.6$ მმ, ნამზადის წრიული მიწოდება $S_{წრ}=0.67$ ბრ/წთ, საიარალო ბრუნთა რიცხვი $n_{თავ.}=10.2$ ბრ/წთ

- (1)- არის თეორიული გაანგარიშებით მიღებული გრაფიკი
- (2)- იგივე პარამეტრების ჭრის დროს ფაქტიური გრაფიკი

ექსპერიმენტების მონაცემების შედეგებით თვალნათლივ დადგინდა კარეტკის ბლოკის მექანიზმების მუშაობის ეფექტურობა ჭრის პროცესის გაუმჯობესების საქმეში.

დასკვნა

როტოსარანდავი ჩარხის მოდ. TRCC-1 ტექნიკური დოკუმენტაცია შექმნილი იქნა საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში რომლის საფუძველზე მოხდა ექსპერიმენტული ჩარხის დამზადება და მისი მექანიზმებისა და საიარალო თავის (მჭრელი იარაღის) კვლევა. აღნიშნულ კვლევებში განსაკუთრებული მნიშვნელობა მიენიჭა კარეტკის ბლოკის მუშაობის ხარისხიანობის კვლევას. კვლევის ექსპერიმენტული შედეგებით დადგინდა, რომ კარეტკის ბლოკის პროექტირება განხორციელდა წაყენებული მოთხოვნების სრული დაცვით, შესაბამის საინჟინრო გაანგარიშებათა საფუძველზე.

ჩარხის მუშაობის ექსპერიმენტული კვლევით დადგინდა რომ, (იხ. ნახ 4-5) სისტემა ჩსდი მუშაობს ოპტიმალურ რეჟიმში, როგორც ჩარხის ვიბრომედლეგობის, ასევე მჭრელი იარაღის მუშაობის ოპტიმიზაციის პირობებში.

ბამოყენებული ლიტერატურა

1. Рухадзе О.Г. Технические условия СП ТУ2-1007012-79 Терморотостроительного станка мод TRCC-1. 30 ст.

2. **ო. გ. რუხაძე, ე. თ. რუხაძე** როტოსარანდავი ჩარხის მჭრელი იარაღის რადიალური მიწოდების ამძრავის დაპროექტების საფუძვლები. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ №4(2) გვ57-65 თბილისი 2011 წ.
3. А.С. №766749 (СССЗ) Металлорежущий станок для обработки наружной поверхности тел вращения Т.Н. Лоладзе О.Б. Мгалоблишвили О.Г. Рухадзе и др
4. **ო. რუხაძე, მ. შვანგირაძე, ე. რუხაძე** როტოსარანდავი ჩარხის საიარაღო თავის დაპროექტების და კვლევის საფუძვლები მასალების ჭრით დამუშავება. სამეცნიერო შრომები №8 (364) თბილისი 1990.

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНОГО УЗЛА БЛОКА КАРЕТКИ РОТОСТРОГАЛЬНОГО СТАНКА

О. рухадзе

Резюме

Ротострогальный станок (мод. TRCC-1) был изготовлен на Тбилиском станкостроительном заводе на базе тех. документации, разработанным на Грузинском техническом университете. Одним из основных узлов станка является блок каретки. В статье основательно обоснована правильность подхода к расчётам и к проектированию блока каретки. Результатом исследования процесса ротационного строгания, на станке мод TRCC-1 подтверждена правильность решения поставленной задачи научной работы.

FUNDAMENTALS OF DESIGN AND RESEARCH OF BASIC UNIT OF ROTOPLANING MACHINE – SADDLE BLOCK

O. Rukhadze

Summary

In the article is stated the ways of design and research solution of basic unit of rotoplaning machine, the saddle's block. In the solution of mentioned tasks the setting-out datum point is accepted the feature of rotational planning. In particular, the changing of direction and values of arising in the cutting process forces and values arrangements of their location. The aim of research is to neutralize of variable forces by finding of cutting process of stability.

შპს 67.4.05

**მრავალკოორდინატიანი წრფივი ინტერპოლაციის ალგორითმის
შემუშავება**

ვ. ქირია, დ. ლაჭყეზიანი

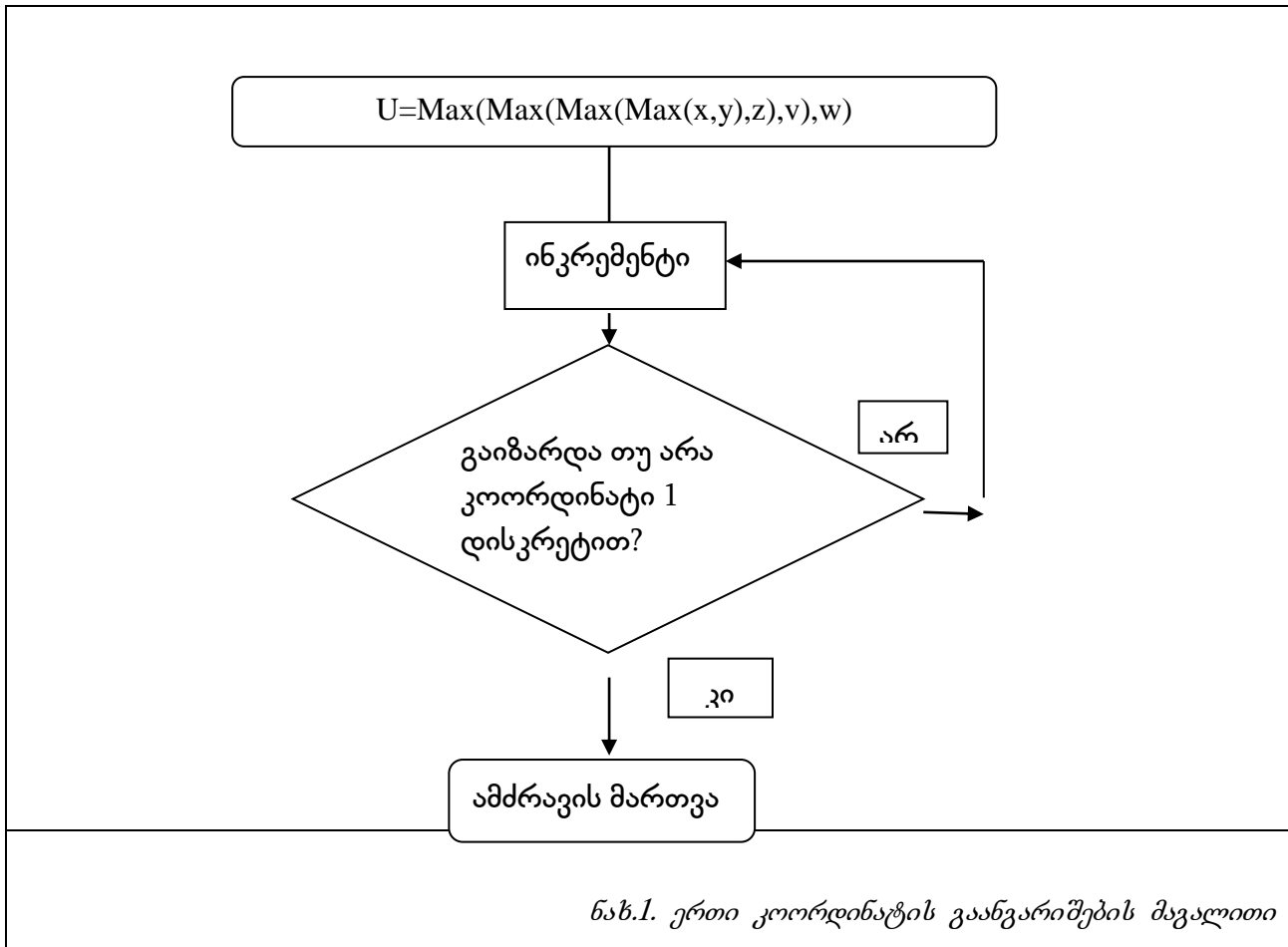
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 70, 0175,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში შედგენილია მრავალკოორდინატიანი წრფივი ინტერპოლაციის ალგორითმი და მოცემულია მისი რეალიზაციის პროგრამის ფრაგმენტი. განხილულია ორი შემთხვევა: პერსონალური კომპიუტერის და მიკროკონტროლერის გამოყენებისათვის. პირველ შემთხვევაში მართვა ხდება WINDOWS გარემოდან და პროგრამა შედგენილია C++Builder-ში. მეორე შემთხვევაში გამოყენებულია PIC18F8722 მიკროკონტროლერი.

საკვანძო სიტყვები: ინტერპოლაცია, პროცესორი, დისკრეტა, მიკროკონტროლერი.

ცნობილია, რომ ციფრული პროგრამული მართვის სისტემებში გამოიყენება ინტერპოლაციის რამდენიმე მეთოდი. მათგან ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებულია შეფასებითი ფუნქციის მეთოდი, რომელიც დამყარებულია ალგებრული განტოლებების ამონხნაზე. სხვადასხვა ლიტერატურაში დეტალურადაა აღწერილი ამ მეთოდის გამოყენებით 2 კოორდინატის ინტერპოლაციის შესრულების თანმიმდევრობა, როგორც წრფივი ასევე წრიული ინტერპოლაციის შემთხვევაში. ინტერპოლაციის სიზუსტე ერთი დისკრეტის ტოლია. ჩვენი მიზანია ინტერპოლაციის ამ მეთოდის გამოყენება ორზე მეტი კოორდინატის ინტერპოლაციისათვის. განვიხილოთ 2 შემთხვევა: 1) როდესაც ჩარხის მართვისათვის ვიყენებთ პერსონალურ კომპიუტერს და 2) 8-თანრიგიან მიკროკონტროლერს. მე-2 შემთხვევაში გაანგარშების დრო უნდა იყოს ისეთი მცირე, რომ შესაძლებელი იყოს ფართოდ გავრცელებული, იაფი მიკროკონტროლერების გამოყენება (მაგ: PIC16 ან PIC18 ტიპის).

თანამედროვე კომპიუტერის გამოყენების შემთხვევაში (ან თუნდაც Pentium 1) ძლიერი პროცესორის არსებობის გამო შეგვიძლია გაანგარიშებები ვაწარმოოთ ათწილადებზე. ასეთი შემთხვევისათვის მრავალკოორდინატიანი წრფივი ინტერპოლაციის ალგორითმი მოცემულია ნახ.1-ზე.



პირველ რიგში განვსაზღვრავთ შესასრულებელ კოორდინატებს შორის უდიდესს. შემდეგ ვახდენთ თითოეული ციკლის გაანგარიშებას. ამ დროს ვახდენთ კოორდინატის მიმდინარე მნიშვნელობაზე მცირე სიდიდის მიმატებას, რომლის მნიშვნელობა უკუპროპორციულია მოცემულ კადრში უდიდესი კოორდინატის მიმდინარე კოორდინატთან ფარდობისა. როდესაც რომელიმე კოორდინატის მიმდინარე მნიშვნელობა გაიზარდება 1 დისკრეტით მზადდება მართვის იმპულსის გაცემა შესაბამის ამძრავზე. საბოლოოდ ყველა კოორდინატის გაანგარიშება მთავრდება ერთდოულად უდიდეს კოორდინატთან ერთად. ნებისმიერი კოორდინატის შემთხვევაში გათვალისწინებულია გადაადგილების მიმართულება.

ნახ.2-ზე მოცემულია აღნიშნული ალგორითმის რეალიზაცია C++Builder -ში (ფრაგმენტი):

```

void LineInterpolation(void) {
    . . . .
    for (int i=1; i<=n; i++){
        tu+=0.01;
        if (x!=0) {
            if (fabs(U)==fabs(x) || fabs (tu*x/U)>=fabs (tx+0.01 * sygnX))
                { X+=0.01 * sygnX;
                  tx+=0.01 * sygnX;
                  //---- send from device
                }
        }
        if (y!=0) {
            if (fabs(U)==fabs(y) || fabs (tu*y/U)>=fabs (ty+0.01 * sygnY))
                { Y+=0.01 * sygnY;
                  ty+=0.01 * sygnY;
                  //---- send from device
                }
        }
        if (z!=0) {
            if (fabs(U)==fabs(z) || fabs (tu*z/U)>=fabs (tz+0.01 * sygnZ))
                { Z+=0.01 * sygnZ;
                  tz+=0.01 * sygnZ;
                  //---- send from device
                }
        }
    }
}

```

ნახ.2. წრფივი ინტერპოლაცია 3 კოორდინატისთვის

8 თანრიგიანი პროცესორის გამოყენების შემთხვევაში ათწილადებზე მოქმედება გამოიწვევდა მთელი მისი რესურსების დაკავებას და გარდა ამისა ძლიერ შემცირდებოდა სწრაფი სვლის სიჩქარე. ამიტომ გამოვიყენეთ ცნობილი შეფასებითი ფუნქციის მეთოდი. ამ შემთხვევაშიც პირველ რიგში ვსაზღვრავთ უდიდესს, კადრში მოცემულ კოორდინატებს შორის. გარდა ამისა ვაღებთ მასივს უდიდესიდან უმცირესისკენ. შემდეგ ვახდენთ გაანგარიშებას შეფასებითი ფუნქციის მიხედვით პირველ და მეორე, მეორე და მესამე და ა.შ. კოორდინატებს შორის. იმისათვის, რომ არ მოხდეს ამძრავზე გაგზავნილი სიგნალის დუბლირება მეორე-მესამე გაანგარიშებიდან დაწყებული ვიღებთ მხოლოდ უმცირესი კოორდინატიდან მიღებულ შედეგს. დეალიზაცია შესრულდა PIC16F8722

პროცესორისათვის. ტაქტური სიხშირე 4მგჰც-ის შემთხვევაში გაანგარიშების თითოეული ციკლის ხანგრძლივობა შეადგენს 2,5მწმ-ს. ე.ი. სწრაფი სვლის მაქსიმალური თეორიული სიჩქარე 0,01 დისკრეტულობის დროს შეადგენს 14,4მ/წთ-ს. გარდა ამისა ჩვენს მიერ განხილულ პროცესორს შეუძლია 40მგჰც სიხშირით მუშაობაც. რეალურად მაქსიმალური სიჩქარეები ზოგიერთ დანადგარებზე შეიძლება 15-24მ/წთ-ში იყოს.

აღნიშნულიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ჩვენს მიერ შემუშავებული მრავალკოორდინატიანი წრფივი ინტერპოლაციის ალგორითმი სრულიად აკმაყოფილებს მისდამი წაყენებულ მოთხოვნებს.

ბამოყენებული ლიტერატურა

1. **Р.И.Жиров., П.П.Серебrenицкий.** Программирование обработки на атанках с ЧПУ. Справочник. Машиностроение.,1990г.
2. <http://www.mka.ru/?p=41325>
3. Программное управление станками и промышленными роботами. Москва., Высшая школа., .1989

DEVELOPMENT OF MULTI-AXIS LINEAR INTERPOLATION ALGORITHM

V. Qiria, D. Lachkepani

Summary

The paper deals with a multi-axis linear interpolation algorithm and a fragment program. We consider two cases: using the PC and the microcontroller. In the first case, control comes from the OS WINDOWS, a program is in C++ Builder. In the second case, use a microcontroller PIC18F8722.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА МНОГОКООРДИНАТНОЙ ЛИНЕЙНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ

В. Кирия., Д. Лачкепиани

Резюме

В статье рассмотрен вопрос создания алгоритма многокоординатной линейной интерполяции и приведён фрагмент программы. Рассмотрено 2 случая: с использованием персонального компьютера и микрокотроллера. В первом случае управление происходит из ОС WINDOWS, программа составлена в C++Builder. Во втором случае использован микроконтроллер PIC18F8722.

შპს 656.13

**ბაჟმერებში სატრანსპორტო ნაკადის
მათემატიკური მოდელირება
ზ. ბოგველიშვილი, ლ. ბუბუტიშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ.77,
0175, თბილისი, საქართველო)**

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია საავტომობილო ტრანსპორტის რეგულირებისა და საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლების პრობლემათა გადაჭრის ერთ-ერთი პერსპექტიული მიმართულება – სატრანსპორტო ნაკადების შექმნით რეგულირების რეჟიმების სრულყოფილი მეთოდების დამუშავება და გზაჯვარედინების ფუნქციონირების ეფექტიანობის ამაღლება გაჯერებული სატრანსპორტო ნაკადის მათემატიკური მოდელირების გზით.

საკვანძო სიტყვები: სატრანსპორტო ნაკადი, გაჯერებული ნაკადი, მათემატიკური მოდელირება.

შესავალი

ქალაქებში საავტომობილო პარკის განუწყვეტელი ზრდა იწვევს საგზაო მოძრაობის ინტენსიურობის ზრდას. აქტუალური ხდება სატრანსპორტო საშუალებების და ქვეითად მოსიარულეების ნაკადების უსაფრთხო მოძრაობის პირობების უზრუნველყოფის პრობლემა. წარმოიქმნება მგზავრთა გადაყვანის და ტვირთების გადაზიდვის ეფექტური ორგანიზაციის აუცილებლობა. ამჟამად ქალაქების პირობებში, სადაც ქუჩების პირობით სივრცის ერთეულზე მოსული გზაჯვარედინების რაოდენობა დიდია, საქალაქო სატრანსპორტო მოძრაობის ოპტიმალური ორგანიზაციის ყველაზე ეფექტური საშუალებაა შექმნილების სიგნალიზაციით რეგულირება [1,2].

შექმნილი რეგულირების სწორად შერჩეულმა რეჟიმმა უნდა უზრუნველყოს გზაჯვარედინის გამტარუნარიანობის სრული გამოყენება და სატრანსპორტო საშუალებათა

მინიმალური დაყოვნება მოძრაობის უსაფრთხოების დაცვით. სხვადასხვა ქვეყნებში შუქნიშნით რეგულირების დარგში ჩატარებული გამოკვლევების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ პრაქტიკულად არასაკმარისადაა შესწავლილი შუქნიშნით რეგულირების გაანგარიშების ერთ-ერთი ძირითადი პარამეტრი – გაჯერებული ნაკადი [3].

ძირითადი ნაწილი

გაჯერებული ნაკადის გამოკვლევის ამოცანა მჭიდროდაა დაკავშირებული ავტომობილების რიგის გაწოვის კანონზომიერებათა შესწავლასთან რეგულირებად გზაჯვარედინებზე, ამიტომ უპირველეს ყოვლისა განიხილება ამ საკითხის გადაწყვეტა სატრანსპორტო ნაკადის მოდელის გამოყენებით [4,5].

მიღებულია, რომ ავტომობილების რიგი გზაჯვარედინის წინ და თავისუფალი გზა გზაჯვარედინის შემდეგ არის საკმაოდ გრძელი. დროის $t=0$ მომენტში, ჩაერთვება შუქნიშნის ნებადართველი სიგნალი და ავტომობილები თანდათანობით შორდებიან უძრავ რიგს – ხდება რიგის გაწოვა. დროის ნებისმიერ მომენტში t მოძრავი ნაკადი შემოფარგლულია ორი გავრცელებადი ტალღით: წინა და უკანა ტალღით. წინა ტალღის ფრონტს ჰქმნის წინ მიმავალი ავტომობილი, უკანა ტალღისას კი – ბოლო მოძრავი ავტომობილი, რომელიც მხოლოდ ბოლო მომენტში მოშორდა უძრავ რიგს. შეშფოთების ტალღის ფრონტი ნაკადში ვრცელდება $V_B < 0$ სიჩქარით, ავტომობილების მოძრაობის მიმართულების საწინააღმდეგო მიმართულებით. წინა ტალღის ფრონტის მოძრაობის კანონი განისზღვრება პირველი ავტომობილის მოძრაობის კანონით, რომელიც მოძრაობს საექსპლუატაციო რეჟიმით თავისუფალ გზაზე. განვლილი გზის x დამოკიდებულება დროისაგან t პირველი ავტომობილისათვის იქნება:

$$x = x(t) = \int_0^t F(t_1) dt_1. \quad (1)$$

ეს თანაფარდობა სივრცობრივ-დროით სიბრტყეზე განსაზღვრავს გარკვეულ მრუდს, რომელიც შეესაბამება წინა ტალღის ფრონტს, რომელსაც ეწოდება წინა ფრონტის ხაზი.

ფრონტის წინა ხაზის უკან ნაკადის სიჩქარე ერთმნიშვნელოვნად შეესაბამება მის სიმჭიდროვეს დროის ნებისმიერ მომენტში.

განვიხილოთ უკანა ტალღის ფრონტი. ავტომობილები დროის τ შუალედის შემდეგ შორდებიან უძრავ რიგს – იწყებენ მოძრაობას. რიგის უძრავი ავტომობილები ქმნიან ნაკადს

სიმჭიდროვით q_m . მაშასადამე ერთ ავტომობილს გზაზე უკავია შუალედი $L_n = \frac{1}{q_m}$. რამდენადაც

ავტომობილები შორდებიან რიგს τ დროის შემდეგ უკანა ტალღის ფრონტის გავრცელების სიჩქარის სიდიდეა:

$$|v_B| = \frac{L_n}{\tau} = \frac{1}{\tau q_m}. \quad (2)$$

გაჯერებული ნაკადის ანალიზური განსაზღვრის ამოცანა ითვლება გადაწყვეტილად, რიგის n ავტომობილის მიერ სდექ-საზის გადაკვეთის t_n დროის განსაზღვრის შემდეგ.

სატრანსპორტო ნაკადის მოძრაობის კანონზომიერება შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგი სახით:

$$t = t(\xi) = \frac{\xi^{-(1+\gamma)} e^{\gamma\xi}}{1-\xi} \left\{ F + \frac{1}{\gamma V e^\gamma} \left[\xi \Phi(\xi) - \int_{\xi_0}^{\xi} \Phi(\xi) d\xi \right] \right\}. \quad (3)$$

გამოსახულება (3)-დან გამომდინარეობს რიგის ნებისმიერი n ავტომობილის მოძრაობის კანონი:

$$t_{(\xi)}^{(n)} = \frac{\xi^{-(1+\gamma)} e^{\gamma\xi}}{1-\xi} \left\{ \frac{1-\xi_0}{\xi_0^{-(1+\gamma)} e^{\gamma\xi_0}} n\tau + \frac{1}{\gamma V e^\gamma} \left[\xi \Phi(\xi) - \xi_0 \Phi(\xi_0) - \int_{\xi_0}^{\xi} \Phi(\xi) d\xi \right] \right\}, \quad (4)$$

სადაც ξ არის სატრანსპორტო ნაკადის ნორმირებული სიმჭიდროვე, უკანა ფრონტის საზის გასწვრივ $\xi = \xi_0$; γ -სატრანსპორტო ნაკადის მოდელის კოეფიციენტი; V -ავტომობილის სიჩქარე; e -ექსპონენცია; $\Phi(\xi)$ -თავისუფალი ფუნქცია; $n\tau$ -სატრანსპორტო ნაკადის ნებისმიერი n ავტომობილის რიგიდან მოწყვეტის დრო,

$$n\tau = \frac{\xi_0^{-(1+\gamma)} e^{\gamma\xi_0}}{1-\xi_0} \left\{ F + \frac{1}{\gamma V e^\gamma} [\xi_0 \Phi(\xi_0)] \right\};$$

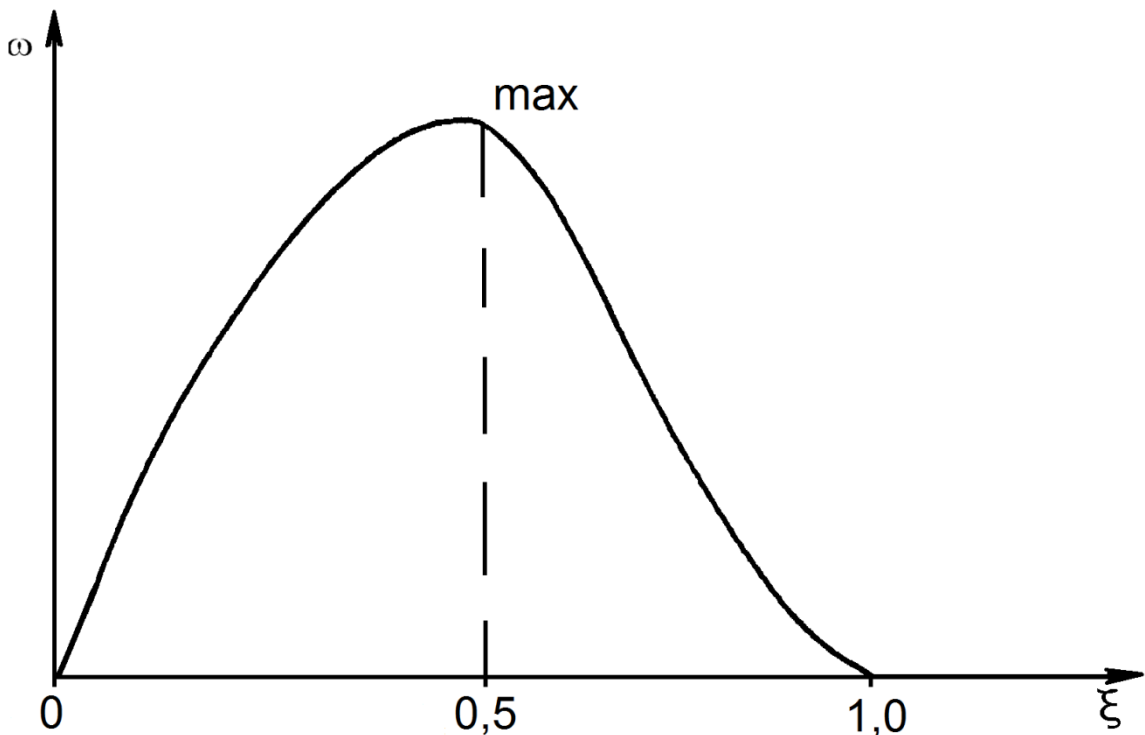
$$F = \frac{1-\xi_0}{\xi_0^{-(1+\gamma)} e^{\gamma\xi_0}} - \frac{1}{\gamma V e^\gamma} \xi_0 \Phi(\xi_0).$$

სხვაობა $t_{n+1} - t_n$ არის დროის ინტერვალი რიგის n და $(n+1)$ ავტომობილებს შორის სდექ-საზის გადაკვეთის დროს. შებრუნებული სიდიდე წარმოადგენს სატრანსპორტო ნაკადის საშუალო ინტენსიურობას t_n და t_{n+1} დროებს შორის შუალედში. დროის ინტერვალები იწყებს გათანაბრებას და ნაკადის ინტენსიურობა სტაბილიზირდება გარკვეული დროის განმავლობაში.

სტაბილიზირებული ნაკადის ინტენსიურობა წარმოადგენს მოძრაობის მოცემული პირობებისათვის გაჯერებულ ნაკადს.

პირველი ავტომობილისათვის გავლილი გზის დამოკიდებულება დროისაგან განისაზღვრება წინა ფრონტის ხაზით, რომელიც არეებს ყოფს წინა ფრონტის უკანა არედ და მის შემდეგ მდებარე არედ.

სატრანსპორტო ნაკადის უკანა ტალღის ფრონტზე უწყვეტობის პირობის გრაფიკული გადაწყვეტის მაგალითი მოყვანილია ნახ.1-ზე.



ნახ.1. სატრანსპორტო ნაკადის უკანა ტალღის ფრონტზე უწყვეტობის პირობის გრაფიკული გადაწყვეტა

სატრანსპორტო ნაკადის ნორმირებულ ინტენსიურობასა ω და ნორმირებულ სიმჭიდროვეს ζ შორის რაოდენობრივი დამოკიდებულების განსაზღვრისათვის, შედგენილია სპეციალური კომპიუტერული პროგრამა. შესაყვანი V და γ სიდიდეების მნიშვნელობები განისაზღვრა ექსპერიმენტულად.

დასკვნა

სატრანსპორტო დაყოვნებათა და გაჯერებული ნაკადების მიმართ ჩატარებული გამოკვლევები საშუალებას იძლევა გაკეთებულ იქნას შემდეგი დასკვნები: ავტომობილების რიგის გაწოვის ამოცანის გადაწყვეტა სატრანსპორტო ნაკადის მოდელის გამოყენებით საშუალებას იძლევა განსაზღვრულ იქნეს დროის ინტერვალები ავტომობილებს შორის მოძრაობის დაწყების მომენტიდან თავისუფალი მოძრაობის სიჩქარის მიღწევამდე; მოცდენების გამოსახულება არ არის ადითიური ფუნქცია შემავალი ნაკადების და გაჯერების კოეფიციენტებისა.

ბამოყენებული ლიტერატურა

1. **Иларионов В.А.** Эксплуатационные свойства автомобиля. Москва: Машиностроение, 1966, 280 с.
2. **Метсон Т., Смит У., Хард Ф.** Организация движения: Пер. с англ. Москва: Автотрансиздат, 1960, 463 с.
3. **Лобанов Е. М.** и др. Пропускная способность автомобильных дорог. Москва: Транспорт, 1970, 152 с.
4. **Webster F. V., Cobbe B. M.** Traffic Signals. *Road Research Technical Paper*, 1966, N 56, 111 p.
5. **Harrison A., Findlay C.** Some Characteristics of Saturation Flow. *Traffic Engineering and Control*, 1969, vol. 11, N 4, pp.181-183.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАСЫЩЕННОГО ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

Богвелишвили З.В., Бубутеишвили Л.М.

Резюме

В статье рассматривается одна из перспективных путей решения проблем повышения безопасности дорожного движения и регулирования автомобильного транспорта – разработка методов совершенствования режимов светофорного регулирования и повышение эффективности функционирования перекрестков методами математического моделирования насыщенных транспортных потоков.

MATHEMATICAL MODELING OF TRAFFIC FLOW SATURATED

Z.V. Bogvelishvili, L.M. Bubuteishvili

Summary

The article discusses one of the most promising ways to address road safety and regulation of road transport - development of improved modes of traffic light control and improve the efficiency of intersections using mathematical modeling of saturated traffic.

შპს. 514.513

ეკვლიდეს სივრცე და მისი შემსება არასაკუთრივი ელემენტებით

თ. ბერიძე, ნ. ნოზაძე, მ. ძიძიგური

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

რეზიუმე: სხვადასხვა გეომეტრიული ამოცანების ამოხსნისას ხშირად გვხვდება გადასვლა ერთი გეომეტრიული ფიგურიდან მის გარკვეულ სახეცვლილებასთან. მაგალითად, მხაზველობით გეომეტრიაში სივრცეში მდებარე ფიგურების ანსახებს განვიხილავთ და ამ ანსახებზე მოქმედებების შესრულებით ვწვევთ სივრცით ამოცანებს. სტატიაში ის ძირითადი საკითხებია განხილული, რომლებიც გეგმიური სივრცეზე, როგორც სამყაროს ერთ-ერთ გეომეტრიულ მოდელზე გვაძლევს წარმოდგენას.

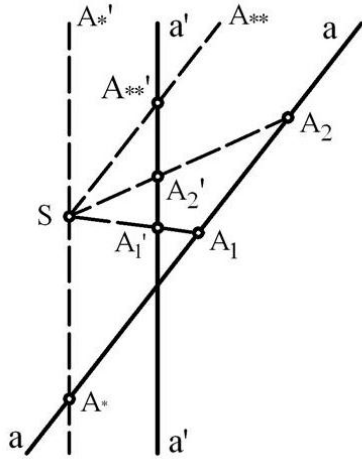
საკვანძო სიტყვები: იგიური გარდაქმნა, საკუთრივი ღერძი, არასაკუთრივი ღერძი, საკუთრივი წრფე, არასაკუთრივი წრფე, წრფეთა კონა, სიბრტყეთა შეკვრა, არასაკუთრივი ცენტრი, ეკვლიდეს გაფართოებული სივრცე.

შინაარსი

გეომეტრიული ფიგურების პროექციულ თვისებებში ის თვისებები იგულისხმება, რომლებიც ინვარიანტულია ცენტრალური დაგეგმილებისას.

განვიხილოთ ცენტრალური დაგეგმილების უმარტივესი მაგალითი(ნახ.1). ვთქვათ მოცემული გვაქვს ერთ სიბრტყეზე მდებარე ორი გადაკვეთილი წრფე: a და a' . ნებისმიერი S წერტილიდან a წრფის წერტილები a' წრფეზე შემდეგნაირად დაგეგმილობთ: შევაერთოთ S წერტილი a წრფის ნებისმიერ A_1 წერტილთან და მიღებული SA_1 წრფისა და a' წრფის გადაკვეთის წერტილი აღვნიშნოთ A_1' -ით. A_1' წერტილი A_1 წერტილის ცენტრალურ გეგმილს წარმოადგენს. $A_1', A_2' \dots$ წერტილებს $A_1, A_2 \dots$ წერტილების ანსახები ვუწოდოთ.

როგორც (ნახ.1) ნახაზიდან ჩანს, a და a' წრფეების წერტილებს შორის არ არის დამყარებული ურთიერთცალსახა დამოკიდებულება: a წრფის კუთვნილ A^* წერტილს არ გააჩნია ანასახი a' წრფეზე, რადგან მაგეგმილებელი SA^* წრფე პარალელურია a' -ის და როგორც ვიცით, ევკლიდეს სივრცეში პარალელური წრფეები არ იკვეთება. ანალოგიურად, a' წრფის კუთვნილ A^{**} წერტილს არ გააჩნია შესაბამისი წერტილი a წრფეზე, ვინაიდან მაგეგმილებელი SA^{**} წრფე პარალელურია a წრფისა.



ნახ. 12

ამრიგად, ცენტრალური დაგეგმილების მეთოდით დამყარებული შესაბამისობა არ წარმოადგენს ურთიერთცალსახა შესაბამისობას. ამიტომ, ხშირ შემთხვევაში, ამ მეთოდის გამოყენება მოუხერხებელია და გეომეტრიული ფიგურების პროექციული თვისებების შესასწავლად საჭირო ხდება ევკლიდეს სივრცის გაფართოება. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ამ გაფართოების შედეგად, უნდა მივიღოთ ისეთი გეომეტრიული სივრცე, რომელშიც ცენტრალური დაგეგმილების მეთოდით შესაძლებელი გახდება ფიგურათა

ურთიერთცალსახა შესაბამისობის მიღწევა და ნებისმიერი რთული გეომეტრიული ამოცანის გადაწყვეტა.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ცენტრალური დაგეგმილების მეთოდით a და a' წრფეებს შორის ურთიერთცალსახა შესაბამისობა იმ შემთხვევაში იქნებოდა დამყარებული, თუ a წრფის A^* წერტილს ექნებოდა შესაბამისი A^* წერტილი (ანასახი) და პირიქით, A^{**} ანასახს- შესაბამისი A^{**} წინასახე. სწორედ ამ წერტილების (A^* და A^{**}) მიერთებით ევკლიდეს სივრცისთვის, შევძლებთ მის გაფართოებას. თანაც ამ გაფართოების შედეგად ევკლიდეს სივრცისთვის დამახასიათებელი კუთვნილების აქსიომები კიდევ უფრო სრულ სახეს მიიღებს.

ზემოთ განხილული მეთოდით A^* წერტილს შევუსაბამოთ A^* ანასახი, როგორც მაგეგმილებელი SA^* წრფისა და a' წრფის გადაკვეთის წერტილი. ამრიგად, მიღებული A^* წერტილი ორ ურთიერთპარალელურ წრფეს უნდა ეკუთვნოდეს ($SA^* \parallel a'$).

ევკლიდეს სივრცისთვის მიერთებულ ყოველ ასეთ წერტილს ვუწოდოთ არასაკუთრივი წერტილი, ხოლო ევკლიდეს სივრცის წერტილებს-საკუთრივი წერტილები.

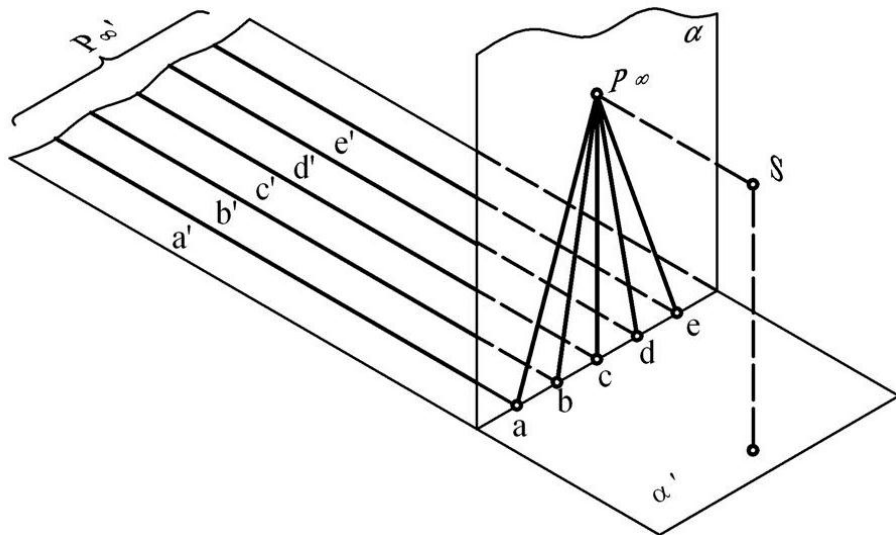
A^{**} ანასახის შესაბამისი არასაკუთრივი A^{**} წერტილი ეკუთვნის a წრფესა და მაგეგმილებელ SA^{**} წრფეს. ე. ი. ის წარმოადგენს ორი ურთიერთპარალელური წრფის გადაკვეთის

წერტილს($SA'^{**} \parallel a$).

აღნიშნული მსჯელობის საფუძველზე, ევკლიდეს სივრცეში წრფის კუთვნილ წერტილებს უნდა დავუმატოთ ერთი არასაკუთრივი წერტილი, რომელიც ამავე დროს მოცემული წრფის პარალელურ ყველა წრფეს ეკუთვნის.

ვინაიდან, S ცენტრზე გამავალ წრფეთა კონაში a წრფის (ან a' -ის) პარალელური მხოლოდ ერთი წრფე არსებობს, ამიტომ თითოეულ წრფეს მხოლოდ ერთი არასაკუთრივი წერტილი გააჩნია.

რადგან ურთიერთპარალელური წრფეებიდან ორი ნებისმიერი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც a და SA'^{**} (ან a და SA^*), ამიტომ წრფის არასაკუთრივი წერტილი ამ წრფის პარალელურ ყველა წრფესაც ეკუთვნის.



ნახ. 13

ახლა განვიხილოთ α' სიბრტყის კუთვნილი ურთიერთპარალელური წრფეები: $a \parallel b \parallel c \parallel d \parallel e \dots$ ეს წრფეები ერთ არასაკუთრივ P^∞ წერტილში იკვეთება(ნახ.2). ასევე, α' სიბრტყის კუთვნილი და არასაკუთრივ P^∞ წერტილზე გამავალი ყველა წრფე პარალელური იქნება განხილული $a', b', c', d', e' \dots$ წრფეებისა, რადგან იმავე სიბრტყეში ძვეს და ევკლიდეს სივრცეში მათთან საერთო წერტილი არ გააჩნია. ე.ი. არასაკუთრივ P^∞ წერტილზე გამავალი α' სიბრტყის კუთვნილი ყველა ურთიერთპარალელური წრფე ქმნის წრფეთა კონას არასაკუთრივი ცენტრით (P^∞).

$a', b', c', d', e' \dots$ წრფეები S ცენტრიდან α სიბრტყეზე დავაგეგმილოთ. მაშინ მაგეგმილებელ SP^∞ წრფეს, რომელიც აღნიშნული წრფეთა კონის ყველა წრფის პარალელურია, გააჩნია იგივე

არასაკუთრივი P^∞ წერტილი. მაგეგმილებელი SP^∞ წრფისა და α სიბრტყის გადაკვეთის P^∞ წერტილი არასაკუთრივ P^∞ წერტილის გეგმილს წარმოადგენს α სიბრტყეზე.

ე.ი. α' სიბრტყის კუთვნილ პარალელურ წრფეთა კონას არასაკუთრივი P^∞ ცენტრით, შეესაბამება α სიბრტყის კუთვნილი წრფეთა კონა საკუთრივი ცენტრით.

განხილული მაგალითი გვიჩვენებს, რომ ევკლიდეს გაფართოებულ სივრცეში წრფეთა კონის ცენტრალური გეგმილი ყოველთვის წრფეთა კონას წარმოადგენს (საკუთრივი ან არასაკუთრივი ცენტრით).

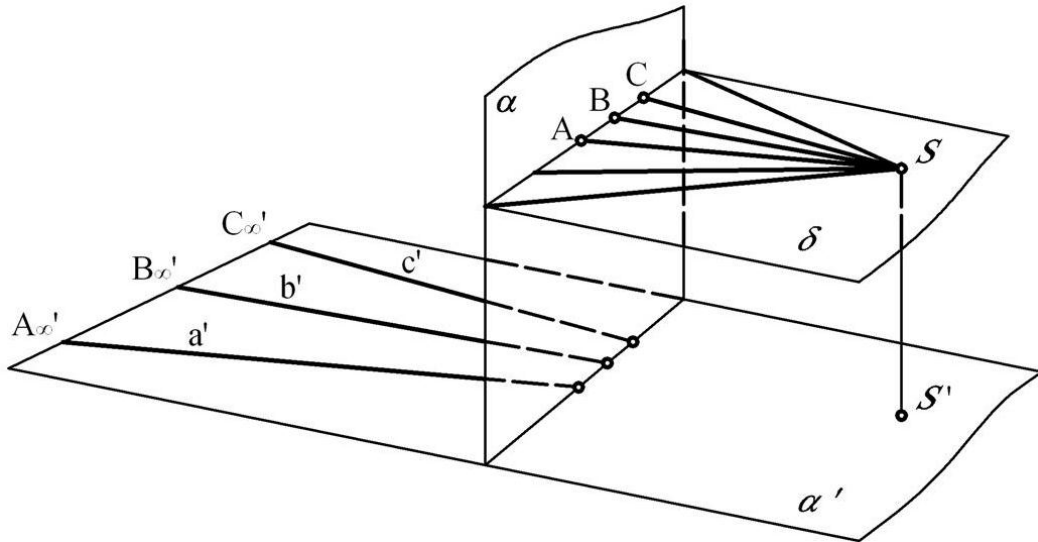
გაფართოებულ სივრცეში, ერთი რომელიმე წრფის პარალელურ ყველა წრფეს გააჩნია საერთო არასაკუთრივი წერტილი. სივრცის კუთვნილ ასეთ პარალელურ წრფეთა ერთობლიობას წრფეთა შეკვრა ეწოდება, ხოლო მათ საერთო არასაკუთრივ წერტილს-შეკვრის ცენტრი. ე.ი. საკუთრივი ცენტრის მქონე წრფეთა კონასთან ერთად, ახალ სივრცეში გვექნება ურთიერთპარალელურ წრფეთა შეკვრა არასაკუთრივი ცენტრით.

რადგან თითოეულ წრფეს გააჩნია ერთი არასაკუთრივი წერტილი, შეგვიძლია ვამტკიცოთ, რომ სიბრტყის არასაკუთრივ წერტილთა გეომეტრიული ადგილი ამავე სიბრტყის თითოეულ წრფესთან ერთ წერტილში იკვეთება. ეს კი ამტკიცებს, რომ სიბრტყის არასაკუთრივ წერტილთა გეომეტრიული ადგილი წრფეს წარმოადგენს. სწორედ ამ წრფეს ვუწოდებთ მოცემული სიბრტყის არასაკუთრივ წრფეს.

მართლაც, α' სიბრტყის არასაკუთრივი წერტილები S ცენტრიდან α გეგმილთა სიბრტყეზე დავაგეგმილოთ(ნახ.3). α' სიბრტყის კუთვნილი თითოეული არასაკუთრივი წერტილი რომელიმე წრფეზე ძევს. მაგალითად, A^* წერტილი ეკუთვნის a' წრფეს, B^* წერტილი - b' წრფეს და ა.შ.

S ცენტრიდან არასაკუთრივ A^* წერტილზე მაგეგმილებელი წრფის გასატარებლად, ავაგოთ $SA^* \parallel a'$ და ვიპოვოთ მაგეგმილებელი SA^* წრფისა და α სიბრტყის გადაკვეთის A წერტილი. A წერტილი A^* არასაკუთრივი წერტილის გეგმილს წარმოადგენს. ასევე აიგება α' სიბრტყის კუთვნილი სხვა არასაკუთრივი წერტილების გეგმილები SA^* , SB^* , SC^* , მაგეგმილებელი წრფეების მეშვეობით. რადგან ყველა მაგეგმილებელი წრფე α' სიბრტყის პარალელურია, ისინი ერთ მაგეგმილებელ δ სიბრტყეს ეკუთვნის. α' სიბრტყის კუთვნილი (A^∞ , B^∞ , C^∞ ...) არასაკუთრივი წერტილების A , B , C ,... ანასახები α და δ სიბრტყეების გადაკვეთის წრფეს ეკუთვნის. ეს წრფე α' სიბრტყის კუთვნილ არასაკუთრივ წერტილთა გეომეტრიული ადგილის ანასახის როლს ასრულებს. მეორე მხრივ, ეს წრფე (A^∞ , B^∞ , C^∞ ... არასაკუთრივი წერტილების გეომეტრიული ადგილი) ურთიერთპარალელური δ და α' სიბრტყეების გადაკვეთის წრფეა. ევკლიდეს სივრცეში ასეთი წრფე

არ არსებობს. იგი უნდა განვიხილოთ, როგორც δ და α' სიბრტყეების საერთო არასაკუთრივი წრფე, ანუ მათი გადაკვეთის წრფე. ევკლიდეს ყოველ სიბრტყეზე არასაკუთრივი წრფის შემოტანით, გაფართოებულ სივრცეში ერთი რომელიმე სიბრტყის პარალელური სიბრტყეები ქმნიან სიბრტყეთა შეკვრას, რომლის ღერძი არასაკუთრივი წრფეა. ეს არასაკუთრივი წრფე საერთოა ამ შეკვრის ყველა წრფისთვის. ამრიგად, საკუთრივი ღერძის მქონე სიბრტყეთა შეკვრასთან ერთად გვაქვს პარალელურ სიბრტყეთა შეკვრა არასაკუთრივი ღერძით.



ნახ. 14

ვნახოთ, რას წარმოადგენს სივრცის არასაკუთრივი ელემენტების გეომეტრიული ადგილი: იგი თითოეულ წრფესთან იკვეთება წერტილზე, რომელიც ამ წრფის არასაკუთრივ წერტილს წარმოადგენს და თითოეულ სიბრტყესთან იკვეთება წრფეზე, რომელიც ამ სიბრტყის არასაკუთრივ წრფეს წარმოადგენს. ცხადია, ამ მოთხოვნების დაკმაყოფილება შესაძლებელია მაშინ, თუ ევკლიდეს სივრცეს მივუერთებთ არასაკუთრივ სიბრტყეს, როგორც არასაკუთრივი წერტილებისა და წრფეების გეომეტრიულ ადგილს. ე.ი. ურთიერთპარალელურ წრფეთა თითოეულ კონას ერთი არასაკუთრივი წერტილი შეესაბამება, ხოლო ურთიერთპარალელურ სიბრტყეთა თითოეულ შეკვრას – ერთი არასაკუთრივი წრფე.

არასაკუთრივი წერტილი მხოლოდ მაშინ ეკუთვნის საკუთრივ წრფეს, თუ ეს წრფე ამ არასაკუთრივი წერტილის შესაბამის ურთიერთპარალელურ წრფეთა კონას ეკუთვნის.

არასაკუთრივი წრფე მხოლოდ მაშინ ეკუთვნის საკუთრივ სიბრტყეს, თუ ეს სიბრტყე ამ არასაკუთრივი წრფის შესაბამის ურთიერთპარალელურ სიბრტყეთა შეკვრას ეკუთვნის.

არასაკუთრივი წერტილი მაშინ და მხოლოდ მაშინ ეკუთვნის არასაკუთრივი წრფეს, თუ ამ არასაკუთრივი წერტილის შესაბამისი ურთიერთპარალელურ საკუთრივ წრფეთა კონა ეკუთვნის აღნიშნული არასაკუთრივი წრფის შესაბამის ურთიერთპარალელურ საკუთრივ სიბრტყეთა შეკვრას.

ყველა არასაკუთრივი წერტილი და წრფე ეკუთვნის არასაკუთრივ სიბრტყეს. ამ სიბრტყეზე სხვა წერტილები და წრფეები არ გვაქვს.

ეკვლიდეს გაფართოებულ სივრცეს, შევსებულს არასაკუთრივი ელემენტებით გეგმილური სივრცე ეწოდება. გეგმილური სივრცე ეკვლიდეს სივრცის მსგავსად მატერიალური სამყაროს ერთ-ერთ გეომეტრიულ მოდელს წარმოადგენს და თავისი თვისებებით ხელს უწყობს გეომეტრიული ფიგურების გეგმილური თვისებების შესწავლას.

დასკვნა

საინჟინრო გეომეტრია არის გეომეტრიის დარგი, რომელიც შეისწავლის ფიგურის გეგმილური გარდაქმნის მიმართ ინვარიანტულ თვისებებს. სივრცის ან სიბრტყის გარდაქმნას გეგმილური ეწოდება თუ იგი წრფეს ასახავს წრფეში. საინჟინრო გეომეტრიაში განიხილება გეგმილური წრფის, სიბრტყისა და სივრცის ცნებები. ცნობილია, რომ გეგ-მილურ სიბრტყეს მივიღებთ, თუ ეკვლიდეს ჩვეულებრივ სიბრტყეს და ვუმატებთ ამ სიბრტყიდან უსასრულოდ დაშორებულ ელემენტებს.

საინჟინრო გეომეტრიის მეთოდები საშუალებას იძლევა ღმად ჩავწვდეთ სხვადასხვა გეომეტრიულ საკითხს და მოვახერხოთ ამ საკითხების გამოყენება საინჟინრო პრაქტიკაში.

ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. **Глаголев Н. А.** Проективная геометрия. М., Высшая школа, 1966. ст. 153-192.
2. Методы начертательной геометрии и ее приложение. М., МГУ, 1965. ст. 42.
3. **Моденов П. С., Пархоменко А. С.** Геометрические преобразования. М., МГУ, 1961.
4. **გ. ვაჩნაძე.** მხაზველობითი გეომეტრიის კურსი. თბილისი “განათლება”, 1979.

EUCLIDEAN SPACE AND ITS SUPPLEMENT WITH IMPROPER ELEMENTS

T. Beridze, N. Nozadze, M.Dzidziguri

Summary

In process of solving various geometrical tasks frequently we have to go from one geometrical figure to its certain modification. For instance, in descriptive geometry representation of spatial figures are used, and by operations on this representations we can solve some spatial problems. Principal questions bringing in this article gives us conception about projective space, which is considered as one of geometrical models of universe.

ЕВКЛИДОВО ПРОСТРАНСТВО И ЕГО ДОПОЛНЕНИЕ НЕСОБСТВЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Т. Беридзе, Н. Нозадзе, М. Дзидзигури

Резюме

В процессе решения различных геометрических задач нам часто приходится перейти от одной геометрической фигуры к ее определенным видоизменениям. Например, в начертательной геометрии мы рассматриваем отображения пространственных фигур и действиями на этих отображениях мы сможем решить некоторые пространственные задачи. В статье рассмотрены те основные вопросы, которые дают представление о проективном пространстве, которое является одним из геометрических моделей Вселенной.

შპს 339;626.9

საქართველოს საზღვაო ტრანსპორტი და კორტეჟი

ბ. ფუტყარაძე, რ. ქელდიშვილი

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

რეზიუმე: სტატიაში გაანალიზებულია ტვირთბრუნვის მონაცემები საქართველოს სხვადასხვა სახეობის ტრანსპორტზე, აღინიშნება საზღვაო გადაზიდვების მნიშვნელობა ტვირთბრუნვაში და მასში საქართველოს საზღვაო პორტების როლი და ადგილი. დასაბუთებულია ბათუმის და ფოთის პორტების მუშაობის ინტენსივობის გაზრდისათვის საერთო ეკონომიკური მდგომარეობის გაუმჯობესების და საქართველოში მიმზიდველი საინვესტიციო გარემოს შექმნის აუცილებლობა.

საკვანძო სიტყვები: საზღვაო ტრანსპორტი, საზღვაო პორტი, ტვირთბრუნვა, გადაზიდული ტვირთები.

შეჯამება

ჩვენი ქვეყნის გეო-პოლიტიკური მდგომარეობა ერთ-ერთი ყველაზე გამორჩეულია არა მარტო სამხრეთ კავკასიაში, არამედ მსოფლიოშიც. საქართველოზე გადის ევროპა-აზიის, განსაკუთრებით ევროპისა და შუა აზიის დამაკავშირებელი უმოკლესი გზა, ამავე დროს საქართველოს გავლით ყველაზე მოხერხებულად და უმოკლესი გზით შესაძლებელია აღმოსავლეთ ევროპის სახელმწიფოთა დაკავშირება თურქეთთან, ერაყთან, მცირე აზიის სახელმწიფოებთან. ასეთი მდებარეობის რაციონალური გამოყენება ქვეყნის ეკონომიკის მომავალი განვითარების ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი წყაროა.

ჯერ-ჯერობით პოლიტიკური სიტუაციის გამო ჩრდილო-სამხრეთი მიმართულების სატრანსპორტო დერეფანი ვერ ფუნქციონირებს, თუ არ ჩავთვლით რუსეთ-სასომხეთის გზის

საქართველოს მონაკვეთს, წარმოდგენილს მაგისტრალური გაზსადენით და საავტომობილო გზით, ხოლო რაც შეეხება დასავლეთ-აღმოსავლეთ მიმართულებას, იგი წარმატებით ფუნქციონირებს და მომავალში მოსალოდნელია მისი დატვირთვის საგრძნობი ზრდა, რასაც არსებული სიმძლავრეები ვერ დააკმაყოფილებს. საქართველოზე გადის რამდენიმე მილსადენი, როგორც ნავთობის, ისე გაზის. იგეგმება კიდევ ერთი მილსადენის (ნაბეკო) მშენებლობაც, მაგრამ თავისი მნიშვნელობით ერთ-ერთი ყველაზე პრიორიტეტულია საქართველოზე გამავალი სარკინიგზო და საავტომობილო გზები საზღვაო-სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურასთან კომპლექსში.

ძირითადი ნაწილი

საქართველოს პორტებიდან დღეისათვის ხორციელდება ტრანსპორტირება ისეთი მნიშვნელოვანი ტვირთებისა, როგორებიცაა ნავთობი, მარგანეცი, ნახშირი, ლითონები (მათ შორის ჯართი), ავტომობილები, ხორბალი და სხვა სასურსათო პროდუქცია, ბამბა, ხილი და ა.შ. ქვეყნის წინაშე მდგარი ამოცანებიდან ერთ-ერთი ყველაზე პრიორიტეტული უნდა გახდეს აღმოსავლეთ-დასავლეთის სატრანსპორტო დერეფნის გაფართოება და მიმზიდველი გარემოს შექმნა ტვირთების უსაფრთხოდ, სწრაფად და რაც მთავარია იაფად ტრანსპორტირებისათვის. აღნიშნულს სარეალიზაციოდ რკინიგზასა და საავტომობილო გზების განვითარებასთან კომპლექსში აუცილებელია საქართველოს საზღვაო ინფრასტრუქტურის განვითარება.

საქართველოს საზღვაო ტრანსპორტით დღეისათვის უპირატესად ტვირთების გადატანა ხდება და გადატანილი ტვირთების მოცულობა კრიტიკულად დაბალია, რასაც ადასტურებს ცხრილი 1-ის მონაცემებიც.

ცხრილი 1

ტვირთის გადატანა საერთო სარგებლობის ტრანსპორტის სახეების მიხედვით (ათასი ტონა).¹

წლები	სულ	სარკინიგზო	სავტომობილო	საზღვაო	საჰაერო
1990	253074,9	76860,9	167070,0	9127,0	17,0
1995	14985,1	4656,4	8690,0	1636,6	2,1
2000	30060,0	11496,1	18500,0	62,6	1,3
2001	33241,3	13209,6	20000,0	30,5	1,2
2002	37488,3	14951,5	22500,0	35,5	1,3

¹ საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. საქართველოს სტატისტიკური წელწდებული 2011. გვ.195

2003	41081,4	16558,7	24500,0	21,4	1,3
2004	41149,8	15424,4	25700,0	23,9	1,5
2005	45971,5	18986,7	26959,3	23,9	1,6
2006	49946,6	22643,3	27261,3	40,4	1,6
2007	49830,2	22230,0	27561,2	37,9	1,1
2008	49058,2	21181,2	27864,4	11,9	0,7
2009	45275,3	17104,0	28170,9	-	0,4
2010	48411,4	19930,1	28480,8	-	0,5

როგორც აღნიშნული ოფიციალური სტატისტიკის ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს 1990 წელს სულ ტვირთების გადაზიდვის მოცულობა 253074.9 ათასი ტონა იყო, საიდანაც მნიშვნელოვანი ნაწილი – 9127.0 ათასი ტონა საზღვაო ტრანსპორტზე მოდიოდა ანუ 3.6 პროცენტი, რკინიგზის ტრანსპორტზე – 76860,9 ათასი ტონა, ანუ – 19,4%, საავტომობილო ტრანსპორტზე - 167070,0 ათასი ტონა, ანუ-66%.

1990 წლიდან მოყოლებული ტვირთების გადაზიდვის მოცულობა თანდათან მცირდება. სულ ტვირთების მოცულობა შემცირდა 253074.9 ათასი ტონიდან 48411.4 ათას ტონამდე 2010 წლისათვის. აღნიშნულ 20 წელიწადში იგი შემცირდა 100-დან 819.1 %-მდე. კიდევ უფრო უარესი მდგომარეობაა საზღვაო ტრანსპორტით ტვირთების გადაზიდვის მხრივ. იგი 1990 წლის 9127.0 ათასი ტონიდან ნულამდე დაეცა. ასეთი სიტუაცია გამოიწვია საქართველოს საზღვაო ტრანსპორტის განადგურებამ. თუ გავითვალისწინებთ ტვირთბრუნვის მოცულობას, ამ მხრივ მონაცემები უფრო დამაფიქრებელია. იგივე სტატისტიკური მონაცემებით 1990 წელს საერთო ტვირთბრუნვამ შეადგინა 79937.6 მლნ. ტონა-კმ, საიდანაც საზღვაო ტრანსპორტზე მოდიოდა 61854.9 მლნ. ტონა-კმ., ანუ 77.4 %. საქართველოს საზღვაო სანაოსნოს მფლობელობაში იყო 85 ერთეული საოკეანო-შორეული ნაოსნობის ზომადლი, რომლებიც ამ წლების განმავლობაში მთლიანად განადგურდა, ისინი უმეტესად სიმბოლურ ფასად გაიყიდა უცხოელებზე, რაშიც ბრალი მიუძღვის როგორც ქვეყნის, ისე აჭარის ა/რ-ის ხელმძღვანელობას. საქართველო რა თქმა უნდა საზღვაო ქვეყანაა, მაგრამ ზემოთ მოყვანილი ციფრობრივი მონაცემები ამ სახელწოდებასაც კი ეჭვქვეშ აყენებს.

ტვირთების გადაზიდვის შემცირება იმ დონით, რაც განიცადა საზღვაო ტრანსპორტმა, სხვა არცერთი სახეობის ტრანსპორტზე არ მომხდარა. ამიტომ დღის წესრიგში უნდა დადგეს საქართველოს საზღვაო ფლოტის შექმნის ამოცანა, რამდენადაც არა მარტო ისეთი ქვეყნები ქმნიან

საზღვაო ფლოტს, რომელთაც ეკერის ზღვა, არამედ არასაზღვაო ქვეყნებიც. ასე მაგალითად, საზღვაო ფლოტი გააჩნია მეზობელ აზერბეიჯანს და უზბეკეთსაც კი.

საქართველოსათვის პრიორიტეტული უნდა იყოს საზღვაო პორტების განვითარება, რომ უცხოური გეგმებისა და ტანკერების მომსახურება მაინც შეეძლოს.

საქართველოში ორი მოქმედი პორტია – ბათუმისა და ფოთის, ამასთან იგეგმება ანაკლიაში პორტის და ყულევში ტერმინალის მშენებლობა, ხოლო სუფსის ტერმინალი 1994 წლიდან ახორციელებს ნავთობის დასაწყობებას და მის ჩატვირთვას ტანკერებში. თუმცა თავისი მნიშვნელობით ძირითადი მაინც ბათუმის და ფოთის პორტებია.

ბათუმის საზღვაო სავაჭრო ნავსადგურის ისტორია ჯერ კიდევ რომის იმპერიიდან იღებს სათავეს, რაც განაპირობა მისმა გეოსტრატეგიულმა და ბუნებრივმა უპირატესობებმა. კერძოდ:

- ნავსადგური მდებარეობს ბუნებრივ ღრმაწყლიან უბეში, რაც იძლევა დიდტონაჟიანი გეგმების მიღების საშუალებას;

- კარგადაა დაცული სანაპიროდან;

- ნავსადგურში შემოსასვლელად არ არის საჭირო არხის გავლა, რაც ათავისუფლებს გემთფლობელს არხის მოსაკრებლის გადასახადისაგან.

მე-19 საუკუნის მეორე ნახევრიდან, კერძოდ 1878-1885 წწ-ში ბათუმს ჰქონდა “პორტო-ფრანკოს” (თავისუფალი პორტი) სტატუსი. იგი ამ პერიოდისათვის ემსახურებოდა მშრალი ტვირთების ტრანსპორტირებას არა მარტო სამხრეთ ამიერკავკასიაში, არამედ ირანშიც. შემდეგ კი შესაძლებელი გახდა ბაქოს ნავთობის ტრანსპორტირებაც.

ბათუმის ნავსადგურს გააჩნია შესაძლებლობა დააკმაყოფილოს კლიენტების მოთხოვნილებები სხვადასხვა გემებთან და მგზავრებთან მიმართებაში, მას გააჩნია 5 ტერმინალი: ნავთობტერმინალი, მშრალი ტვირთების ტერმინალი, საკონტეინერო ტერმინალი, სარკინიგზო-საბორნე გადასასვლელი და სამგზავრო ტერმინალი. ნავსადგური ფლობს ISO 9001-2000 ხარისხის შესაბამისობის საერთაშორისო სერტიფიკატს.²

² შპს ბათუმის საზღვაო ნავსადგურის მონაცემები, საიტი <http://www.batumiport.com.ge>. გადამოწმებულია 14.07.2010.

შპს “ბათუმის საზღვაო ნავსადგურის” ძირითადი მაჩვენებლები

2004-2008 წწ-ში

№	მაჩვენებლები	2004	2005	2006	2007	2008
1	ტვირთბრუნვა სულ: (ათასი ტონა) მათ შორის:	11465.8	1592.8	13188.2	11258.8	811258.8
	ა) ტვირთის გადამუშავება	780.8	781.0	1054.2	1237.8	1284.3
	ბ) საბორნე გადასასვლელი	828.5	405.9	350.8	403.0	198.8
	გ) ნავთობგადატვირთვა	9658.8	405.9	11763.2	908.2	7189.1
2	კონტეინერტვირთვა	-	-	-	-	44197
3	მგზავრთბრუნვა სულ. (კაცი)	10282	8785	11794	4821	11016
	გემთბრუნვა (ცალი) მათ შორის:	668	724	771	668	811
	ტანკერი	260	421	397	340	307
	ბალკერი	228	146	251	268	375
	ბორანი	76	52	44	51	38
	სხვა	104	105	79	9	59
5	დამუშავებული ვაგონები (ცალი)	-	11465	15299	16121	17601
6	დამუშავებული მანქანები (ცალი)	-	3766	6078	5850	6697

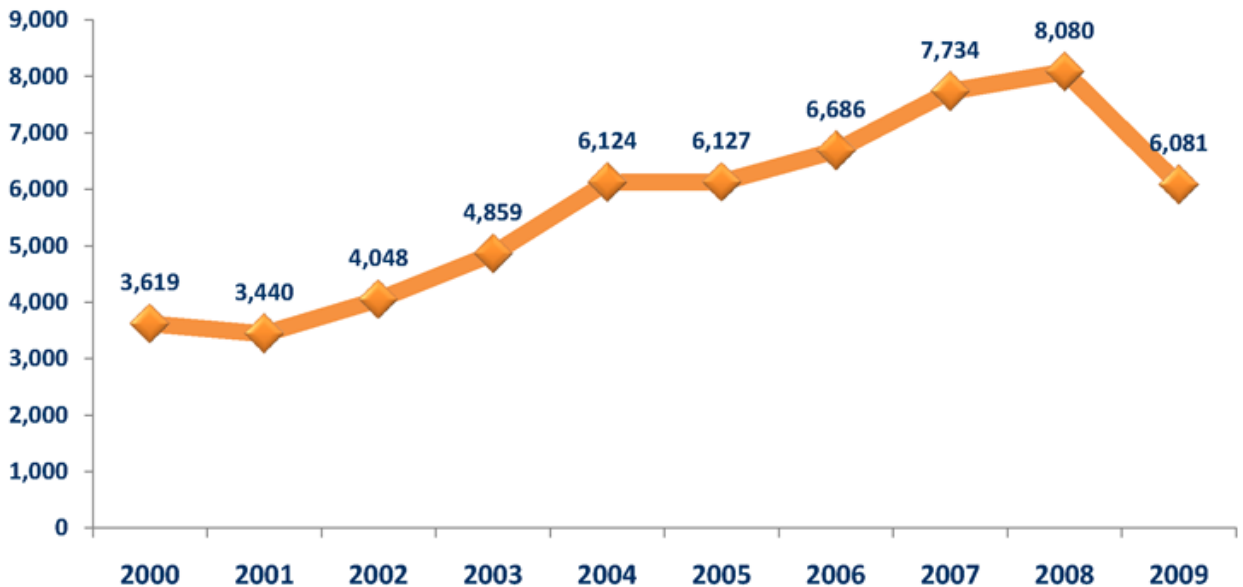
შპს ბათუმის საზღვაო ნავსადგურის მონაცემები 2004-2008 წლებში ძირითადი მაჩვენებლების მიხედვით ასეთია: (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ბათუმის პორტის ტექნიკური პარამეტრები ძირითადად სტაბილურია, თუმცა 2004 წ-ს ტვირთბრუნვა შემცირდა თითქმის 2.4 მლნ. ტ-ით, რაც მნიშვნელოვანწილად გამოიწვია ნავთობგადატვირთვის შენეება. ამ პუნქტში ძირითადად ფიგურირებს ფირმა “შევრონის” კუთვნილი ნედლი ნავთობი და ამ ფირმის მიერ გადაზიდული ნავთობით განისაზღვრება ამ პუნქტის რიცხოვრივი მახასიათებლები, თუმცა გარკვეული სიდიდით

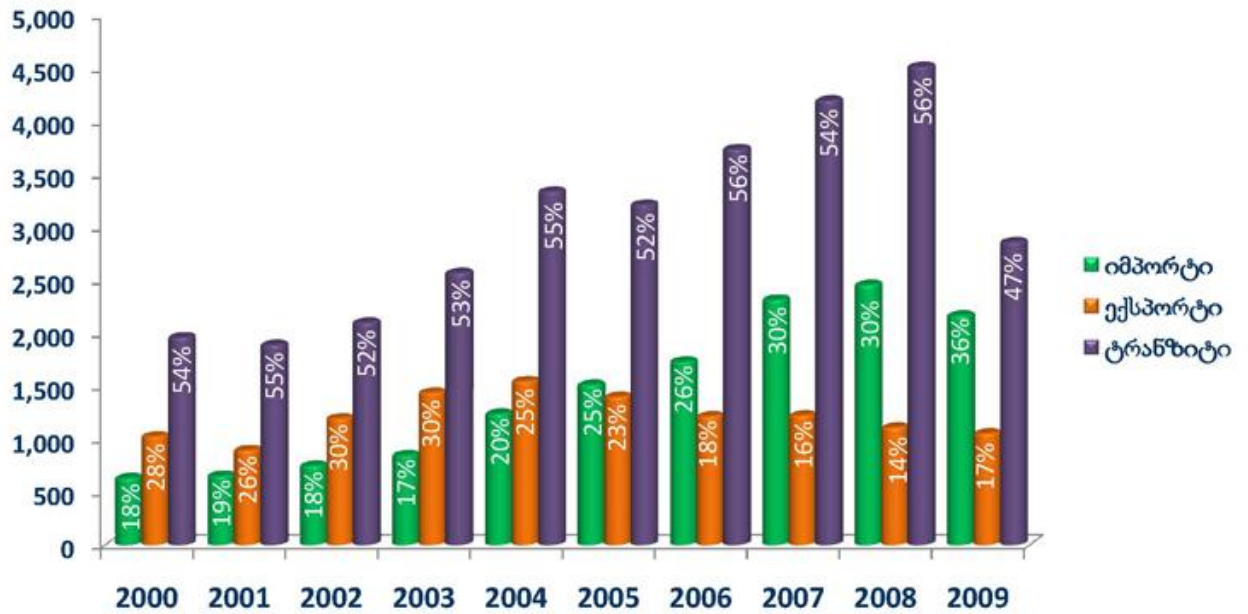
წარმოდგენილია სასომხეთისათვის განკუთვნილი ნავთობპროდუქტებიც. თუ “შევრონმა” უარი თქვა აზერბეიჯანიდან ნედლი ნავთობის შეძენაზე, ავტომატურად მცირდება ნავთობგადაზიდვის მოცულობაც. ბოლო ორ წელიწადში ბათუმის პორტის ტვირთბრუნვის და მგზავრთა გადაყვანის მონაცემები კიდევ უფრო გაუარესდა, რაც მსოფლიოში მიმდინარე გლობალური ეკონომიკური კრიზისით აიხსნება.

თავისი მნიშვნელობით ბათუმზე არანაკლებ მნიშვნელოვანია ფოთის ნავსადგური. ფოთში—რიონის ზღვასთან შეერთების ადგილას, საზღვაო პორტის მშენებლობაზე საუბარი XX ს-ის დასაწყისიდან მიმდინარეობდა, მაგრამ კონკრეტული ნაბიჯები 1858 წლიდან გადაიდგა, ხოლო 1889 წლიდან მშენებლობის ინტენსივობა იზრდება, რასაც ხელი შეუწყო ფოთში რკინიგზის ხაზის შეყვანამ. ასევე ეტაპობრივ განვითარებადაა მიჩნეული ფოთის პორტის გაფართოება ნ. ნიკოლაძის მერად მუშაობის პერიოდი 1901-1907 წწ-ში. დღეისათვის ფოთის პორტი მრავალმხრივ განვითარებულია, იგი ისე, როგორც ბათუმი ფლობს ISO 9001-2000 ხარისხის საერთაშორისო სერტიფიკატს.

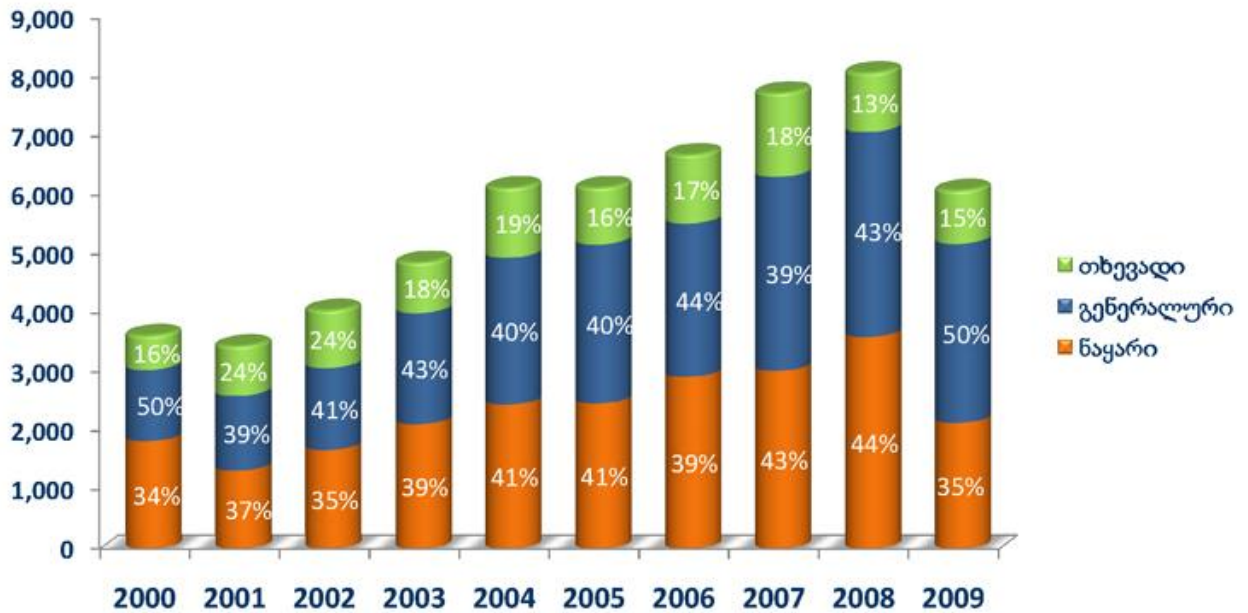
ფოთის პორტის ტექნიკური პარამეტრები გრაფიკულად წარმოდგენილია ნახაზებზე 1, 2, 3, საიდანაც ჩანს, რომ ტვირთბრუნვა 2000 წლიდან მოყოლებული იზრდებოდა 2008 წლამდე, ხოლო 2009 წლისათვის ტვირთბრუნვა 2 მლნ. ტ-ით შემცირდა. მსგავსი სიტუაციაა ტვირთნაკადების მიხედვითაც, ხოლო რაც შეეხება ტვირთების სტრუქტურას, იგი თითქმის არ იცვლება (ნახ.3).



ნახ. 1. ტვირთნაკადები ფოთის პორტში. 200-2009 წწ. (ათასი ტონა)



ნახ. 2. ტვირთნაკადები ფოთის პორტში. 200-2009 წწ. (ათასი ტონა)



ნახ. 3. ტვირთების სახეობები ფოთის პორტში. 200-2009 წწ. (ათასი ტონა)

დასკვნა

საქართველოს პორტებში ტვირთბრუნვის მოცულობის გაზრდისათვის აუცილებელია საერთო-ეკონომიკური სიტუაციის გაუმჯობესება – გლობალური ეკონომიკური კრიზისის დაძლევა, რაშიც გადამწყვეტი მიმდინარე 2010 და მომდევნო 2011 წელი იქნება, თუმცა გლობალურად ეკონომიკურ სიტუაციაზე მეტად აუცილებელია საქართველოს ეკონომიკური განვითარება. დღეისათვის საქართველოს პორტებში დამუშავებული ტვირთების უმეტესობა სატრანზიტო ხასიათისაა და მასში საქართველოს ეკონომიკისათვის განკუთვნილი ტვირთები ძალიან მცირე ხვედრითი წილითაა წარმოდგენილი.

მდგომარეობის გამოსასწორებლად მიზანშეწონილად გვესახება საქართველოს საინვესტიციო გარემოს გაუმჯობესება, რაც ცალკე მსჯელობის საკითხია. საქმეს ნაკლებად უშველის თავისუფალი ეკონომიკური ზონების შექმნაც ტერიტორიის მცირე მონაკვეთებზე. აქ საჭიროა საერთოდ გაუმჯობესდეს სამეწარმეო გარემო.

ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. საქართველოს სტატისტიკური წელწდეული 2011. გვ. 195.
2. შპს ბათუმის საზღვაო ნავსადგურის მონაცემები, საიტი <http://www.batumiport.com.ge>. გადამოწმებულია 14.07.2010.

МОРСКОЙ ТРАНСПОРТ И ПОРТЫ ГРУЗИИ

Б. Путкарадзе, Р. Келдишвили

Резюме

В статье проанализированы данные грузооборота в Грузии различных типов грузовых перевозок, отмечается важность морских перевозок в товарообороте и роли и мест в нём морских портов Грузии. Обосновано для увеличения интенсивности работы портов Батуми и Поти необходимость улучшения общей экономической ситуации в Грузии и создания привлекательной инвестиционной среды

GEORGIAN MARITIME TRANSPORT AND PORTS

B. Putkaradze, R. Keldishvili

Summary

In the article is analyzed the freight turnover data of various modes of freight transport, is mentioned the importance of marine transportation in freight turnover and the role and place of Georgian maritime ports in it. Is grounded the necessity of improvement of general economic state and creation of attractive investment environment in Georgia to increase the Batumi and Poti ports operational activity.

ასფალტობეტონის პოლიეთილენით მოდიფიცირება

თ. პაპუაშვილი, ზ. მელაძე, პ. ნადირაშვილი, თ. მექანარიშვილი

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

რეზიუმე: განვითარებულ ქვეყნებში აქტიურად მიმდინარეობს კვლევები პოლიმერული დანამატების გამოყენებით ასფალტობეტონის ხარისხის გასაუმჯობესებლად. ერთერთ პერსპექტიულ მიმართულებას წარმოადგენს პოლილეოფინებით ასფალტობეტონის ფიზიკო-მექანიკური თვისებების გაუმჯობესების საკითხების შესწავლა. როგორც კვლევებიდან ირკვევა პოლილეოფინების(რომლებსაც განეკუთვნება პოლიეთილენი) გამოყენება იძლევა საგრძნობ ეფექტს. პოლიეთილენით მზადდება: მილები, შესაფუთი მასალა, პაკეტები, ბოთლები, ყუთები, ელექტროსაიზოლაციო მასალები და სხვ. საქართველოში პოლიეთილენის ნარჩენების გადაშენება არ ხდება, ისინი დიდ ზიანს აყენებენ გარემოს და აუარესებს ეკოლოგიურ მდგომარეობას. ამ ნარჩენების გამოყენებით შესაძლებელია ასფალტობეტონის ნარეგების მოდიფიცირება.

საკვანძო სიტყვები: ასფალტობეტონი, პოლიმერი, პოლიეთილენი, ბიტუმი.

სხვადასხვა ქვეყნებში პოლიმერული დანამატები გამოიყენება ასფალტობეტონის მოდიფიცირებისათვის. პოლიმერებიდან ერთ-ერთი ყველაზე მეტად გავრცელებული მასალაა პოლიეთილენი. მისგან მზადდება სხვადასხვა საყოფაცხოვრებო და საწარმოო დანიშნულების პროდუქცია. დღესდღეისობით მსოფლიოში აქტიურია პოლიეთილენის უტილიზაციის საკითხი. ამ საკითხის გადაწყვეტა შესაძლებელია მისი მეორადი გადაშენებით. პოლიეთილენის გამოყენებით შესაძლებელია ასფალტობეტონის მოდიფიცირება.

პოლიეთილენი და ბიტუმი თავსებადია. პოლიეთილენის ბიტუმში შერევით შესაძლებელია ბიტუმის საექსპლუატაციო თვისებების გაუმჯობესება, მაგრამ ისინი იწვევენ ბიტუმის

ელასტიურობის გაუარესებას და გახისტებას. მიუხედავად ამ უარყოფითი თვისებისა პოლიეთილენი აფართოებს ტემპერატურულ დიაპაზონს(ამცირებს ბიტუმის სიმკვრივის ტემპერატურას და ზრდის დარბილების ტემპერატურას), ამალღებს საფარის მზიდუნარიანობას, რითაც რამდენიმეჯერ იზრდება საფარის წინააღმდეგობა კვალის გაჩენისადმი. ამასთან პოლიეთილენს აქვს მარტივი ქიმიური სტრუქტურა ორმაგი კავშირების გარეშე და ამიტომ ის ხანგამძლეა იმ მოდიფიკატორებთან შედარებით რომლებიც ამჟამად ფართოდ გამოყენება.

არსებული პლიმერული დანამატები ძვირადღირებულია და მათი გამოყენება იწვევს ბიტუმის ისედაც მაღალი ფასის გაზრდას. ფინანსური დანახარჯების შემცირება შესაძლებელია სხვადასხვა კლასის პოლიმერებით ბიტუმის კომპლექსური მოდიფიკაციით. ამ დროს შესაძლებელია ძვირადღირებული და შედარებით იაფი მოდიფიკატორების ერთობლივი გამოყენება. მეორადი პოლიეთილენით მოდიფიკაცია ბევრად გააიაფებს მოდიფიცირებულ ბიტუმს.

პოლიმერული დანამატების აღნაგობისა და შემადგენლობის მიხედვით განიხილება ასფალტობეტონის მოდიფიცირების ორი მექანიზმი: I – პოლიმერული დანამატების უშუალოდ ბიტუმში შერევა და II - როდესაც დანამატები ახდენს სტრუქტურის არმირებას. პირველი შემთხვევისგან განსხვავებით მეორეში არ ხდება კომპონენტების ქიმიური ურთიერთქმედება. შემდგომში განხილულია ასფალტობეტონის პოლიეთილენით არმირება.

თბილი ასფალტობეტონის გამოცდის შედეგების მაგალითზე განიხილება ასფალტობეტონის მექანიკურ მახასიათებლებზე პოლიმერული დანამატების გავლენა. თბილი ასფალტობეტონი მიიღება 70% ქვიშის, 23% მინერალური ფხვნილისა და 7% БНД 130/200 მარკის ბიტუმის ნარევის(ნარევი კომპონენტების შემადგენლობა მითითებულია მასური წილებით) დატკეპნით. დანამატები რომელთა მეშვეობითაც ხდება არმირება წარმოადგენენ დაბალი სიმკვრივის მეორადი პოლიეთილენის წკირებს. მათი ზომებია: სიგრძე 5 – 40მმ და სიგანე 0.5 – 3.0მმ. მოდიფიცირებისას განიხილება შემდეგი საკითხები:

- 1) არმირების ელემენტების რაციონალური ზომებისა და ნარევი მათი ოპტიმალური შემადგენლობის განსაზღვრა;
- 2) მოდიფიცირებული ნარევის დამზადების რეჟიმის შერჩევა;
- 3) სიმტკიცისა და დეფორმაციის მაჩვენებლებზე პოლიმერული დანამატების გავლენა(ეს მაჩვენებლები განსაზღვრავენ საექსპლუატაციო საიმედოობას)

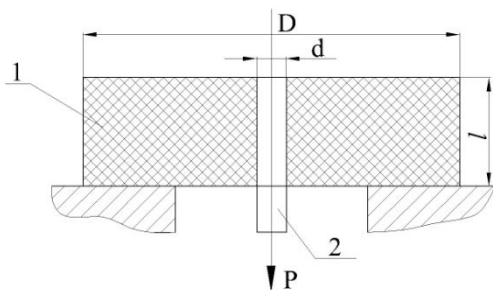
დადგინდა, რომ ცხელი ნარევისათვის რომლებიც მზადდება 180⁰C-მდე ტემპერატურებზე ზემოაღნიშნული მეთოდით მოდიფიცირება არ გამოდგება. პოლიეთილენი რომელსაც აქვს 110-130⁰C

დნობის ტემპერატურა, არევის დროს 60-80 წმ-ის გასვლის შემდეგ პრაქტიკულად მთლიანად დნება და ძლიერი მექანიკური ზემოქმედების შედეგად მცირე ნაწილაკების სახით ნაწილდება ნარევეში. ამ დროს ნარევეში არ წარმოიქმნება საჭირო არმირებული სტრუქტურა.

პოლიეთილენის დნობის ხარისხის 30-40%-ით შემცირება შესაძლებელია მისი ამრევეში ყოფნის დროს 20-25წმ-დე შეზღუდვით(ანუ ძირითადი კომპონენტების საწყისი შერევის შემდეგ მოხდეს პოლიეთილენის მიწოდება) და არევის ტემპერატურის 150⁰C-მდე შემცირებით. ცხადია, რომ პრაქტიკაში ასეთი მკაცრი პირობების მქონე ტექნიკური პროცესი რთულად რეალიზებადია. ამის გარდა, საწარმოო პირობებში დამზადებული ნარევეების პორციები ლაბორატორიაში დამზადებულს მკვეთრად აღემატება, ამის გამო ნარევი არაეთევაროვანი იქნება.

პოლიეთილენის დნობის ინტენსივობა 120-125⁰C ტემპერატურაზე მკვეთრად მცირდება. მაგალითად 2მმ დიამეტრის მქონე ჩანართების მასა მცირდება 10-20%-ით, რაც სავსებით დასაშვებია. ამგვარად პოლიეთილენით არმირება შეიძლება რეკომენდირებული იქნას მხოლოდ თბილი ასფალტობეტონებისათვის.

როგორც ცნობილია, ჩანართებს რომელთა მეშვეობითაც ხდება არმირება უნდა ჰქონდეთ ასფალტობეტონთან კარგი ადჰეზიური კავშირი, წინააღმდეგ შემთხვევაში მათ შეიძლება უარყოფითი გავლენა იქონიონ. ადჰეზიური კავშირის განსაზღვრა ხდება შემდეგი ცდით: ასფალტობეტონის ნიმუშის(რომლის დიამეტრი D 50მმ-ია) ცენტრში ჩაპრესილია პოლიეთილენის წკირი.



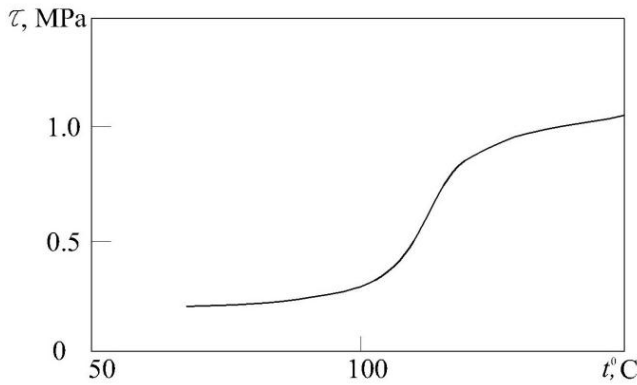
1. ასფალტობეტონის ნიმუში
 2. პოლიეთილენის ჩანართი
- ნახ №1. ძვრის ადჰეზიურ სიმტკიცეზე გამოცდის სქემა.

ამოდრობა და განისაზღვრება ძალა რომლისც საჭიროა წკირის ამოსდრობად. მიღებული მონაცემების საფუძველზე ხდება ძვრის ადჰეზიური სიმტკიცის განსაზღვრა შემდეგი ფორმულით: $\tau = P/\pi dl$ სადაც P - წკირის ამოსადრობად საჭირო ძალაა; d - წკირის დიამეტრი და l - წკირის სიგრძე.

ცდებით დგინდება, რომ იმ შემთხვევაში როდესაც წკირი ჩაპრესილია 125⁰C ტემპერატურაზე ძვრის ადჰეზიური სიმტკიცე ნორმალურ ტემპერატურაზე

შეადგენს 0.8-1.0 მპა-ს, რაც მნიშვნელოვნად აღემატება მაქსიმალურ დაძაბულობებს რომელებიც შესაძლებელია წარმოიქმნას სისტემის(ჩანართი-პოლიეთილენი და მატრიცა-ასფალტობეტონი) გაყოფის საზღვარზე სავსაო სამოსის მუშაობის პირობებში. დაბალ ტემპერატურაზე საცდელი ნიმუშის დამზადება იწვევს ადგეზიის მკვეთრ

შემცირებას რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ბიტუმ-პოლიმერის კომპოზიციის სასაზღვრე ფენაში სუსტდება ფიზიკო-ქიმიური ურთიერთქმედება. აღნიშნულის საფუძველზე დადგენილია მოდიფიცირების ტემპერატურის ქვედა ზღვარი - 110⁰C. ასფალტობეტონის ფორმირების(მოდიფიცირების) ტემპერატურაზე ადჰეზიური სიმტკიცის დამოკიდებულება,



ნახ №2 ადჰეზიური სიმტკიცის დამოკიდებულება ნიმუშების ფორმირების ტემპერატურაზე

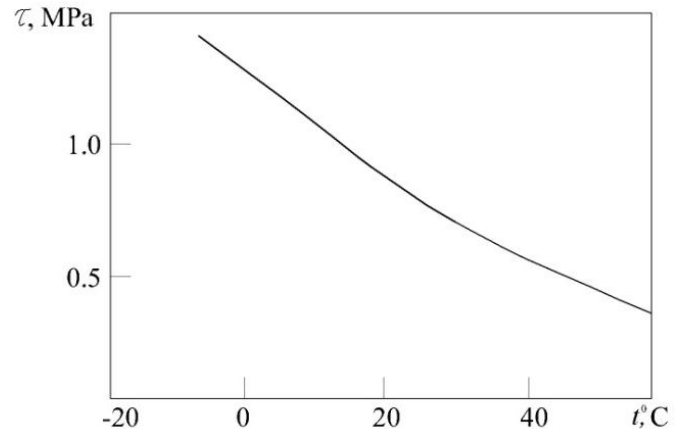
ნიმუშის 20⁰C ტემპერატურაზე გამოცდის დროს ნაჩვენებია ნახ №2-ზე.

125⁰C-ზე დამზადებული ნიმუშების სხვადასხვა ტემპერატურებზე გამოცდის შედეგების მიხედვით(ნახ №3) რღვევის ხასიათი კოჰეზიურია. პოლიეთილენის ზედაპირზე შეინიშნება ბიტუმის ნარჩენები, რაც ასფალტობეტონთან კარგ შეჭიდულობაზე მეტყველებს.

შემდგომი კვლევებისათვის

გამოყენებულია არმირებული ასფალტობეტონის ნიმუშები. ნიმუშების ნარევი მზადდება 120-125⁰C ტემპერატურაზე კომპონენტების არევი 60წმ განმავლობაში. შემდგომში ნარევი იტკეპნება პრესფორმაში 40მპა წნევით 3წთ-ის ხანგრძლივობით. მიღებული ნიმუშები მზად არის ცდის ჩასატარებლად მას შემდეგ რაც გაჩერდება 20⁰C ტემპერატურაზე 24 საათით.

კუმშვაზე გამოცდის შედეგების მიხედვით შესაძლებელია აღინიშნოს, რომ არმირების საუკეთესო ეფექტი მიიღება მაშინ როდესაც მოდიფიცირებისათვის გამოყენებულია 10-15 მმ სიგრძის წკირები ნახ №4.

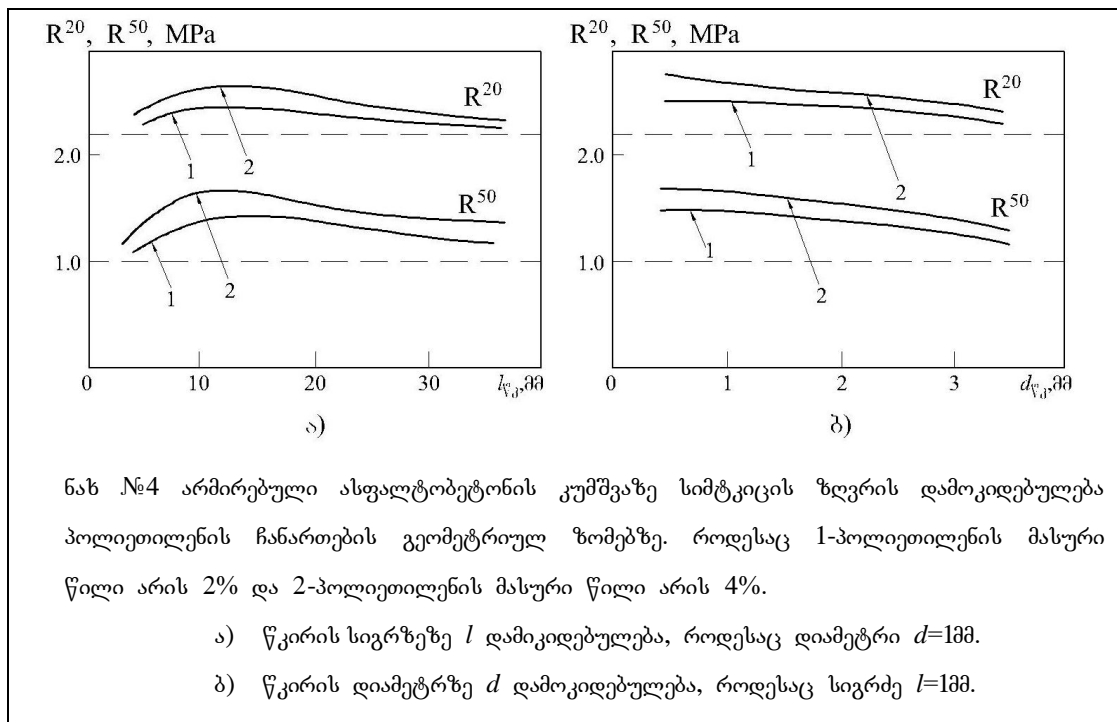


ნახ №3 ადჰეზიური სიმტკიცის დამოკიდებულება გამოცდის ტემპერატურაზე

მოდიფიკატორის შემცველობის გაზრდით მატულობს ასფალტობეტონის სიმტკიცე კუმშვაზე. ამასთან დადგინდა, რომ როდესაც მისი მასური წილი აღემატება 5%-ს უარესდება ნარევის ტეკნადობა 80-90⁰C ტემპერატურაზე. ამ მიზეზის გამო ჩვეულებრივი საგზაო ტექნიკის გამოყენებით შეუძლებელია ხარისხიანი საფარის დაგება.

ცდებით დადგინდა, რომ პოლიეთილენის მაღალი შემცველობის დროს ასფალტობეტონის ნარევის ტექნოლოგიურობის უზრუნველყოფა შესაძლებელია ბიტუმიშემკვრელის შემცველობის 1-2%-ით გაზრდით. ამასთან ასფალტობეტონის სიმტკიცის მახასიათებლები ინარჩუნებენ ზრდის ტენდენციას. ეკონომიური ფაქტორის გათვალისწინებით საჭიროა მოდიფიკატორის მასური

წილის შეზღუდვა 2-3%-ის ფარგლებში, ამასთან 20°C ტემპერატურაზე სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე იზრდება 20-25%-ით და 25-35%-ით 50°C ტემპერატურაზე. ამ დროს ნიმუშის წყალჟღენთვა შეადგენს 2-3%, ხოლო სიმკვრივე 2.25 გ/სმ³-ს. ეს მაჩვენებლები რჩება დასაშვებ საზღვრებში.



როგორც ზემოთ იყო ნახსენები პოლიეთილენით ბიტუმის მოდიფიცირებისას ხდება ბიტუმის გახისტება და მისი სიბლანტის მკვეთრი გაზრდა, ასევე ხდება მისი ელასტიურობის გაუარესება. ამ უარყოფითი თვისებების გაუმჯობესება შესაძლებელია პოლიეთილენისა და ლატექსის (Butonal NS 104) მინიმალური რაოდენობის შერევით, ან თერმოელატოპლასტის დამატებით. კომპონენტების უკეთესი თავსებადობისათვის და ბიტუმპოლიმერული სისტემის სინისტის შესამცირებლად გამოიყენება აგრეთვე ნავთობის ექსტრაქტები, ზეთები და სხვა ნავთობპროდუქტები.

ცხრილში ნაჩვენებია საგზაო პოლიეთილენით, პოლიეთილენითა და თერმოელატოპლასტით მოდიფიცირებული ბიტუმის 90/130 ფიზიკო მექანიკური მახასიათებლები.

მოდულიკატორის შემცველობა %	პენეტრაცია 25*0.1მმ	წელვადობა მმ.	დარბილების ტემპერატურა °C	ელასტიურობა %
ბიტუმი 90/130				
-	114	762	45	-
პოლიეთილენით მოდიფიცირებული ბიტუმი 90/130				
2	65	244	56	10
4	54	189	64	9
6	64	159	73	10
პოლიეთილენითა 2% და თერმოელატოპლასტიტით2% მოდიფიცირებული ბიტუმი				
2-2	66	100	75	73

მეორადი პოლიეთილენის გამოყენებას აქვს ბევრი დადაებით მხარე: ის სხვა პოლიმერულ დანამატებთან შედარებით ბევრად იაფია, ის ნაკლებად განიცდის დაძველებას, მისი გამოყენებით შესაძლებელია ეკოლოგიური მდგომარეობის გამოსწორება, კერძოდ პოლიეთილენის ნარჩენების უტილიზაციის საკითხების გადაჭრა და მისი გარემოში მოხვედრის შემცირება.

გამოყენებული ლიტერატურა

- 1.Органические вяжущие для дорожного строительства / **И. М. Руденская, А.В. Руденский** — М.: «Транспорт», 1984.
2. Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимер-асфальтобетон: Учебно-методическое пособие / **Л.М. Гохман** — М.: ЗАО «Экон-информ», 2008
- 3.**Г.А.Бонченко**, Асфальтобетон. Сдвигоустойчивость и технология модифицирования полимером М. - 1994
4. Дорожные битумоминеральные материалы на основе модифицированных битумов: монография / **Ю.И. Калгин**; Воронеж. гос. архит.– строит. ун–т. — Воронеж: Изд–во Воронеж. гос. ун–та, 2006
- 5.**Л.Б.Гезенцев, Н.В.Горельшев, А.М.Богуславский, И.В.Королев** Дорожный асфальтный бетон М. – 1993
6. **А. А. Тагер; под ред. А. А. Аскадского.** - Физико-химия полимеров . Учеб. пособие -М.Научный мир, 2007

МОДИФИЦИРОВАНИЕ АСФАЛЬТА ПОЛИЭТИЛЕНОМ

Т. Папуашвили, З. Меладзе, П. Надирашвили, Т. Меканаришвили

Резюме

В развитых странах активно исследуются полимерные добавки, используемые для улучшения качества асфальта. Одним из перспективных направлений является изучение вопросов улучшения физико - механических свойств асфальта при помощи применения полиолефинов. Как показывают исследования использование полиолефинов (к ним относится полиэтилен) даёт значительный эффект. Из полиэтилена изготавливают: трубы, упаковочные материалы, пакеты, бутылки, коробки, электроизоляционные материалы и т.д.. Вторичной переработки пластмасс в Грузии не происходит, они наносят ущерб окружающей среде и ухудшают экологическую ситуацию. Применением этих отходов возможна модификация асфальтобетонных смесей.

MODIFICATION OF ASPHALT BY POLYETHYLENE

T. Papuashvili, Z. Meladze, P. Nadirashvili, T. Mekanarishvili

Summary

In the developed countries actively are carried out the researches to improve the quality of asphalt by application of polymeric additives. One of the perspective directions is presented by study of issues of improvement of asphalt physic - mechanical properties by application polyolephines . As studies show the application of polyolephines (to that belongs polyethylene) gives a significant effect. From the polyethylene are manufactured: pipes, packaging materials, bags, bottles, boxes, electric insulating material, etc. In Georgia is not processed the plastic, they are damaged the environment and worsen environmental. Due the application of this waste is possible to modify asphalt mixtures.



შპს 514.513

წრეწირის პროექციული არსი

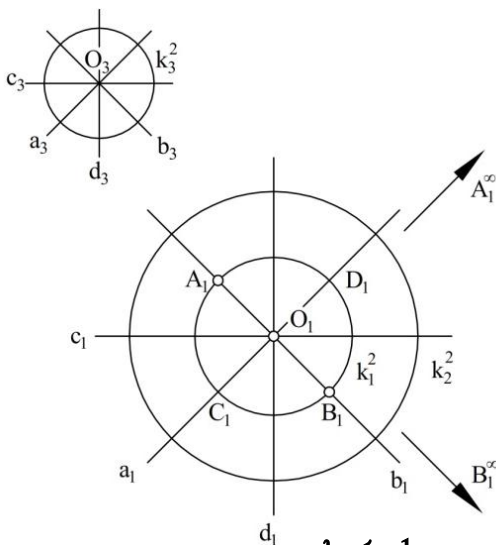
ნ. ნიკაშვილი, ი. ხატისკაცი

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

რეზიუმე: ნაჩვენებია, რომ წრეწირები პროექციული თვალსაზრისით წარმოადგენენ მეორე რიგის წირებს, რომლებიც განსაზღვრავენ განსხვავებულ პოლარიტეტებს და არასაკუთრივ წრეწივზე ამყარებენ ერთ აბსოლუტურ ინვოლუციას. განხილულია მეორე რიგის წირთა სხვა სიმრავლეებიც, რომლებიც სიბრტყის საკუთრივ წრეწივზე ერთ ინვოლუციას ამყარებენ ანუ იქცევიან ისე, როგორც წრეწირები იქცევიან არასაკუთრივ წრეწვის მიმართ. ამიტომ აღნიშნული სიმრავლეების მეორე რიგის წირებს პროექციული თვალსაზრისით შეიძლება “წრეწირები” ეუწოდოთ, ხოლო მათი საშუალებით წარმოებულ აგებებს – “მეტრული აგებები”.

საკვანძო სიტყვები: აბსოლუტური (ორთოგონალური) ინვოლუცია; მეორე რიგის წირთა კონა; არასაკუთრივი წრეწივ; ციკლური წერტილები.

წრეწირის პროექციული არსის გამოსარკვევად განვიხილოთ α სიბრტყეზე მოცემული k_1^2 წრეწირი, რომლის ცენტრია O_1 წერტილი (სურ. 1). ამ წრეწირის შეუღლებული $a_1 \perp b_1, c_1 \perp d_1,$



სურ. 1

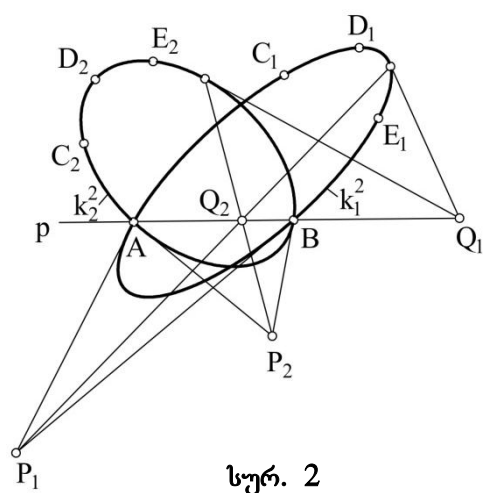
... დიამეტრების წყვილებით არასაკუთრივ წრეწივზე გეგმილდება ორთოგონალური (აბსოლუტური) ინვოლუცია. წრეწირის O_1 ცენტრი წარმოადგენს არასაკუთრივი წრეწვის პოლუსს k_1^2 წრეწირის მიმართ, რადგან ყოველი დიამეტრი, მაგალითად C_1D_1 , თავისი C_1 და D_1 ბოლოებით ჰარმონიულად ჰყოფს O_1, A_1^∞ წერტილთა წყვილს. ამავე სიბრტყის სხვა ნებისმიერი წრეწირი მაგალითად, k_2^2 ან k_3^2 , თავისი შეუღლებული $a_3 \perp b_3, c_3 \perp d_3, \dots$ დიამეტრით არასაკუთრივ წრეწივზე აგეგმილდება იგივე

ორთოგონალურ ინვოლუციას, რომელსაც აგეგმილებენ k_1^2 წრეწირის შეუღლებული დიამეტრები. ეს ინვოლუცია ეკუთვნის ელიფსურ ინვოლუციებს და აქვს ორი ორმაგი წარმოსახვითი წერტილი. ამიტომ, პროექციული თვალსაზრისით, ევკლიდეს სიბრტყის ყველა წრეწირი შეიძლება დაგახასიათოთ როგორც არასაკუთრივი წრფის აბსოლუტური ინვოლუციის წარმოსახვით ორმაგ (ციკლურ) წერტილებზე გამავალი მეორე რიგის წირთა სიმრავლე.

შემდეგი დებულება წრეწირის ამ თვისების პროექციულ განზოგადებას წარმოადგენს: ერთ სიბრტყეზე მდებარე და მოცემულ A და B წერტილზე გამავალი მეორე რიგის წირთა სიმრავლე (წირთა კონა) AB წრფეზე ამყარებს ერთ ინვოლუციას.

ვთქვათ, α სიბრტყეზე მოცემულია p წრფის ნებისმიერი A და B წერტილი (სურ. 2). p

წრფეზე არამდებარე C_1, D_1, E_1 და C_2, D_2, E_2, \dots სამეულები A და B წერტილებთან ერთად შეადგენენ ხუთეულებს, რომლებიც განსაზღვრავენ A და B წერტილებზე გამავალ k_1^2, k_2^2, \dots მეორე რიგის წირთა კონას. ეს წირები α სიბრტყეზე დაამყარებენ გარკვეულ τ_1, τ_2, \dots პოლარიტეტებს, რომლებიც $p(AB)$ წრფეზე განსაზღვრავენ i_1, i_2, \dots ინვოლუციებს. ცხადია, ეს ინვოლუციები შეუთავსდებიან ერთმანეთს, რადგან მათ საერთო ორი ორმაგი A და B წერტილი აქვთ. ამაში ადვილად

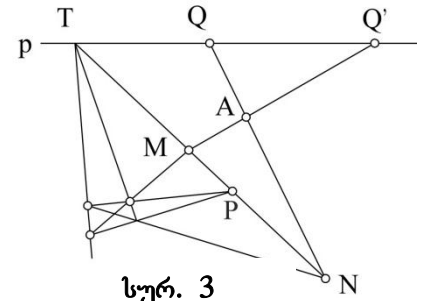


სურ. 2

დავრწმუნდებით, თუ ავაგებთ k_1^2, k_2^2, \dots კონიკებით დამყარებულ τ_1, τ_2, \dots პოლარიტეტებში p წრფის P_1, P_2 პოლუსებს. ამ პოლუსებიდან k_1^2, k_2^2, \dots წირების შეუღლებული დიამეტრებით p წრფეზე გეგმილდება ერთი და იგივე ინვოლუცია (სურ. 2). სამართლიანია შებრუნებული მტკიცებაც: p წრფეზე მოცემული ინვოლუცია განსაზღვრავს ორი საერთო წერტილის მქონე მეორე რიგის წირთა სიმრავლეს (კონას). კერძო შემთხვევაში თუ p წრფის ინვოლუცია ელიფსურია ანუ ინვოლუციის ორმაგი A და B წერტილი წარმოსახვითია, კონიკების სიმრავლე ინვოლუციის წარმოსახვით ორმაგ წერტილებზე გაივლის, ხოლო თუ p წრფე არასაკუთრივია და მასზე დამყარებული ინვოლუცია აბსოლუტური, მაშინ კონიკების სიმრავლე α სიბრტყის ორი საერთო ციკლური წერტილის მქონე ყველა წრეწირის სიმრავლე იქნება. ამ პროექციული თვალსაზრისიდან გასაგები ხდება, თუ რატომ განისაზღვრება წრეწირი სამი დამოუკიდებელი წერტილით: სამი ნამდვილი და ორი წარმოსახვითი ციკლური წერტილი – სულ ხუთი ელემენტია. ზემოთქმულიდან გამომდინარეობს მნიშვნელოვანი შედეგი, რომლის მიხედვით კონიკის განმსაზღვრელ ელემენტად შესაძლებელია გამოვიყენოთ ინვოლუცია, რომელსაც ეს კონიკა ამყარებს გარკვეულ წრფეზე.

ამრიგად, თუ მოცემულია ინვოლუცია, რომელსაც საძიებელი კონიკა ამყარებს p წრფეზე, p წრფის P პოლუსი ამ კონიკის მიმართ და ამ კონიკის კუთვნილი კიდევ ერთი M წერტილი, შეგვიძლია ავაგოთ ამ მონაცემებით განსაზღვრული ერთადერთი კონიკა (სურ. 3).

ცნობილია, რომ ინვოლუციური ჰომოლოგია P ცენტრით და p ღერძით საძიებელ კონიკას თავის თავზე ასახავს. ამიტომ N წერტილი, რომელიც M წერტილს შეესაბამება ინვოლუციურ ჰომოლოგიაში P ცენტრით და p ღერძით, საძიებელ კონიკას ეკუთვნის. N წერტილი აგებულია, როგორც ამ ჰომოლოგიის ორმაგ MN წრფეზე მდებარე M, P, T წერტილებისათვის მეოთხე



სურ. 3

ჰარმონიული წერტილი. ამრიგად, მივიღეთ საძიებელი კონიკის MN ქორდა, რომელიც p წრფესთან არის შეუღლებული. ამიტომ NQ და MQ' წრფეები, რომლებიც გადიან p წრფის მოცემული ინვოლუციის შესაბამის Q და Q' წერტილებზე, გადაიკვეთებიან საძიებელი კონიკის რომელიმე A წერტილზე. ასე შეგვიძლია ავაგოთ საძიებელი კონიკის სხვა წერტილებიც. პროექციული თვალსაზრისით გასაგები ხდება, რატომ განისაზღვრება წრეწირი ცენტრით და ერთი ნამდვილი წერტილით. მართლაც, ერთი ნამდვილი წერტილი, მოცემული წრფის ინვოლუცია (მოცემულ შემთხვევაში, აბსოლუტური ინვოლუცია) და ამ წრფის პოლუსი (რომელიც ამ შემთხვევაში წრეწირის ცენტრია), სავსებით განსაზღვრავენ კონიკას, რომელიც ამ შემთხვევაში წრეწირი იქნება.

ამრიგად, ეკვლიდეს სიბრტყის ყველა წრეწირის პროექციული არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ისინი წარმოადგენენ მეორე რიგის წირებს, რომლებიც განსაზღვრავენ განსხვავებულ პოლარიტეტს და არასაკუთრივ წრფეზე ამყარებენ ერთ აბსოლუტურ ინვოლუციას.

ბამოყენებული ლიტერატურა

8. **Глаголев Н.А.** Проективная геометрия. Москва: Учпедгиз, 1968 г.
9. **Ефимов Н.В.** Высшая геометрия. Москва: Издательство “Наука”, 1978 г.
10. **მჭედლიშვილი ე.ა.** გეგმილური გეომეტრია და გამოსახულებათა მეთოდები. ლექციები, გორი, 1973 წ.

ПРОЕКТИВНАЯ СУЩНОСТЬ ОКРУЖНОСТИ

Н. Никвашвили, И. Хатискаци

Резюме

Показано, что окружности с проективной точки зрения являются кривыми второго порядка, которые определяют различные поляритеты и на несобственной прямой устанавливают одну абсолютную инволюцию. Рассмотрены также множества кривых второго порядка, которые устанавливают на собственной прямой одну инволюцию, т.е. ведут себя так, как окружности ведут себя относительно несобственной прямой плоскости. Поэтому с проективной точки зрения кривые второго порядка, принадлежащие указанному множеству можно назвать “окружностями”, а построения, выполненные с их помощью – “метрическими построениями”.

ESSENCE OF PROJECTIVE CIRCLES

N. Nikvashvili, I. Khatiskatsi

Summary

Is shown that the circle with the projective point of view is second order curves that define the different polarities on the line of infinity define one absolute involution. On the plane are also considered sets of second-order curves that established in its proper line one involution, i.e. behave as circles do relatively line of infinity. Therefore, from the point of view of projective second order curves, belonging to the specified set would be called as "circles" and carried due it plotting - as “metric plotting”.



შპს. 514.513

ორთოცენტრული სამკუთხედის ზოგიერთი თვისება

გ. წულეისკირი, ნ. ნოზაძე, თ. ბერიძე

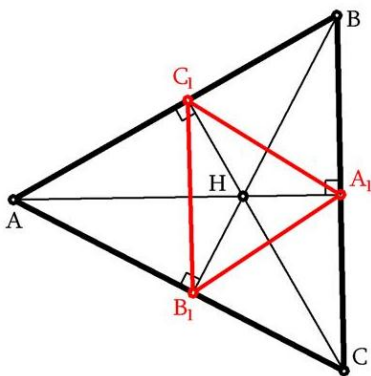
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175, თბილისი,
საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია მოცემული სამკუთხედის ორთოცენტრული სამკუთხედის და მოცემული სამკუთხედის ორთოცენტრის განსაზღვრა. აგრეთვე მოცემული სამკუთხედის ორთოცენტრული სამკუთხედის სამი თვისება, რომლებიც ემყრება მოცემული სამკუთხედის ორთოცენტრული სამკუთხედის ერთადერთობას, წრეწირში ჩახაზული სამკუთხედის წვეროებით განსაზღვრული რკალების თეორემას და სამკუთხედის ორთოცენტრის მდებარეობას სამკუთხედის გვერდის მიმართ.

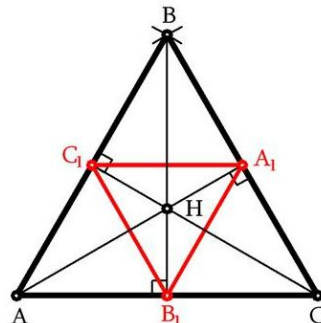
საკვანძო სიტყვები: ორთოცენტრი, ორთოცენტრული სამკუთხედი, კონფიგურაცია, ტოლგვერდა სამკუთხედი, ტოლფერდა სამკუთხედი, სამკუთხედზე შემოხაზული წრეწირი.

შესავალი

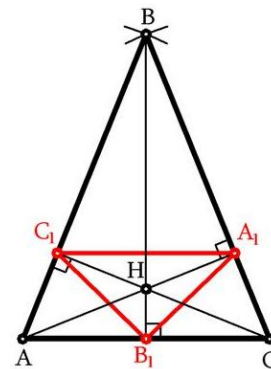
მოცემული სამკუთხედის ორთოცენტრული სამკუთხედი ეწოდება $A_1B_1C_1$ სამკუთხედს, რომლის წვეროები ნებისმიერი მოცემული ABC სამკუთხედის წვეროებიდან მოპირდაპირე გვერდებზე დაშვებული სიმაღლეების ფუძეებია (ნახ.1).



ნახ. 15



ნახ. 16



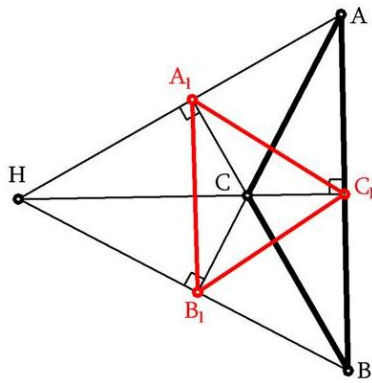
ნახ. 17

ტოლგვერდა სამკუთხედის ორთოცენტრული სამკუთხედი აგრეთვე ტოლგვერდა სამკუთხედია (ნახ.2). იგივე შეიძლება ითქვას ტოლფერდა სამკუთხედზეც (ნახ.3). ცნობილია, რომ სამკუთხედის სამივე სიმაღლე ერთ წერტილში გადაიკვეთება. სიმაღლეების გადაკვეთის H წერტილს პირობითად სამკუთხედის ორთოცენტრი დავარქვათ.

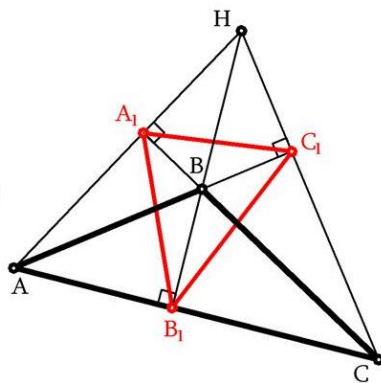
პირითადი ნაწილი

განვიხილოთ ორთოცენტრული სამკუთხედის რამდენიმე თვისება.

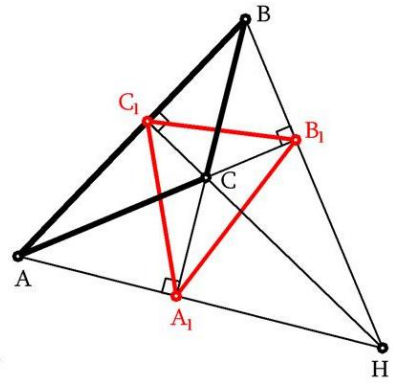
პირველი თვისება. მოცემული კონფიგურაციის ფარგლებში ორთოცენტრული სამკუთხედი $A_1B_1C_1$ მუდმივია იმისდა მიუხედავად თუ მოცემული სამკუთხედის A, B და C წვეროებიდან რომელს მივიღებთ ორთოცენტრად (ნახ. 4, 5 და 6).



ნახ. 18



ნახ. 19



ნახ. 20

მეორე თვისება. მახვილკუთხა სამკუთხედის სამი წვეროთი და მისი სიმაღლეების გაგრძელებების ამ სამკუთხედზე შემოსაზულ წრეწირთან გადაკვეთის წერტილებით განსაზღვრული რკალები წყვილ-წყვილად ტოლია (ნახ.7).

$$\angle ABB_1 = \angle ACC_1$$

ეს მტკიცდება შემდეგნაირად: ABB_2 მართკუთხა სამკუთხედიდან:

$$\angle ABB_1 + \angle BAA_1 + \angle A_1AC = 90^\circ \quad (1)$$

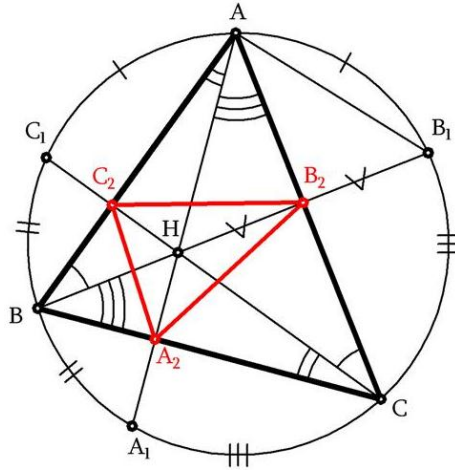
ACC_2 მართკუთხა სამკუთხედიდან:

$$\angle ACC_1 + \angle BAA_1 + \angle A_1AC = 90^\circ \quad (2)$$

(1) ტოლობას გამოვაკლოთ (2) ტოლობა. მივიღებთ:

$$\angle ABB_1 - \angle ACC_1 = 0 \quad \text{ე.ი.} \quad \angle ABB_1 = \angle ACC_1$$

რის დამტკიცებაც გვინდოდა.



ნახ. 21

ანალოგიურად მტკიცდება, რომ

$$\angle BCC_1 = \angle BAA_1 \quad \text{და} \quad \angle CAA_1 = \angle CBB_1$$

ვინაიდან ეს ექვსივე კუთხე ეყრდნობა ერთიდაიგივე რადიუსის რკალებს, მათი შესაბამისი რკალებიც ტოლი იქნება. ე.ი.

$$\overset{\frown}{AB_1} = \overset{\frown}{AC_1}, \quad \overset{\frown}{BC_1} = \overset{\frown}{BA_1} \quad \text{და} \quad \overset{\frown}{CA_1} = \overset{\frown}{CB_1}.$$

მესამე თვისება. მანძილი მოცემული სამკუთხედის ორთოცენტრიდან მის ნებისმიერ გვერდამდე ტოლია მანძილისა შესაბამისი სიმაღლის ფუძიდან ამ სამკუთხედზე შემოხაზულ წრეწირთან გადაკვეთის წერტილამდე (ნახ.7).

სამკუთხედები AB_1B_2 და AB_2H ტოლია, რადგან AB_2 გვერდი საერთო აქვთ. $\angle B_1AB_2 = \angle HAB_2$, როგორც ტოლ რკალებზე დაყრდნობილი კუთხეები. ე. ი. $HB_2 = B_1B_2$.

ანალოგიურად მტკიცდება ტოლობები: $HC_2 = C_1C_2$ და $HA_2 = A_1A_2$.

დასკვნა

მოცემული სამკუთხედის შესაბამისი ორთოცენტრული სამკუთხედის აგების და ორთოცენტრის პონის წესების ცოდნა საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ ისინი ორთოცენტრული სამკუთხედის რამოდენიმე თეორემის შესწავლაში. ეს თვისებები კი პრაქტიკულად შეიძლება იყოს გამოყენებული სხვადასხვა გეომეტრული ამოცანების ამოხსნისას და ზოგიერთი თეორემის დამტკიცების პროცესში.

ბამოყენებულ 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. **Костер Г.С.** Введение в геометрию. Москва. Физматгиз. 1966.
4. Квант. 2001/№4

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ОРТОЦЕНТРИЧЕСКОГО ТРЕУГОЛЬНИКА

Г. Цулейскири, Н. Нозадзе, Т. Беридзе

Резюме

Знание правил построения ортоцентрического треугольника для данного произвольного треугольника дает возможность их применения в изучении, доказательстве и применении в дальнейшем теорем для ортоцентрического треугольника. Их также можно использовать при решении некоторых задач и нахождении новых путей доказательства некоторых теорем геометрии треугольника.

SOME PROPERTIES OF THE ORTHOCENTRIC TRIANGLE

G. Tsuleiskiri, N. Nozadze, T. Beridze

Summary

In this article is considered the definition of given triangle's orthocentric triangle and of given triangle's orthocenter. Also are stated three properties of given triangle's orthocentric triangle that are grounded on the uniqueness of given triangle's orthocentric triangle, theorem of inscribed in circle vertexes of triangle defined arcs and location of the triangle's orthocenter related to side of triangle.

УДК 621.923

**К ВОПРОСУ ДИНАМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА
ДВУХКООРДИНАТНОЙ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ**

Мchedlishvili Т.Ф., Зубиашвили Г.М., Амколадзе Х.М.,

Капанадзе Т.В., Алексидзе Б.А.

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

Резюме: В предшествующих работах рассмотрены вопросы построения математических моделей динамики двухкоординатной гидромеханической следящей системы копировального станка. Рассмотрены вопросы построения аппроксимационных линеаризованных стационарных моделей, в общей форме сформулированы принципиальные подходы к дальнейшим динамическим исследованиям и получены передаточные функции, с использованием которых в настоящей работе рассматриваются задачи параметрического синтеза и введения условия устойчивости в синтезируемую систему.

Ключевые слова: двухкоординатная система, модель динамики, параметрический синтез, условие устойчивости, характеристики мнимых частот.

ВВЕДЕНИЕ

В работах [1-5] рассмотрены вопросы построения математических моделей исследуемой следящей системы, сформулирована обобщенная последовательность расчетных исследований, получены выражения передаточных функций. В настоящей работе решается задача параметрического синтеза исследуемой системы по заданным переходным процессам.

Полная передаточная функция исследуемой системы, приведенная в работе [5], в развернутой форме будет иметь вид:

$$W_o(s) = \frac{x_p(s)}{F_{ex}} = \frac{W_{mu}(s) \cdot W_{kz}(s)}{1 + C_{kb} \cdot W_{mu}(s) \cdot W_{kz}(s)} =$$

$$= \frac{C_B(b_{\kappa\kappa} + b_{\kappa\kappa 0})}{(a_{5\kappa\kappa}s^5 + a_{4\kappa\kappa}s^4 + a_{3\kappa\kappa}s^3 + a_{2\kappa\kappa}s^2 + a_{1\kappa\kappa}s + a_{0\kappa\kappa*})(a_{4\mu\mu}s^4 + a_{3\mu\mu}s^3 + a_{2\mu\mu}s^2 + a_{1\mu\mu}s + a_{0\mu\mu*})} + C_{\kappa\bar{0}}C_B b_{\kappa\kappa}s + C_{\kappa\bar{0}}C_B b_{\kappa\kappa 0}, \quad (1)$$

где $C_{\kappa\bar{0}} = \frac{C_{\kappa}}{C_{\bar{0}}}$.

Здесь же отметим, что в связи с тем, что представленная работа является прямым продолжением работ [1-5] для краткости изложения предлагаемого материала все условные обозначения и их определения будем считать заимствованными из указанных работ.

После проведения элементарных преобразований знаменатель выражения (1) запишется так:

$$a_{29}s^9 + a_{28}s^8 + a_{27}s^7 + a_{26}s^6 + a_{25}s^5 + a_{24}s^4 + a_{23}s^3 + a_{22}s^2 + a_{22}s + 1 = B(s), \quad (2)$$

где:

$$a_{29} = \frac{a_{29}^*}{a_{20}^*};$$

$$a_{28} = \frac{a_{28}^*}{a_{20}^*};$$

$$a_{27} = \frac{a_{27}^*}{a_{20}^*};$$

$$a_{26} = \frac{a_{26}^*}{a_{20}^*};$$

$$a_{25} = \frac{a_{25}^*}{a_{20}^*};$$

$$a_{24} = \frac{a_{24}^*}{a_{20}^*};$$

$$a_{23} = \frac{a_{23}^*}{a_{20}^*};$$

$$a_{22} = \frac{a_{22}^*}{a_{20}^*};$$

$$a_{21} = \frac{a_{21}^*}{a_{20}^*};$$

$$a_{29}^* = a_{5\kappa\kappa} a_{4\mu\mu};$$

$$a_{28}^* = a_{4\kappa\kappa} a_{4\mu\mu} + a_{5\kappa\kappa} a_{3\mu\mu};$$

$$a_{27}^* = a_{3\kappa\kappa} a_{4\mu\mu} + a_{4\kappa\kappa} a_{3\mu\mu} + a_{5\kappa\kappa} a_{2\mu\mu};$$

$$\begin{aligned}
a_{26}^* &= a_{2\kappa 2} a_{4\mu\mu} + a_{3\kappa 2} a_{3\mu\mu} + a_{4\kappa 2} a_{4\mu\mu} + a_{5\kappa 2} a_{1\mu\mu}; \\
a_{25}^* &= a_{1\kappa 2} a_{4\mu\mu} + a_{2\kappa 2} a_{3\mu\mu} + a_{3\kappa 2} a_{2\mu\mu} + a_{4\kappa 2} a_{1\mu\mu} + a_{5\kappa 2} a_{0\mu\mu}; \\
a_{24}^* &= a_{0\kappa\kappa} a_{4\mu\mu} + a_{1\kappa 2} a_{3\mu\mu} + a_{2\kappa 2} a_{2\mu\mu} + a_{3\kappa 2} a_{1\mu\mu} + a_{4\kappa 2} a_{0\mu\mu}; \\
a_{23}^* &= a_{0\kappa\kappa} a_{3\mu\mu} + a_{1\kappa 2} a_{2\mu\mu} + a_{2\kappa 2} a_{1\mu\mu} + a_{3\kappa 2} a_{0\mu\mu}; \\
a_{22}^* &= a_{0\kappa\kappa} a_{2\mu\mu} + a_{1\kappa 2} a_{2\mu\mu} + a_{2\kappa 2} a_{0\mu\mu}; \\
a_{21}^* &= a_{0\kappa\kappa} a_{1\mu\mu} + a_{1\kappa 2} a_{0\mu\mu} + a_{0\kappa 2} a_{0\mu\mu}; \\
a_{20}^* &= a_{\kappa 2} a_{0\mu\mu} + C_{\kappa\bar{0}} C_B b_{\kappa 2 0}.
\end{aligned}$$

Последующая задача связана с параметрическим синтезом с использованием выражения (1), где в качестве варьируемых выбираем параметры k_v и $b_{лс}$, представляющие собой коэффициент усиления по скорости и коэффициент демпфирования в уравнении гидравлической части исследуемой системы.

Для решения поставленной задачи параметрического синтеза согласно метода синтеза по заданным переходным процессам записываем исходное равенство координат в виде

$$W_{\mu\mu}(s)W_{\kappa 2}(s)_0 - C_{\kappa\bar{0}} x_{p\text{жс}}(s) \approx x_{p\text{жс}}(s), \quad (3)$$

где $x_{p\text{жс}}(s)$ – изображение желаемой координаты – переходной кривой $x_p(t)$, реализуемой при единичном ступенчатом входном воздействии. Равенство (3) переписываем в виде:

$$\frac{K_{\kappa v} k_v + A_v(s)}{B_v(s) + k_v B_{v1}(s) + b_{лс} B_{px}(s)} W_{\mu\mu}(s) \approx C_{\kappa\bar{0}} x_{p\text{жс}}(s) + x_{p\text{жс}}(s). \quad (4)$$

Здесь:

$$\begin{aligned}
B_{vy}(s) &= a_{2\kappa 2} s^5 + m_{pr} b_{\kappa} + m_{px} c_{\kappa}; \\
B_{v1}(s) &= k_{\text{жс}} m_{\kappa} s^2 + k_{\text{жс}} b_{\kappa} s + k_{\text{жс}} C_{\kappa}; \\
B_{px}(s) &= m_{\kappa} s^4 + (m_{\kappa} + b_{\kappa}) s^2 + C_{\kappa} s^2 + C_{\kappa} s.
\end{aligned}$$

Преобразовывая равенство (4), получаем:

$$[K_{\kappa v} k_{\kappa} + A_v(s)] W_{\mu\mu}(s) \approx (C_{\kappa\bar{0}} + 1) x_{p\text{жс}}(s) [B_v(s) + B_{vq}(s) k_{\kappa} + B_{px}(s) b_{лс}]. \quad (5)$$

Или:

$$\begin{aligned}
&[K_{\kappa v} k_{\kappa 2}(s) - (C_{\kappa\bar{0}} + 1) x_{p\text{жс}}(s) B_{v1}(s)] k_v - (C_{\kappa\bar{0}} + 1) x_{p\text{жс}}(s) B_{px}(s) b_{лс} + \\
&+ [A_v(s) W_{\mu\mu}(s) - (C_{\kappa\bar{0}} + 1) x_{p\text{жс}}(s) B_{v1}(s)] = 0.
\end{aligned} \quad (6)$$

В укрупненной форме записываем:

$$\Phi_1(s) k_v + \Phi_2(s) b_{лс} = \Phi_0(s), \quad (7)$$

Где

$$\Phi_1(s) = (C_{\kappa\bar{\sigma}} + 1)B_{v1}(s)x_{pжс}(s) - k_{\kappa v}W_{\kappa z}(s); \quad (8)$$

$$\Phi_2(s) = (C_{\kappa\bar{\sigma}} + 1)B_{px}(s)x_{pжс}(s); \quad (9)$$

$$\Phi_0(s) = A_v(s)W_{\kappa z}(s) - (C_{\kappa\bar{\sigma}} + 1)B_v(s)x_{pжс}(s). \quad (10)$$

Вводим в рассмотрение мнимые частоты $\delta = j\omega$ и весовые коэффициенты λ_m и рассматриваем систему условных уравнений [6]

$$\lambda_{mv} \Phi_1(\delta_v, z_m)k_{vl} + \lambda_{mv} \Phi_2(\delta_v, z_m)b_{lc} = \lambda_{mv} \Phi_0(\delta_v, z_m), \quad (11)$$

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

Значения для δ_v и λ_m рассчитываем согласно зависимостей, приведенных в работе [7].

Полученную таким образом систему условных уравнений обрабатываем по методу наименьших квадратов и получаем

$$D_1^{(1)}b_{lc} + D_2^{(1)}k_v = D_0^{(1)}; \quad (12)$$

$$D_1^{(2)}b_{lc} + D_2^{(2)}k_v = D_0^{(2)}, \quad (13)$$

где:

$$D_1^{(1)} = \sum_{i=1}^{\ell} (\lambda_{mv} \Phi_1)^2;$$

$$D_1^{(2)} = \sum_{i=1}^{\ell} (\lambda_{mv}^2 \Phi_2 \Phi_1);$$

$$D_0^{(1)} = \sum_{i=1}^{\ell} (\lambda_{mv}^2 \Phi_0 \Phi_1);$$

$$D_1^{(2)} = D_2^{(1)};$$

$$D_2^{(2)} = \sum_{i=1}^{\ell} (\lambda_{mv} \Phi_2)^2;$$

$$D_0^{(2)} = \sum_{i=1}^{\ell} (\lambda_{mv}^2 \Phi_0 \Phi_2).$$

Согласно полученной расчетной системы нормальных уравнений определяем искомые параметры b_{lc} и k_{lc} .

Здесь же отметим, что с использованием полученных зависимостей в качестве варьируемых вполне могут быть выбраны также и параметры b_k и b_u в «чисто механических» динамических звеньях.

Для реализации процедуры введения условия устойчивости в исследуемую систему рассматриваем характеристическое уравнение системы, определяемое равенство (2).

В виду того, что имеем дело с характеристическим уравнением 9-ой степени для анализа устойчивости воспользуемся известной методикой анализа динамической устойчивости непрерывных стационарных систем, в частности изложенной в работе [8].

Согласно указанной методики вводят в рассмотрение вспомогательные параметры λ_c , образуемые четверками рядом стоящих коэффициентов многочлена (2), которые выражаются зависимости:

$$\lambda_i = a_{i-1}a_{i+2}/a_i a_{i+1}, \quad i = \overline{2, n-2}. \quad (14)$$

Для нашего случая будем иметь:

$$\lambda_1 = a_{20}a_{23}/a_{21}a_{22}; \quad \lambda_2 = a_{21}a_{24}/a_{22}a_{23};$$

$$\lambda_3 = a_{22}a_{25}/a_{23}a_{24}; \quad \lambda_4 = a_{23}a_{26}/a_{24}a_{25};$$

$$\lambda_5 = a_{24}a_{27}/a_{25}a_{26}; \quad \lambda_6 = a_{25}a_{28}/a_{26}a_{27};$$

$$\lambda_7 = a_{26}a_{29}/a_{27}a_{28}.$$

Для устойчивости исследуемой системы достаточно, чтобы выполнялись равенства:

$$\lambda_i < \lambda^* \approx 0,465, \quad \forall i = \overline{1, n-2}; \quad (15)$$

$$\lambda_i + \lambda_{i+1} < \lambda^{**} \approx 0,89, \quad \forall i = \overline{1, n-3}; \quad (16)$$

$$\lambda_i + \lambda_{i+1} + \lambda_{i+2} < 1, \quad \forall i = \overline{1, n-4}; \quad (17)$$

$$\lambda_i < (1 - \lambda_{i-1})(1 - \lambda_{i+1}), \quad \forall i = \overline{2, n-3}. \quad (18)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований построены математические зависимости, необходимые для интегрального приближения регулируемого процесса к желаемому, а также и для введения условия динамической устойчивости синтезируемой системы.

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. 43-48.
2. Амколадзе Х.М., Зубиашвили Г.М., Марсагишвили Л.Г., Нарсия Д.М. К построению математической модели гидрокopировальной системы роторно-шлифовального станка // Транспорт и машиностроение, № 1(23), Тбилиси, 2012. с. 164-168.
3. Зубиашвили Г.М., Амколадзе Х.М., Чхолария Н.Н., Анджапаридзе Т.Н. К динамическому анализу двухкоординатного следящего привода копировального станка // Транспорт и машиностроение, № 2(24), Тбилиси, 2012. с. 46-52.

4. **Амколадзе Х.М., Зубиашвили Г.М., Мchedlishvili Т.Ф., Церетели Т.Р.** К вопросу анализа динамики двухкоординатной следящей системы станка для обработки сложно-профильных поверхностей // Транспорт и машиностроение, № 3(25), Тбилиси, 2012, с.83-87.
5. **Зубиашвили Г.М., Амколадзе Х.М., Мchedlishvili Т.Ф., Элердашвили И.Ш.** К исследованию динамики двухкоординатной следящей системы копировального станка // Транспорт и машиностроение, № 3(25), Тбилиси, 2012, с. 22-27.
6. **Мchedlishvili Т.Ф.** Научные основы и прикладные задачи теории синтеза нелинейных систем приводов по заданным переходным процессам. Тбилиси. «Технический университет», 2008. – 273 с.
7. **Дидук Г.А., Коновалов А.С., Орурк И.А., Осипов Л.А.** Анализ и оптимальный синтез на ЭВМ систем управления. М.: Наука, 1984. 344 с.

**ორკოორდინატიანი მოთვალთვალე სისტემის
დინამიკური სინთეზის საკითხის შესახებ**

**თ. მჭედლიშვილი, გ. ზუბიაშვილი, ზ. ამეოლაძე,
თ. კაპანაძე, ბ. ალესიძე
რეზიუმე**

წინამორბედ ნაშრომებში განხილულია მაკოპირებელი ჩარხის ორკოორდინატიანი ჰიდრომექანიკური მოთვალთვალე სისტემის დინამიკის მათემატიკური მოდელების აგების საკითხები. განხილულია აპროქსიმაციული გაწრფივებული სტაციონარული მოდელების აგების საკითხები და ზოგადი ფორმით ჩამოყალიბებულია პრინციპიალური მიდგომები შემდგომი დინამიკური კვლევებისადმი. მიღებულია გადამცემი ფუნქციები, რომელთა გამოყენებით წარმოდგენილ ნაშრომში განიხილება პარამეტრული სინთეზისა და მდგრადობის შემოტანის ამოცანები სინთეზირებად სისტემაში.

**ON ISSUE OF DYNAMIC SYNTHESIS OF TWO-AXIS FOLLOW-UP
SYSTEM**

**Mchedlishvili T.F., Zubiashvili G.M., Amkoladze Kh.M.,
Kapanadze T.V., Aleksidze B.A.**

Abstract

In the previous works are considered the issues of copier machine tool hydro mechanical two-coordinate follow-up system's mathematical models dynamics construction. Are considered the issues of the approximation linearized stationary models construction in general terms, are formulated the basic approaches to further dynamic studies and are received transfer functions, with application of that in the present work are considered the parametric synthesis tasks and introduction of stability conditions in the synthesized system.

შპს 622.62

**საავტომობილო პარკის რაციონალური ფორმირება
საკანონმდებლო ბაზის სრულყოფით**

ვ. ხარიტონაშვილი, მ. ხვედელიძე

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

რეზიუმე: მოცემულია საგადასახადო კოდექსში ავტომობილების იმპორტის დაბეგვრის დაზუსტებისა და შესაბამისი ცვლილებებისა და დამატებების შეტანის რეკომენდაცია, რაც ხელს შეუწყობს ქვეყანაში მომხმარებელთა უფლებების დაცვას, საავტომობილო პარკის რაციონალური ფორმირების პროცესის დაჩქარებას, მოძრაობისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების გათვალისწინებით.

საკვანძო სიტყვები: ავტომობილი, საბაჟო გადასახადი, საექსპლუატაციოდ ვარგისობის ვადა.

შესავალი

შემოსავლების დაბალი დონის მიუხედავად ავტოსატრანსპორტო (ას) საშუალებების რაოდენობა იზრდება ევროპის ქვეყნებიდან ექსპლუატაციაში ნამყოფი ას საშუალებების იმპორტით. ამავ დროს, საქართველოს საავტომობილო ტრანსპორტის პარკის სტრუქტურა და ას საშუალებების საექსპლუატაციო თვისებები სრულად ვერ უზრუნველყოფს მომხმარებელთა უფლებების დაცვას. ამიტომ, საავტომობილო პარკის ზრდასთან ერთად მცირდება უსაფრთხოების (საგზაო მოძრაობისა და ეკოლოგიური) მაჩვენებლები. უახლოეს მომავალში ეს პრობლემა უფრო გაღრმავდება და მას დაემატება ას საშუალებების უტილიზაციის პრობლემაც. ამჟამად, ქვეყანაში არსებული ნორმატიული ბაზა არ არის სრულყოფილი და რაც მთავარია იგი არ ემყარება მეცნიერულად დასაბუთებულ კვლევის შედეგებს, რის გამოც იგი ვერ უზრუნველყოფს საავტომობილო ტრანსპორტის პარკის რაციონალურად განვითარების მართვას და რეგულირებას [1].

ძირითადი ნაწილი

საყოველთაოდ ცნობილია საკანონმდებლო ტექნიკის პრინციპები: კანონის სტილი უნდა იყოს მარტივი და ზუსტი; ცნებები უნდა იყოს ნათელი რათა განსხვავებული ინდივიდუალური განმარტებებისათვის რაც შეიძლება მცირე შესაძლებლობა დარჩეს; კანონები უნდა შემოიფარგლონ რეალობით; კანონები, უპირველეს ყოვლისა, უნდა იყოს ღრმად გააზრებული და პრაქტიკული სარგებლობის მომტანი; დასაბეგრი მიზნობრივი ტარიფი უნდა იყოს დასაბუთებული და გააჩნდეს პირდაპირი დამოკიდებულება რეალურ ღირებულებასთან. კანონი არ უნდა არღვევდეს საგანთა ბუნებას, ძირითადი აზრისა და სამართლიანობის შეგრძნებას, ვინაიდან სუსტი, უსარგებლო და უსამართლო კანონი სახელს უტეხს მთლიანად საკანონმდებლო სისტემას და წარმოადგენენ სახელმწიფოს წინააღმდეგ მიმართულ ნაღმს [2].

საქართველოს საგადასახადო კოდექსის 188-ე მუხლის მიხედვით მსუბუქი ავტომობილების იმპორტი იბეგრება აქციზური განაკვეთებით „ძრავას მოცულობასა“ და ავტომობილის საექსპლუატაციოდ ვარგისობის შესაბამისი კოეფიციენტების ნამრავლით. კოდექსში გამოყენებულია არასწორი ტერმინი „ძრავის მოცულობა“, რის გამოც აღნიშნული კანონის ნორმა შეუსრულებადია [3].

როგორც ცნობილია სხეულის მოცულობა განისაზღვრება გამოსახულებით (ცხრილში ფორმულა ფორმულით 1). ავტომობილის ტექნიკურ პარამეტრს წარმოადგენს არა „ძრავას მოცულობა“ (როგორც საგადასახადო კოდექსშია), არამედ ძრავას ცილინდრების მუშა მოცულობა“ (ლიტრაჟი), რომელიც განისაზღვრება ყველა ცილინდრების მუშა მოცულობების გადამრავლებით ცილინდრების რაოდენობაზე და იზომება ლიტრებში ან დმ³-ში. ცილინდრის მუშა მოცულობა კი არის დგუშის ზედა მკვდარი წერტილიდან ქვედა მკვდარ წერტილამდე სივრცის მოცულობა. ძრავას ცილინდრების მუშა მოცულობა განისაზღვრება გამოსახულებით (ცხრილში ფორმულა ფორმულით 2).

ფორმულებიდან (1) და (2) აშკარად ჩანს, რომ საგადასახადო კოდექსში არასწორად არის გამოყენული არსებითი მნიშვნელობის მქონე ტერმინი “ძრავას მოცულობა”, რის გამოც კოდექსის ნორმას არ გააჩნია იურიდილი ძალა.

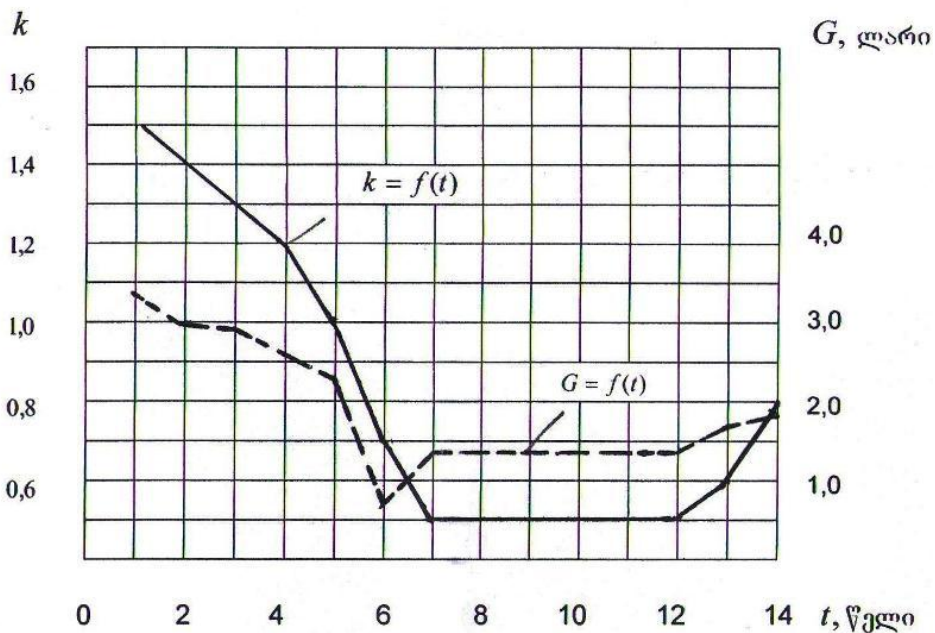
დაუსაბუთებელია გადასახადების ოდენობის შემცირება ავტომობილის საექსპლუატაციოდ ვარგისობის შემცირების შესაბამისად, რადგან ასეთი გადასახადები სტიმულს აძლევს მფლობელებს 6 წელზე მეტი საექსპლუატაციოდ ვარგისობის ას საშუალებების შეძენასა და ექსპლუატაციაზე, რაც ამუხრუჭებს ქვეყნის საავტომობილო პარკის რაციონალური ფორმირების პროცესს. როგორც ანალიზი გვიჩვენებს, აღნიშნული კოდექსით ახალი ავტომობილისათვის მისი საექსპლუატაციოდ ვარგისობის შესაბამისი აქსციზის განაკვეთის კოეფიციენტი მნიშვნელოვნად მეტია, ვიდრე ექსპლუატაციაში ნამყოფი ავტომობილისა. საგადასახადო კოდექსით გადასახადი

შეადგენს ძრავას მუშა მოცულობის ერთ სმ³-ზე 0,5-დან 1,5-მდე ლარს. მოცემული ვარგისობის ვადის მსუბუქი ას საშუალების გადასახადის თანხა შეიძლება გამოისახოს გამოსახულებით (ცხრილში ფორმულა ფორმულით 3).

ნახ-ზე მოცემულია მსუბუქი ავტომობილის (2245 სმ³ ძრავას მუშა მოცულობით) დაბეგვრის კოეფიციენტსა k და გადასახადის G დამოკიდებულება ექსპლუატაციაში ყოფნის დროსთან, ანუ საექსპლუატაციოდ ვარგისობის ვადასთან.

ცხრილი

№	ფორმულა	აღნიშვნები
1	$v_s = lba$	l, b, a – შესაბამისად სხეულის სიგრძე, სიგანე და სიმაღლე.
2	$v_z = \frac{\pi D^2 S_h i}{4 \times 10^6}$	D – ცილინდრის დიამეტრი (მმ); S_h – დეგუმის სვლა (მმ); i – ცილინდრების რიცხვი.
3	$G_t = k_t v$	v – არის ას საშუალების ძრავას მუშა მოცულობა; k_t – საექსპლუატაციოდ ვარგისობის ვადის (წელი) კოეფიციენტი; t_i – ექსპლუატაციაში ყოფნის დრო (წელი); $i = 1, 2, 3 \dots m$.



ნახ. მსუბუქი ავტომობილის ($v = 2245$ სმ³) დაბეგვრის k კოეფიციენტისა და G გადასახადის (ლარი) დამოკიდებულება t საექსპლუატაციოდ ვარგისობის ვადასთან.

როგორც ნახ-დან ჩანს, გადასახადის მრუდები არ ემორჩილება არავითარ კანონზომიერებას. მაგალითად, 1 წლამდე ექსპლუატაციაში ნამყოფი ავტომობილის გადასახადი შეადგენს 3400 ლარს, ხოლო ექსპლუატაციაში 12 წელს ნამყოფი ავტომობილზე გადასახადი დაახლოებით 7-ჯერ ნაკლებია და შეადგენს 500 ლარს, ანუ გაუარესებული ტექნიკური პარამეტრების მქონე ავტომობილზე გადასახადი 7-ჯერ ნაკლებია ვიდრე უკეთესი ტექნიკური პარამეტრების ავტომობილზე. დადგენილი გადასახადი ეწინააღმდეგება საქართველოში საავტომობილო ტრანსპორტის განვითარების პოლიტიკას, კერძოდ, მისი ეფექტურობის გაზრდას მოძრაობისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების გათვალისწინებით თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისი პარკის რაციონალური ფორმირების პროცესის ხელშეწყობით. უფრო მეტიც, დადგენილი გადასახადი სტიმულს აძლევს მფლობელებს შეიძინონ საზღვარგარეთის ქვეყნებში ექსპლუატაციაში ხანგრძლივად ნამყოფი, შემცირებული საექსპლუატაციო-ტექნიკური მახასიათებლების მქონე ას საშუალებები და შემოიტანონ საქართველოში, რაც ცხადია ხელს უწყობს უცხო ქვეყნებში უსაფრთხოების პრობლემების გადაწყვეტას, ხოლო საქართველოში უკვე არსებული პრობლემის უფრო გაღრმავებას. გარდა იმისა, რომ საგადასახადო კოდექსის აღნიშნული ნორმები ეწინააღმდეგება საავტომობილო ტრანსპორტის განვითარების სახელმწიფო პოლიტიკას, ამავე დროს, ნაცვლად იმისა, რომ საქართველო თანდათან მიუახლოვდეს ევროპის თანამეგობრობის ქვეყნების უსაფრთხოების ნორმატივებს, საგადასახადო კოდექსის არსებული ნორმები უფრო მეტად აშორებს საქართველოს ამ ნორმატივებისაგან.

მიუხედავად იმისა, რომ უწყვეტად მიმდინარეობს კოსტრუქციის სრულყოფა, რაც მიმართულია ავტომობილის საიმედოობის გაზრდაზე და საექსპლუატაციო დანახარჯების შემცირებაზე, ავტომობილის ტექნიკური მახასიათებლების მნიშვნელობა მცირდება მისი საექსპლუატაციოდ გამოსადეგობის ვადის (განარბენის კმ, ან წელი) მიხედვით და უკეთესი მახასიათებლები გააჩნია ახალ ავტომობილს.

ექსპლუატაციის პროცესში ავტომობილის ტექნიკური მდგომარეობის პარამეტრების ცვლილება ხასიათდება ლორენცის კლასიკური მრუდით, რომელსაც გააჩნია ორი გარდამავალი – მიმუშავების და პროგრესული ცვეთის პერიოდი, ეს უკანასკნელი კი იწყება ავტომობილის საექსპლუატაციოდ ვარგისობის დადგენილი ვადის ბოლო პერიოდში. ამიტომ ცხადია, რომ ავტომობილის იმპორტზე გადასახადიც უნდა იზრდებოდეს ავტომობილის საექსპლუატაციოდ ვარგისობის ვადის შემცირების შესაბამისად.

დასკვნა

ავტომობილების იმპორტის დაბეგვრა მოითხოვს დაზუსტებას და შესაბამისი ცვლილებებისა და დამატებების შეტანას საგადასახადო კოდექსში, რაც ხელს შეუწყობს ქვეყანაში მომხ-

მარბელთა უფლებების დაცვას, საავტომობილო პარკის რაციონალური ფორმირების პროცესის დაჩქარებას, მოძრაობისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების გათვალისწინებით.

ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. ვ. ხარიტონაშვილი. საავტომობილო ტრანსპორტის ეფექტურობა. მეცნიერება. თბილისი. 2005. 210 გვ.
2. ვ. ხარიტონაშვილი. საავტომობილო გადაზიდვები. თბილისი. 2003. 338 გვ.
3. საქართველოს საგადასახადო კოდექსი.

OF MOTOR TRANSPORT IMPROVEMENT OF LEGISLATIVE BASE

V. Kharitonashvili, M.Khvedelidze

Summary

On the basis of the analysis of legislative norms it is recommended to specify the customs duties for import of cars by introduction of corresponding changes that will provide protection of the rights of potrebytel and acceleration rational formation of park of motor transport taking into account increase of traffic safety and ecological safety.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ПАРКА УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ

В. Харитонашвили, М. Хведелидзе

Резюме

Даны рекомендации по уточнению налогообложения автомобильного импорта и внесения соответствующих изменений и дополнений в налоговый кодекс, что будет способствовать защите прав потребителей в нашей стране, ускорению процесса рационального формирования автомобильного парка с учётом безопасности движения и экологической безопасности.

შპს. 629. 113

**ავტომობილის უმჯუნებლობის სტატისტიკური პროგნოზირების
მეთოდის დამუშავება**

ი. ზაკუტაშვილი, ვ. ლეკიაშვილი, გ. მარდალეიშვილი

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

რეზიუმე: საავტომობილო ტექნიკის რთული სისტემების და მექანიზმების ტექნიკური მდგომარეობის ცვლილებების კანონზომიერებების საფუძველზე პროგნოზირების ამა თუ იმ მეთოდის შერჩევა დამოკიდებულია საიმედოობის სასურველი დონის შენარჩუნებაზე, რაც მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული. ყველა შემთხვევაში მთავარ კრიტერიუმს წარმოადგენს ტექნიკური მდგომარეობის პარამეტრების მნიშვნელობა, რომლებიც ნორმატიულ მაჩვენებლებთან შესაბამისობაში უნდა იმყოფებოდნენ. ძირითადად გამოკვეთილია ორი მიმართულება. პროგნოზირება პარამეტრის საშუალო სტატისტიკური ცვლილებების მიხედვით და ტექნიკური მდგომარეობის პარამეტრის ექსპლუატაციაში ფაქტიური რეალიზაციის შედეგების მიხედვით. ეს უკანასკნელი მოიცავს სტატისტიკის საშუალებების და მეთოდების გამოყენებას. იმის და მიხედვით, თუ როგორ საპროგნოზო ობიექტთან გვაქვს საქმე, ორივე აღნიშნული მეთოდი ერთიმეორეს ავსებენ და ერთმანეთს არ გამოორიცხვენ.

საკვანძო სიტყვები: ტექნიკური მდგომარეობა, პარამეტრი, დიაგნოსტიკა, უმჯუნებლობა, ცდომილება, ნორმირება, ხარჯები, რესურსი.

შესავალი

ექსპლუატაციის პროცესში ავტომობილების საიმედოობის უზრუნველყოფა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მისი ძირითადი სისტემებისა და მექანიზმების ტექნიკური მდგომარეობის მუდმივ კონტროლზე, მტყუნებებისა და უწყესივრობების დროულად გამოვლენასა და აღმოფხვრაზე. ამ მხრივ განსაკუთრებულ შესწავლასა და განვითარებას მოითხოვს ტექნიკური

მდგომარეობის პროგნოზირება. თანამედროვე ავტომობილებისთვის ეს გამოიხატება დიაგნოსტიკის თეორიული საფუძვლებისა და დამუშავებული მეთოდების პრაქტიკული რეალიზაციით. მიზანი და მიზეზები, რომლებითაც განპირობებულია დასახული ამოცანა ეფექტიანობის გაზრდის თვალსაზრისით, მოითხოვენ ჩამოყალიბებული და დასაბუთებულ კრიტერიუმების შერჩევას. ასეთ კრიტერიუმებს წარმოადგენენ, ერთის მხრივ უმტყუნებლობისა და ხანგამძლეობის მაჩვენებლების ოპტიმიზირება, მეორეს მხრივ - დიაგნოსტიკისა და მტყუნებათა აღმოფხვრის კუთხით ხარჯების მინიმიზირება.

საკითხისადმი ასეთი მიდგომა გამართლებული და მიზანშეწონილია იმითაც, რომ ექსპლუატაციის პროცესში მოძრავი შემადგენლობის ტექნიკური მდგომარეობის სათანადო ღონეზე უზრუნველყოფა დაკავშირებულია მატერიალურ და შრომით დანახარჯებთან, რომელთა სიდიდე ხშირად აჭარბებს მათი შეძენის ხარჯებს, ამიტომ ტექნიკური ექსპლუატაციის მეთოდებისა და ფორმების გაუმჯობესება მიმართულია აღნიშნული დანახარჯები შემცირებისაკენ და საიმედოობის გაზრდისკენ.

ძირითადი ნაწილი

როგორც ცნობილია, პროგნოზირების პროცესი გულისხმობს ელემენტის, დეტალის და მთლიანი მექანიზმის მდგომარეობის პარამეტრის ცვლილებისა და მტყუნების ალბათობის გამოვლენას.

იმის გამო, რომ ტექნიკური მდგომარეობის პარამეტრის ცვლილებას ინტენსიური ხასიათი აქვს, პროგნოზირების შედეგიც ალბათობის ხასიათისაა, ამიტომ ამ შედეგების მიხედვით დასკვნის გაკეთება უნდა მოხდეს გარკვეული კრიტერიუმებით: ელემენტის მაქსიმალური რესურსი, მტყუნების მინიმალური ალბათობა, მოცდენის მინიმიზირება, მაქსიმალური მზადყოფნა და სხვა. ერთი რომელიმე კრიტერიუმის გამოყენება გააუმჯობესებს რომელიმე ტექნიკურ მაჩვენებელს და შეამცირებს მეორეს. ასეთ სიტუაციაში მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნას ერთი უნივერსალური კრიტერიუმი, ასეთს წარმოადგენს ეკონომიკური კრიტერიუმი - ხარჯების მინიმიზირება ნამუშევრის (გარბენის ერთეულზე).

აღნიშნულიდან გამომდინარე მიზანშეწონილია ამოცანის დასმისას დაცული იყოს შემდეგი ლოგიკური თანმიმდევრობა:

- საპროგნოზო პარამეტრების ოპტიმიზირების მიზნობრივი ფუნქციის შედგენა;
- ელემენტის ტექნიკური მდგომარეობის ცვლილების ფუნქციის მახასიათებლების დადგენა;

- ელემენტის მდგომარეობის პარამეტრის ცვლილების მახასიათებლების მიხედვით მტყუნების ალბათობის ფუნქციისა და ფაქტიური საშუალო რესურსის განსაზღვრა;
- მტყუნების დიაგნოსტიკის და აღმოფხვრის კუთხით ხარჯების გამოვლენა სხვადასხვა ვარიანტისათვის;
- საპროგნოზო მაჩვენებლის ოპტიმალური მნიშვნელობების განსაზღვრა და მათი სისტემაში მოყვანა.

მიზნობრივი ფუნქციის შედეგისას ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ საპროგნოზოდ აღებული იქნას ძირითადი მართვადი მაჩვენებლები. ასეთებს კი, როგორც იყო აღნიშნული, წარმოადგენენ პარამეტრის დასაშვებ ზღვრებში ცვლილება და კონტროლს შორის ავტომობილების ნამუშევარი (გარბენა)

ტექნიკური მდგომარეობის პროგნოზირების პარამეტრის საშუალო სტატისტიკური ცვლილების მიხედვით გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც არაა ცნობილი ელემენტის ნამუშევარის სიდიდეზე რაიმე ინფორმაცია წარსულში. პროგნოზირების საწყის მონაცემად ასეთ შემთხვევაში აიღება პარამეტრის ცვლილების ფუნქცია საშუალო სიდიდე და, მისი საშუალო კვადრატული გადახრა. პარამეტრის დასაშვები ცვლილებების მიზნობრივი ფუნქცია ზოგადად შემდეგნაირად გამოისახება:

$$C(D) = \min [F(D, l_3, V_3, L_{\text{საშ}}, V, U_{\text{ზღ}}, V_{\text{ზღ}}, \alpha, \lambda_Z, \alpha, L, A, V_A, C, V_c, B, V_B)] \text{ ლარი/კმ} \quad (1)$$

სადაც: D არის - ელემენტის მდგომარეობის პარამეტრის დასაშვები ცვლილება;

l_3, V_3 - კონტროლს შორის საშუალო გარბენა და მისი ვარიაციის კოეფიციენტი;

$L_{\text{საშ}}, V$ - ელემენტის საშუალო რესურსი და მისი ვარიაციის კოეფიციენტი;

$U_{\text{ზღ}}, V_{\text{ზღ}}$ - პარამეტრის ზღვრული ცვლილების საშუალო სიდიდე და მისი ვარიაციის კოეფიციენტი;

α, λ_Z - პარამეტრის ცვლილების Z ფუნქციის ხარისხის მაჩვენებელი და საშუალო კვადრატული გადახრა;

L - ავტომობილის გარბენა ექსპლოატაციის დაწყებიდან,

A, B, C - მტყუნების აღმოფხვრის, პროფილაქტიკური ოპერაციების და კონტროლის (დიაგნოსტიკის) საშუალო ხარჯები;

V_A, V_B, V_C - შესაბამისი ხარჯების ცვლილებების ვარიაციის კოეფიციენტები.

ვინაიდან მოცემულ გამოსახულებაში არის უამრავი ცვლადი სიდიდეები, ამიტომ მიზანშეწონილია პარამეტრის ცვლილება განისაზღვროს ძირითადი ფაქტორების გათვალისწინებით:

$$C(D) = \min [F_1(D, l_j, V, U_{\text{ფლ}}, \alpha, L, A, B, C)] \quad (2)$$

იმ პირობით, რომ

$$l_j = \text{const} \quad \text{და} \quad V_j = V_{\text{ფლ}} = \lambda_z = V_A = V_B = V_C = 0$$

მოცემულ ფუნქციაში კონტროლშორისი ნამუშევარი, პარამეტრის ზღვრული ცვლილება წარმოდგენილია, როგორც მუდმივი სიდიდეები, რაც ასახავს პროფილაქტიკური ოპერაციების იძულებით შესრულებას. ე. ი. როდესაც $\lambda_z = 0$. ამ პირობებიდან გამომდინარე (2) გამოსახულება შეიძლება შემდეგნაირად გამოვსახოთ:

$$C(D) = \frac{\min}{0 \leq D \leq U_{\text{ფლ}}} \left\{ \frac{Q(D)A}{L} + \frac{P(D)(B+C)}{L} + \frac{[n_0 - P(D)]C}{L} \right\} \quad (3)$$

$$Q(D) = F_2(D, l_k, l_{\text{საშ}}, V, U_{\text{ფლ}}, \alpha)$$

$$P(D) = F_3(D, l_k, l_{\text{საშ}}, V, U_{\text{ფლ}}, \alpha)$$

სადაც: $Q(D)$ არის ელემენტის მტყუნებათა რაოდენობა L გარბენის განმავლობაში;

$P(D)$ – ელემენტის პროფილაქტიკური ოპერაციების რაოდენობა იგივე L გარბენის პირობაში;

n_0 – ტექნიკური მდგომარეობის კონტროლის (დიაგნოსტიკის) რაოდენობა.

მე-3 გამოსახულების პირველი შესაკრები ახასიათებს მტყუნებათა აღმოფხვრის ხარჯებს, მეორე – პროფილაქტიკური ოპერაციების შესრულების ხარჯებს, მესამე – საკონტროლო დიაგნოსტიკურ ხარჯებს.

სათანადო გარდაქმნების შემდეგ მიზნობრივი ფუნქცია L გარბენის გაზრდილი მნიშვნელობის შემთხვევაში მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$C(D) = \frac{\min}{0 < D < U_{\text{ზღ}}}} = \left\{ \frac{Q(D)A}{l_{\text{ფაქტ}}(D)} + \frac{[1-Q(D)]C}{l_{\text{ფაქტ}}(D)} \right\} \text{ ლარი/კმ} \quad (4)$$

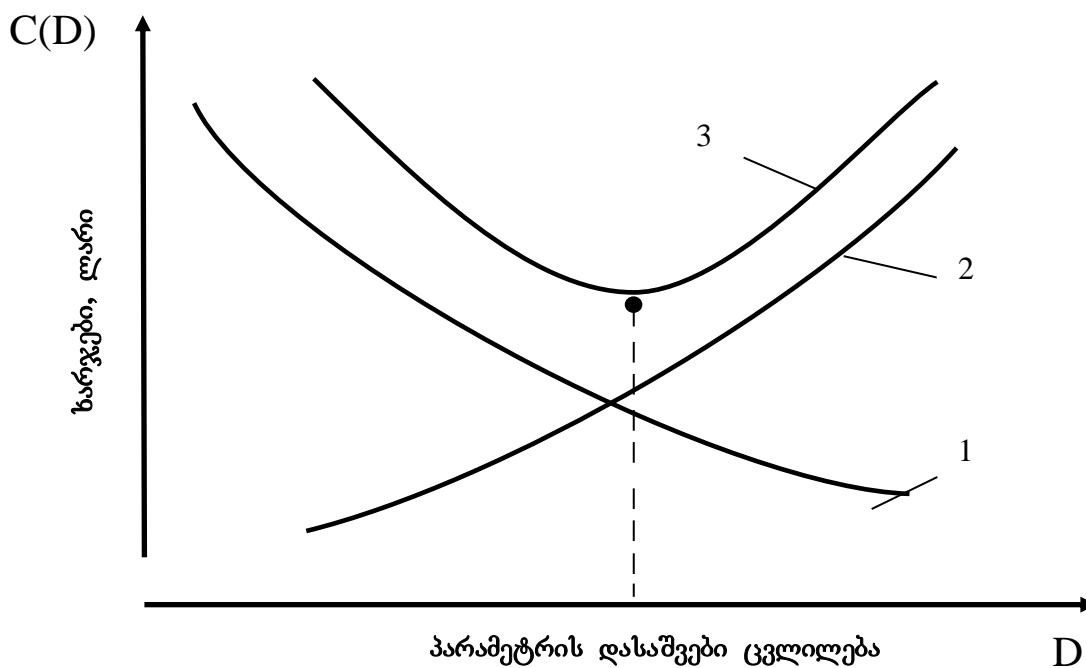
$$Q(D) = F_4(D, l_3, l_{\text{საშ}}, V, U_{\text{ზღ}}, \alpha$$

$$l_{\text{ფაქტ}}(D) = F_5(D, l_3, l_{\text{საშ}}, V, U_{\text{ზღ}}, \alpha$$

სადაც: $Q(D)$ არის ელემენტის მტყუნების ალბათობა;

$l_{\text{ფაქტ}}(D)$ – ელემენტის ფაქტიური საშვალო რესურსი.

ნახაზზე 1 მოცემულია მიზნობრივი ფუნქციის გრაფიკული ინერპრეტაცია, საიდანაც ჩანს, რომ ჯამური ხარჯების (მრუდი-3) მინიმუმს შეესაბამება პარამეტრის დასაშვები ოპტიმალური მნიშვნელობა.



ნახ. 1. კუთრი ხარჯების ცვლილების ფუნქცია პარამეტრის დასაშვები ცვლილებისგან დამოკიდებულებით

- 1 – ხარჯების ფუნქცია ელემენტის შეცვლაზე ტექნიკური ზემოქმედების დროს;
- 2 – მტყუნების აღმოფხვრის ხარჯები;
- 3 – ჯამური ხარჯების ფუნქცია

ასეთი ვარიანტის მოძებნა და განსაზღვრა წარმოადგენს უმტყუნებლობისა და ელემენტის საშუალო ფაქტიური რესურსის განსაზღვრის პირობას.

დასკვნა

- პროგნოზირების მოცემული სტატისტიკური მეთოდი საშუალებას იძლევა ტექნიკური მდგომარეობის პარამეტრის, ცვლილების კანონზომიერების მიხედვით განისაზღვროს ავტომობილის ელემენტის, კვანძის და აგრეგატის უმტყუნებლობის დონე -რესურსი.
- საკონტროლო-დიაგნოსტიკური ოპერაციების შესრულების პერიოდულობის დადგენა მიზანშეწონილი და გამართლებულია განხორციელდეს მტყუნების აღმოფხვრის და დიაგნოსტიკის ღირებულებების ხარჯების მინიმიზირებით, რაც დაკავშირებულია აგრეთვე სათადარიგო დეტალების ნომენკლატურის მიხედვით დაგეგმვასთან.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. **В. Козлов, И. Ушаков**, Справочник по расчету надежности, Москва, «Советское радио», 1977, стр. 465
2. **ვ. ლუკიაშვილი**, ავტომობილების საიმედოობა, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2005. გვ. 92
3. ГОСНИТИ. Международное указание по прогнозированию технического состояния, Москва, «Колос», 1972, стр. 215

РАЗРАБОТКА МЕТОДА СТАТИСТИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БЕЗОТКАЗНОСТИ АВТОМОБИЛЯ

И. Закуташвили, В. Лекиашвили, Г. Мардалеишвили

Резюме

Разработан метод прогнозирования технического состояния элементов и узлов автомобиля по статистическим данным изменения параметра технического состояния. Метод

предусматривает обеспечение уровня безотказности и минимума удельных затрат диагностики и устранения отказов. Приведена графическая интерпретация предлагаемого метода. На основе результатов прогнозирования представляется возможность анализировать режимы технических воздействий с учетом диагностики.

DEVELOPMENT OF VEHICLES RELIABILITY STATISTIC FORECASTING METHOD

I. Zakutashvili, V. Iekiashvili, G. Mardaleishvili

Summary

The study provides a method of forecasting the technical state of vehicle's parts and components depending on the parameters of their technical conditions. The method determinates reliability level and the minimal specific costs of failure's diagnosis, and reparation. The reported image represents a graphical interpretation of the proposed method. Based on results of forecasting it becomes possible to conduct analysis of effects of the diagnosis and technical intervention.



შპს 514.513

არასაკუთრივ წრფესთან დაკავშირებული პოლარიტივის თვისებები

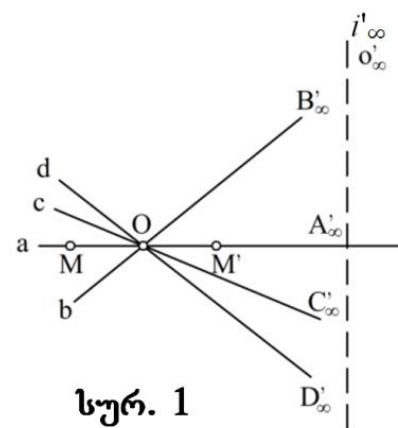
ნ. ნიკაშვილი, ი. ხატისკაცი

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

რეზიუმე: მოცემული პოლარიტეტი სიბრტყის ნებისმიერ წრფეზე (მათ შორის არასაკუთრივ წრფეზე) ამყარებს გარკვეულ ინვოლუციას. სტატიაში პოლარიტეტის ცენტრის და დიამეტრების დახმარებით გამოკვლეულია არასაკუთრივ წრფეზე სხვადასხვა პოლარიტეტებით დამყარებული ინვოლუციების თვისებები და მოცემული პოლარიტეტების ფუნდამენტალური წირების მეტრული ფორმები. განხილულია აბსოლუტური (ორთოგონალური) ინვოლუციის თვისებები და არასაკუთრივ წრფის აბსოლუტური ინვოლუციის მიუწლომლობასთან დაკავშირებული სიძნელების დაძლევის გზები.

საკვანძო სიტყვები: აბსოლუტური (ორთოგონალური) ინვოლუცია; მეორე რივის წირთა კონა; არასაკუთრივ წრფე; ციკლური წერტილები.

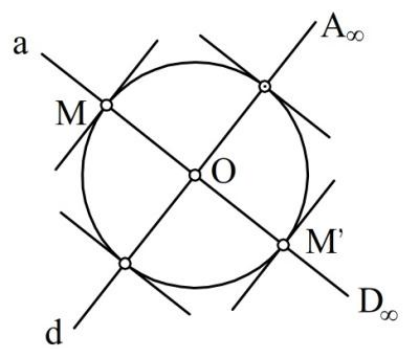
მოცემული პოლარიტეტი სიბრტყის ყოველ წრფეზე ამყარებს გარკვეულ ინვოლუციას. არც სიბრტყის არასაკუთრივ წრფეა გამონაკლისი. სიბრტყის ნებისმიერ პოლარულ გარდაქმნაში არასაკუთრივ წრფეს შეესაბამება საკუთრივ წერტილი – პოლარიტეტის ცენტრი, ხოლო არასაკუთრივ წრფის წერტილებს – პოლარიტეტის ცენტრზე გამავალი პოლარების სიმრავლე – პოლარიტეტის დიამეტრები. ე.ი. არასაკუთრივ წრფის პოლარული ფიგურაა წრფეთა კონა საკუთრივ ცენტრით. პოლარიტეტის შეუღლებული დიამეტრების წყვილები არასაკუთრივ წრფეზე



სურ. 1

აგეგმილებენ ინვოლუციის შეუღლებულ წერტილთა წყვილებს. ამიტომ არასაკუთრივი წრფის i_∞ ინვოლუციის თვისებები შესაძლებელია გამოვიკვლიოთ დიამეტრის კონაში პოლარიტეტით დამყარებული ინვოლუციის თვისებების დახმარებით. ვთქვათ, მოცემული პოლარიტეტში არასაკუთრივ o'_∞ წრფეს შეესაბამება პოლარიტეტის O ცენტრი (სურ. 1). ავაგოთ მოცემული პოლარიტეტით დამყარებული $O(a,b,c,d,\dots)$ დიამეტრების ინვოლუცია და ამ ინვოლუციის მიხედვით დავადგინოთ პოლარიტეტის ფუნდამენტალური წირის მეტრული ფორმა. თუ შეუღლებული დიამეტრების წყვილებია $a \bar{\wedge} d$, $b \bar{\wedge} c$ და ისინი ჰყოფენ ერთმანეთს $a, d \div b, c$, მაშინ ამ დიამეტრების ინვოლუცია ელიფსურია, ამიტომ i'_∞ ინვოლუცია არასაკუთრივ წრფეზეც ელიფსური იქნება. ე.ი. i_∞ ინვოლუციას არა აქვთ ორმაგი წერტილები, რაც იმას ნიშნავს, რომ არასაკუთრივი წრფე არ კვეთს მოცემული პოლარიტეტის ფუნდამენტალურ წირს ანუ ფუნდამენტალური წირი ელიფსია. იმ შემთხვევაში, თუ a, b, c, d, \dots დიამეტრები არ ჰყოფენ ერთმანეთს, არასაკუთრივ წრფეზე მივიღებთ ორი ორმაგი წერტილის მქონე ჰიპერბოლურ ინვოლუციას, რომლის ორმაგი წერტილები წარმოადგენენ არასაკუთრივი წრფის და ფუნდამენტალური წირის გადაკვეთას. ამიტომ პოლარიტეტის ფუნდამენტალური წირი ჰიპერბოლა იქნება, რომელსაც არასაკუთრივ წრფესთან ორი საერთო წერტილი აქვს. პოლარიტეტის ფუნდამენტალური წირი შეიძლება იყოს წარმოსახვითი. ამას გავარკვევთ, თუ გავითვალისწინებთ, რომ მოცემული პოლარიტეტი ყოველ a, b, c, d, \dots დიამეტრზე ამყარებს ინვოლუციას, რომლის ორმაგი წერტილებია დიამეტრის და ფუნდამენტალური წირის გადაკვეთა. ამიტომ ფუნდამენტალური წირის წარმოსახვითობის საკითხს გავარკვევთ ამ დიამეტრზე დამყარებული ინვოლუციის ორმაგი წერტილების მიხედვით. ვთქვათ, მოცემული პოლარიტეტი არასაკუთრივი წრფის i_∞ ელიფსური ინვოლუციით ამყარებს რომელიმე, მაგალითად a , დიამეტრზე ინვოლუციას შეუღლებულ წერტილთა $M \bar{\wedge} M'$ და $O \bar{\wedge} A'_\infty$ წყვილებით (სურ. 1). თუ ეს წყვილები ჰყოფენ ერთმანეთს, მაშინ ამ დიამეტრის ინვოლუციას არ გააჩნია ორმაგი წერტილები ანუ ფუნდამენტალური ელიფსი წარმოსახვითია, წინააღმდეგ შემთხვევაში – ნამდვილი.

ფუნდამენტალური წირი შეიძლება იყოს წრეწირი. ამისათვის შეუღლებული დიამეტრების $a, d \div b, c$ წყვილების გაყოფის გარდა აუცილებელია მათი ურთიერთპერპენდიკულარობა, რადგან მხოლოდ ასეთ შემთხვევაში წრეწირის ყოველი, მაგალითად a , დიამეტრი გაივლის მასთან შეუღლებული d დიამეტრის D_∞ პოლუსზე (სურ. 2). მართლაც, წრეწირის d დიამეტრის პოლუსი



სურ. 2

არის ამ დიამეტრის ბოლოებში გავლებული მხეების ანუ d დიამეტრის პერპენდიკულარული წრფეების გადაკვეთის D_{∞} წერტილი. ე.ი. წრეწირის შეუღლებული დიამეტრები ურთიერთპერპენდიკულარულია. ცხადია, არასაკუთრივი წრფის პოლუსი წრეწირის ცენტრი იქნება, რადგან პოლუსის განსაზღვრის თანახმად, იგი წარმოადგენს მეოთხე ჰარმონიულ წერტილს M, M', D_{∞} წერტილებისათვის. პოლარიტეტის ურთიერთპერპენდიკულარული დიამეტრების წყვილებით O ცენტრის მქონე კონის წრფეებს შორის დამყარებულ ინვოლუციას ორთოგონალური ეწოდება.

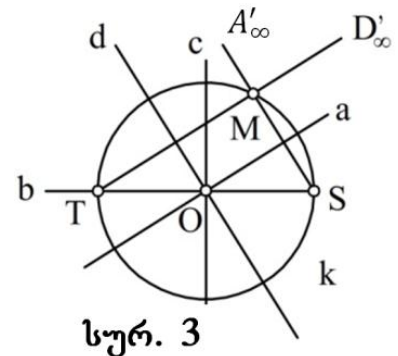
ეს ინვოლუცია ელიფსურია, რადგან მისი შეუღლებული ურთიერთპერპენდიკულარული დიამეტრების არც ერთი წყვილი ერთმანეთთან შეთავსებული არ იქნება ანუ დიამეტრების ორთოგონალური ინვოლუცია სიბრტყის არასაკუთრივ წრფეზე თავისი ორთოგონალური შეუღლებული $a \perp d, b \perp c \dots$ და ა.შ. დიამეტრების წყვილებით აგეგმილებს ელიფსურ ინვოლუციას, რომელსაც ორთოგონალური ან აბსოლუტური ინვოლუცია ეწოდება. სწორედ აბსოლუტური ინვოლუციის საშუალებით პროექციულ გეომეტრიაში ჩამოყალიბებულია პერპენდიკულარული წრფეების და სხვა მეტრული თვისებების მქონე ცნებები. არასაკუთრივ წრფესთან დაკავშირებული პოლარიტეტის თვისებები შესაძლებლობას გვაძლევს ავაგოთ სიბრტყეზე პროექციული მეტრიკა ანუ შევასრულოთ მეტრული გეომეტრიის აგებები პროექციული გეომეტრიის ჩარჩოებში, რითაც დასტურდება ინგლისელი გეომეტრის კელის გამონათქვამი: “პროექციული გეომეტრია არის მთელი გეომეტრია”. შეგვიძლია ვთქვათ, რომ მეტრული თვისებები ბრტყელი ფიგურის და სიბრტყის არასაკუთრივი წრფის ურთიერთდამოკიდებულებით განსაზღვრული პროექციული თვისებებია. ის ვითარება, რომ არასაკუთრივი წრფე მიუწვდომელია, არ ქმნის პრინციპულ დაბრკოლებას. არასაკუთრივი წრფის უსასრულოდ შორს მდებარე წერტილთა მწკრივის მიუწვდომლობის დასაძლევად, შეგვიძლია რომელიმე პროექციული გარდაქმნით ავსახოთ ეს მწკრივი საკუთრივ წერტილთა მწკრივზე, ან პოლარული გარდაქმნით ავსახოთ წრფეთა კონაზე, რომლის ცენტრი შეუთავსდება პოლარიტეტის ცენტრს, ხოლო წერტილთა მწკრივის აბსოლუტური ინვოლუცია აისახება O კონის სხივების ორთოგონალურ ინვოლუციაზე. მივიღებთ სიბრტყის აბსოლუტის პოლარულ ფიგურას, რომელიც საკუთრივი ელემენტებისაგან შედგება. ე.ი. თუ ავაგებთ აბსოლუტის პოლარულ ფიგურას, რითაც ყოველ ამოცანას შევცვლით მის ორეულ ამოცანაზე, ჩვენ ავიცილებთ სიძნელეს, რომელიც დაკავშირებულია არასაკუთრივი წრფის მიუწვდომლობასთან. შემდეგ გადავწყვიტავთ დასმულ ამოცანას საკუთრივი ელემენტების მონაწილეობით და საწყის მონაცემებთან დასაბრუნებლად კიდევ ერთხელ შევასრულებთ პოლარულ გარდაქმნას.

შეგნიშნავთ, რომ პოლარული გარდაქმნის შესრულება პრინციპულ სიძნელეს არ წარმოადგენს: პოლარების და პოლუსების აგება საკმაოდ მარტივია.

როგორ ვაგოთ აბსოლუტის პოლარული კონა?

ვთქვათ, A'_{∞} და D'_{∞} შეუღლებულ წერტილთა წყვილია არასაკუთრივი წრფის აბსოლუტურ ინვოლუციაში (სურ. 3).

როგორც უკვე ავლინებთ, წრეწირის O ცენტრის პოლარა სიბრტყის არასაკუთრივი წრფეა, რომელიც განისაზღვრება წრეწირის დიამეტრების ბოლოებში გავლებული მხებების გადაკვეთის არასაკუთრივი წერტილებით. მაშინ A'_{∞} და D'_{∞}



სურ. 3

წერტილები არის არასაკუთრივ წრფესთან შეუღლებული ანუ O ცენტრზე გამავალი რომელიმე TS დიამეტრის ბოლოებიდან წრეწირის ერთი M წერტილის ორი გეგმილი არასაკუთრივ წრფეზე (O ცენტრის პოლარაზე), რადგან ეს წერტილები ურთიერთპერპენდიკულარული SM და TM წრფეების არასაკუთრივი წერტილებია. ავაგოთ A'_{∞} წერტილის a პოლარა, რომელიც გაივლის O ცენტრზე და A'_{∞} წერტილზე. ანალოგიურად ავაგოთ D'_{∞} წერტილის d პოლარა, რომელიც გაივლის O ცენტრზე და A'_{∞} პოლუსზე. ცხადია, a და d დიამეტრები O წრფეთა კონის შეუღლებული წყვილია, რადგან ერთი მათგანი გადის მეორეს პოლუსზე. აბსოლუტური ინვოლუციის სხვა შეუღლებულ წერტილთა წყვილების პოლარული გარდაქმნით მივიღებთ O კონის შეუღლებულ წრფეთა წყვილებს. თუმცა შეუღლებულ წრფეთა ორი წყვილით, მაგალითად a,d და b,c სავსებით განისაზღვრება წრფეთა კონის ორთოგონალური ინვოლუცია, რომელიც აბსოლუტური ინვოლუციის პოლარული ფიგურაა.

ბამოყენებული ლიტერატურა:

11. **Колстер Х.С.** Действительная проективная плоскость. Москва, 199 г.
12. **Четверухин Н.Ф.** Проективная геометрия. Москва, 1953 г.
13. **Ефимов Н.В.** Высшая геометрия. Москва, 1953 г.
14. **მჭედლიშვილი ე.ა.** გეგმილური გეომეტრია და გამოსახულებათა მეთოდები. ლექციები, გორი, 1973 წ.

СВЯЗАННЫЕ С НЕСОБСТВЕННОЙ ПРЯМОЙ СВОЙСТВА ПОЛЯРИТЕТА

Н. Никвашвили, И. Хатискаци

Резюме

Данный поляритет на всякой прямой (в том числе на несобственной прямой) устанавливает определённую инволюцию. В статье с помощью центра и диаметров поляритета исследованы свойства инволюций, устанавливаемых различными поляритетами на несобственной прямой и метрические формы фундаментальных кривых данных поляритетов. Рассмотрены свойства абсолютной (ортогональной) инволюции и пути устранения препятствий, связанных с недоступностью абсолютной инволюции несобственной прямой.

RELATED WITH IMPROPER LINE PROPERTIES OF POLAR MAPPING

N. Nikvashvili, I. Khatiskatsi

Summary

The given polar mapping on arbitrary straight line (amongst them on improper straight line) determines the certain involution. In the article by center and diameters are studied the properties of involutions, determining by various polar mappings on improper straight line and metric shapes of given polar mappings fundamental curves. The properties of absolute (orthogonal) involution and ways of elimination of obstacles, related with inaccessibility of absolute involution of improper straight line are considered.

УДК 621.923

**К ПАРАМЕТРИЧЕСКОМУ СИНТЕЗУ ЭЛЕКТМЕХАНИЧЕСКОЙ
СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ ПО ЗАДАНЫМ
ПЕРЕХОДНЫМ ПРОЦЕССАМ**

**Мчедlishvili Т.Д., Тавадзе А.Т., Романадзе И.Р.,
Хартишвили И.А., Гварамадзе Т.М.**

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

Резюме: *В предшествующей работе рассмотрена задача, связанная с выявлением исходным математических зависимостей для последующей реализации процедур параметрического синтеза в следящей системе с упругими связями в механической части с использованием математического аппарата характеристик мнимых частот. В настоящей работе рассматриваются последующие процедуры разрабатываемого метода синтеза. Выявляются зависимости для реализации вопроса интегрального приближения регулируемых процессов к желаемым.*

Ключевые слова: следящий привод, регулируемая координата, обратные связи, синтезируемые параметры, условные уравнения.

ВВЕДЕНИЕ

В работе [1] были получены исходные математические зависимости, с помощью которых формируется необходимое дополнительное воздействие на вход системы, реализуемое с помощью обратных связей и направленное на решение задачи синтеза по заданным переходным процессам.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В связи с тем, что работа является прямым продолжением работы [1] для краткости излагаемого материала все исходные зависимости и присутствующие в них условные обозначения считаем заимствованными из указанной работы.

Исходным для последующих преобразований является приближенное равенство регулируемой и желаемой для реализации координат

$$\varphi_2(s) \approx \varphi_{жс}(s), \quad (1)$$

приведенная в работе [1], и в которой развернутая запись выражения регулируемой координаты синтезируемой системы $\varphi_2(s)$ имеет вид

$$\varphi_2(s) = [\varepsilon_0(s) + g_{жс}(s)]K_{pn}W_{k1}(s). \quad (2)$$

Для определения передаточной функции $W_{k1}(s)$, структурную схему рассматриваемой электромеханической системы, приведенной в работе [1], преобразовываем к виду представленному на рис. 1.

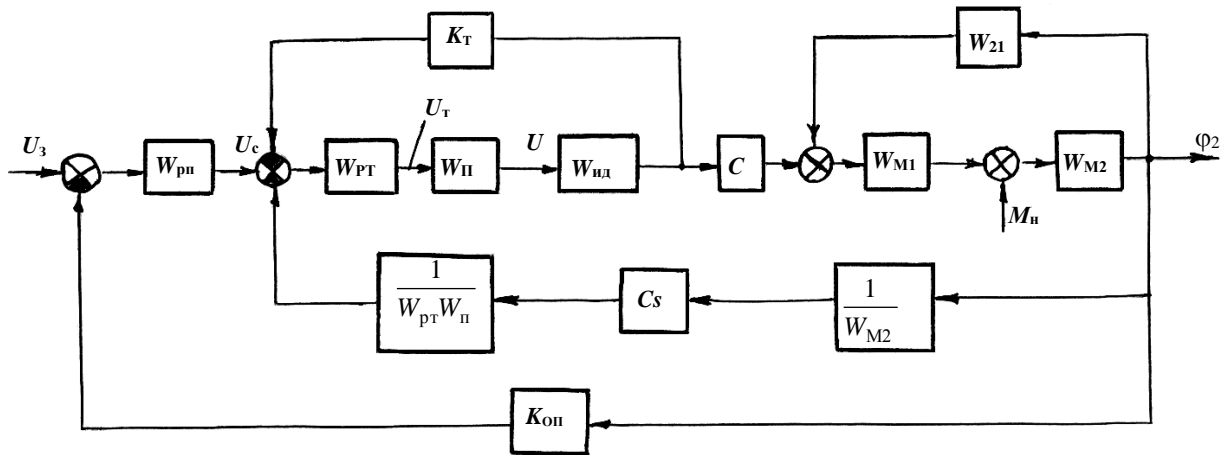


Рис. 1. Структурная схема

Согласно рис. 1 можем записать:

$$W_{k1}(s) = \frac{CW_{км}W_{м}}{1 + \frac{C^2sW_{км}W_{м}}{W_{pn}W_{н}W_{м2}}}, \quad (3)$$

где: $W_{км}$ – передаточная функция замкнутого контура тока; $W_{м}$ – передаточная функция механической части привода; s – оператор преобразований Лапласа, который в выражениях $W_{км}$, $W_{м}$, W_{pn} , $W_{н}$, $W_{м2}$ для краткости записи опущен.

Если пренебречь связью Cs , как это принимают в некоторых случаях, будем иметь

$$W_{k1}(s) = CW_{км}(s)W_{м}(s).$$

С учетом (2) и зависимостей для обратных связей, приведенных в работе [1], зависимость (1) в развернутой форме принимает вид:

$$\begin{aligned} \varphi_2(s) = & [K_{pn}\varepsilon_0(s) + K_{\beta 1}s\varphi_{2жс}(s) + K_{\beta 2}s\varphi_{1жс}(s) + K_{\beta 3}C_{12}\Delta\varphi_{жс}(s) + \\ & + K_{\beta 4}i_{zжс}(s) + K_{\beta 5}u_{жс}(s) + K_{\beta 6}u_{тжс}(s)]W_{k1}(s) = \varphi_{2жс}(s), \end{aligned} \quad (4)$$

где: $K_{\beta 1} = K_{pn}\beta_1$; $K_{\beta 2} = K_{pn}\beta_2$; $K_{\beta 3} = K_{pn}\beta_3$; $K_{\beta 4} = K_{pn}\beta_4$; $K_{\beta 5} = K_{pn}\beta_5$; $K_{\beta 6} = K_{pn}\beta_6$.

Для перехода к характеристикам мнимых частот оператор s в равенстве (3) заменяем мнимой частотой $\delta = j\omega$, где j – мнимая единица [3].

Согласно метода синтеза по заданным переходным процессам с использованием характеристик мнимых частот [3, 4] записываем систему условных уравнений:

$$\begin{aligned} &\Phi_1(z_m\delta_v)K_{pn} + \Phi_2(z_m\delta_v)K_{\beta 1} + \Phi_3(z_m\delta_v)K_{\beta 2} + \Phi_4(z_m\delta_v)K_{\beta 3} + \\ &+ \Phi_5(z_m\delta_v)K_{\beta 4} + \Phi_6(z_m\delta_v)K_{\beta 5} + \Phi_7(z_m\delta_v)K_{\beta 6} = \varphi_{2ж}(z_m\delta_v), \end{aligned} \quad (5)$$

$$v = 1, 2, 3, \dots, l,$$

где:

$$\begin{aligned} \Phi_1(z_m\delta_v) &= \varepsilon_0(z_m\delta_v)W_{\kappa 1}(z_m\delta_v); \\ \Phi_2(z_m\delta_v) &= \omega_{2ж}(z_m\delta_v)W_{\kappa 1}(z_m\delta_v); \\ \Phi_3(z_m\delta_v) &= \omega_{2ж}(z_m\delta_v)W_{\kappa 1}(z_m\delta_v); \\ \Phi_4(z_m\delta_v) &= C_{12}\Delta\varphi_{ж}(z_m\delta_v)W_{\kappa 1}(z_m\delta_v); \\ \Phi_5(z_m\delta_v) &= i_{жж}(z_m\delta_v)W_{\kappa 1}(z_m\delta_v); \\ \Phi_6(z_m\delta_v) &= u_{жж}(z_m\delta_v)W_{\kappa 1}(z_m\delta_v); \\ \Phi_7(z_m\delta_v) &= u_{мжж}(z_m\delta_v)W_{\kappa 1}(z_m\delta_v); \end{aligned}$$

z_m – масштабный коэффициент времени [4].

Значением δ_v рассчитываются согласно зависимостей, приведенных в работе [3].

Полученную систему уравнений обрабатываем по методу наименьших квадратов и получаем систему нормальных уравнений

$$D_{i1}K_{pn} + D_{i2}K_{\beta 1} + D_{i3}K_{\beta 2} + D_{i4}K_{\beta 3} + D_{i5}K_{\beta 4} + D_{i6}K_{\beta 5} + D_{i7}K_{\beta 6} = D_{0i}, \quad (6)$$

$$i = 1, \dots, 6.$$

Для краткости записей, связанных с принципиальным подходом к получению выражений D_{i1} ограничимся выражениями этих коэффициентов в приложение к поиску трех параметров K_{pn} , $K_{\beta 1}$ и $K_{\beta 2}$. В рассматриваемом случае приходим к нормальным уравнениям:

$$D_{11}K_{pn} + D_{12}K_{\beta 1} + D_{13}K_{\beta 2} = D_{01}, \quad (7)$$

$$D_{21}K_{pn} + D_{22}K_{\beta 1} + D_{23}K_{\beta 2} = D_{02}, \quad (8)$$

$$D_{31}K_{pn} + D_{32}K_{\beta 1} + D_{33}K_{\beta 2} = D_{03}, \quad (9)$$

где:

$$D_{11} = \sum_v \delta_v^2 \Phi_1^2(z_m\delta_v);$$

$$D_{12} = \sum_v \delta_v^2 \Phi_1(\delta_v) \Phi_2(z_m \delta_v),$$

$$D_{13} = \sum_v \delta_v^2 \Phi_1(z_m \delta_v),$$

и т.д.

Решая полученную систему (6) (и в частности (7)) относительно неизвестных получаем значения искоемых параметров в функциональной взаимосвязи от обобщенного параметра $K_{pm}(z_m)$, $K_{\beta 1}(z_m)$, $K_{\beta 2}(z_m)$, $K_{\beta 3}(z_m)$ и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований получены основные математические зависимости для параметрического синтеза следящей системы, охваченной стабилизирующими обратными связями, с использованием математического аппарата характеристик мнимых частот.

ЛИТЕРАТУРА

7. **Мchedlishvili Т.Ф., Романадзе И.Р., Тавадзе А.Т., Хартшвили И.А., Чхолария Н.Н.** К вопросу синтеза электромеханических следящих приводов по заданным переходным процессам // Транспорт и машиностроение, Тбилиси, № 1(26), 2013.
8. **Михайлов О.П.** Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов. М.: Машиностроение, 1990. – 304 с.
9. **Дудик Г.А., Коновалов А.С., Орурк И.А., Осипов Д.А.** Анализ и динамический синтез на ЭВМ систем управления. М.: Наука, 1984. – 344 с.
10. **Мchedlishvili Т.Ф.** Научные основы и прикладные задачи теории синтеза нелинейных систем приводов по заданным переходным процессам. Тбилиси, «Технический университет», 2008. – 273 с.

მოთვალთვალე ელექტრომექანიკური სისტემის
პარამეტრული სინთეზი მოცემული გარდამავალი
პროცესების მიხედვით

თ. მჭედლიშვილი, ა. თავაძე, ი. რომანაძე, ი. ხართიშვილი,

თ. გვარამაძე

რეზიუმე

წინამორბედ ნაშრომში განხილულია საკვლევი მოთვალთვალე სისტემის მაკორექტირებელი რგოლების წარმოსახვით სინთეზთან მასსიათებლების გამოყენებით პარამეტრული სინთეზისათვის რეალიზაციისათვის საჭირო საწყისი მათემატიკური დამოკიდებულებების გამოვლენასთან დაკავშირებული საკითხები.

წარმოდგენილ ნაშრომში განიხილება სინთეზის შესაძლებელი მეთოდის შემდგომი პროცედურების რეალიზაციისათვის საჭირო მათემატიკური დამოკიდებულებები.

**FOR PARAMETERS SYNTHESIS ELECTROMECHANICAL
FOLLOW-UP SYSTEM ON GIVEN TRANSITION PROCESSES**

Mchedlishvili T.D., A. Tavadze, I. Romanadze, I. Khartishvili,

T. Gvaramaze

Abstract

In a previous work was considered the problem related to the identification of initial mathematical dependencies for further implementation of parametric synthesis procedures in follow-up system with elastic constraints in the mechanical part using mathematical apparatus characteristics of imaginary frequencies. In this work are considered the following procedures of developed method of synthesis. Are identified the dependencies for realization issue of integral approximation of to controlled processes the desired.

შპს 621.43.001

**საქართველოში სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის
პროექტების განხორციელების მახასიათებელი და
გარემოსდაცვითი ღონისძიებები**

ხ. მღებრიშვილი, ხ. ქვაბულაშვილი, ო. გერგაია
**(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მერაბ კოსტავას
ქ. 77, 0175, თბილისი, საქართველო)**

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია გარემოსდაცვითი პრობლემების გადაჭრის საკმაოდ ხანგრძლივი პროცესი. მომავალში დაბინძურებული გარემოს გაწმენდისათვის საჭირო მაღალი დანახარჯები შეიძლება თავიდან ავიცილოთ დღეს მიღებული სწორი გადაწყვეტილებებით. თავის მხრივ, გრძელვადიანი მიზნების მიღწევა მხოლოდ მოკლევადიანი და დროული ღონისძიებების განხორციელების გზითაა შესაძლებელი. მრავალი გარემოსდაცვითი პრობლემა ერთმანეთთან მჭიდრო კავშირშია და საჭიროა ინტეგრირებული მიდგომა.

საკვანძო სიტყვები: ინფრასტრუქტურა, ურბანული მობილურობა, ჩქაროსნული მაგისტრალი, რეაბილიტაცია.

შეჯამება

საქართველოს მოხერხებული გეოგრაფიული მდებარეობა კავკასიის ცენტრალურ ნაწილში, ევროპისა და ცენტრალური აზიის ქვეყნებს შორის ეკონომიკური თანამშრომლობის პოტენციალის ფონზე, წარმოადგენს დასავლეთი-აღმოსავლეთი სატრანსპორტო დერეფნის ჩამოყალიბების მნიშვნელოვან ფაქტორს. ეკონომიკური განვითარება ქვეყნის კეთილდღეობის საფუძველია, თუმცა, ამავდროულად, ეს პროცესი ზეწოლას ახდენს ბუნებრივ რესურსებსა და გარემოზე. საერთაშორისო თანამეგობრობის მიერ საქართველოში განხორციელებულმა სატრანსპორტო სატრანსპორტო პროექტებმა, შესაძლოა, ახლო მომავალში შეუქცევადი ზიანი მიაყენოს საქართველოს გარემოს, თუ არ იქნება შემუშავებული და ამოქმედებული სპეციფიური ინსტრუმენტები, რაც საშუალებას მისცემს ქვეყანას თავიდან აიცილოს და/ან შეარბილოს ინფრასტრუქტურული პროექტების უარყოფითი შედეგები.

სახელმწიფო პოლიტიკა მიმართული უნდა იყოს ინფრასტრუქტურული პროექტების დაგეგმვისას გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ინტეგრირებისკენ. ინფრასტრუქტურულ პოლიტიკაში ხშირად მახვილდება ყურადღება ისეთ საკითხებზე, როგორცაა მთლიანი შიდა პროდუქტის ზრდა, მომსახურების საფასურის განსაზღვრა, მომსახურების ხარისხი, შრომის ნაყოფიერება, მომგებიანობა და როგორც წესი, ნაკლები ყურადღება ეთმობა ინფრასტრუქტურის განაწილების ეფექტებს.

ძირითადი ნაწილი

ქვეყანაში განვითარებული ინფრასტრუქტურის არსებობა წარმოადგენს ეკონომიკური განვითარების აუცილებელ პირობას. ინფრასტრუქტურა პირობითად შეიძლება დავყოთ გარემოსდაცვით და ეკონომიკური განვითარების, მომსახურების მიმწოდებელ ინფრასტრუქტურად.

სახელმწიფო პოლიტიკა მიმართული უნდა იყოს ინფრასტრუქტურული პროექტების დაგეგმვისას გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ინტეგრირებისკენ.

ინფრასტრუქტურა ზეგავლენას ახდენს გარემოზე იმ მომსახურების შედეგადაც, რომელსაც გეთავაზობს ფიზიკური სტრუქტურები. აღნიშნულის ნათელ მაგალითს წარმოადგენს სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურა – გზები და/ან აეროპორტები უარყოფით ზეგავლენას ახდენენ გარემოზე არამარტო მშენებლობისას, არამედ ფუნქციონირებისასაც. წყლისა და მიწის რესურსების, ჰაერის და ზოგადად, საარსებო გარემოს ქიმიური და მძიმე ლითონებით დაბინძურებისგან დაცვა შესაძლებელია სივრცითი დაგეგმვის ეფექტური პოლიტიკით – ისეთი პოლიტიკით, რომელიც ერთდროულად უზრუნველყოფს უსაფრთხო გარემოს შენარჩუნებასაც და მობილურობასაც.

სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარება მნიშვნელოვანია ურბანული მობილურობის უზრუნველსაყოფად. ეფექტური სატრანსპორტო სისტემის განვითარების შედეგად, მცირდება მოქალაქეების მიერ კერძო მანქანების მოხმარება საზოგადოებრივი ტრანსპორტის გამოყენების ხარჯზე, რაც თავის მხრივ, ამცირებს გამონახობლქვს ქალაქში. ავტომანქანების ტექნიკური დათვალიერებისა და ქალაქის სხვადასხვა უბნებში (მაგ., ქალაქის ცენტრში) კერძო ტრანსპორტის შეზღუდვისკენ მიმართული პოლიტიკა, ასევე საწვავის გაუმჯობესებული მოხმარების ინიციატივები, ეფექტურად ამცირებს გამონახობლქვს, მობილურობის შეუზღუდავად.

ინფრასტრუქტურულ პოლიტიკაში გარემოსდაცვითი ასპექტების ინტეგრირება შესაძლებელია სხვადასხვა გზით, მათ შორის, ეფექტური გარემოსდაცვითი კანონმდებლობით, გარემოსდაცვითი უწყებების შესაძლებლობების განვითარებით, გარემოსდაცვითი ინფორმაციის არსებობისა და მისი ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფით.

ინფრასტრუქტურულ პოლიტიკაში ხშირად მახვილდება ყურადღება ისეთ საკითხებზე, როგორცაა მთლიანი შიდა პროდუქტის ზრდა, მომსახურების საფასურის განსაზღვრა, მომსახურების ხარისხი, შრომის ნაყოფიერება, მომგებიანობა და როგორც წესი, ნაკლები ყურადღება ეთმობა ინფრასტრუქტურის განაწილების ეფექტებს.

სხვადასხვა ინფრასტრუქტურული პროექტების განხორციელება, მათ შორის, სატრანზიტო სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარება/რეაბილიტაცია გარკვეულ უარყოფით ზეგავლენას ახდენს როგორც გარემოზე ასევე სოციუმზე. სწორედ ამ უარყოფითი შედეგების თავიდან ასაცილებლად დამკვიდრდა თანამედროვე პრაქტიკაში ისეთი ინსტრუმენტების გამოყენება, როგორცაა გარემოზე ზემოქმედების სტრატეგიული შეფასება და გარემოზე ზემოქმედების შეფასება. ამ ინსტრუმენტების გამოყენებით შესაძლებელია მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე ზემოქმედება.

გარემოზე ზემოქმედების შეფასებას დაქვემდებარებული საქმიანობები, ხშირ შემთხვევაში, წარმოდგენილია ზღვრების გარეშე, რაც სირთულეებს უქმნის ინვესტორებს. მაგალითისთვის, საერთაშორისო გზის თუნდაც ერთი კილომეტრი სიგრძის მონაკვეთის რეკონსტრუქციისას გარემოზე ზემოქმედების ნებართვის მისაღებად ინვესტორმა ისეთივე პროცედურები უნდა გაიაროს, როგორც ახალი გზის მშენებლობისას. სოციალური ზემოქმედების შეფასება, საერთაშორისო „კარგი“ პრაქტიკით, გარემოზე ზემოქმედების შეფასების პროცესის ნაწილია.

სატრანზიტო სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განხორციელების მაგალითია E60 აღმოსავლეთ-დასავლეთის ჩქაროსნული მაგისტრალის რეაბილიტაცია/გაფართოების პროექტი. E60 აღმოსავლეთ-დასავლეთის ჩქაროსნული მაგისტრალი წარმოადგენს ევროკავშირის ტრანსპორტის მაღალი დონის ჯგუფის მიერ პრიორიტეტულად მიჩნეულ სამხრეთ-აღმოსავლეთ დერეფნის ნაწილს. ამჟამად, მიმდინარეობს მაგისტრალის რეაბილიტაცია/გაფართოების პროექტი (2 ზოლიანიდან 4 ზოლიანამდე გაფართოება) ფოთიდან ბაქომდე. პროექტის განხორციელებაში ჩართულია როგორც აზერბაიჯანისა და საქართველოს მთავრობები, ასევე მსოფლიო ბანკი, აზიის განვითარების ბანკი და ევროპის რეკონსტრუქციისა და განვითარების ბანკი.

„ეროვნული და საერთაშორისო მნიშვნელობის ავტომაგისტრალის მნიშვნელოვანი რეკონსტრუქციის“ პროექტი, რომლის შედეგადაც მნიშვნელოვნად უნდა გაიზარდოს გადაზიდვები შავი და კასპიის ზღვის რეგიონებს შორის, კარგი პრაქტიკის თანახმად, უნდა დაქვემდებარებოდა წინასწარ გარემოზე ზემოქმედების სტრატეგიული შეფასების ჩატარებას³.

³ მაგალითად, ევროკავშირის 2001/42/EC დირექტივის მე-3 მუხლის „ა“ პარაგრაფი ითხოვს ყველა იმ გეგმისა და პროგრამის გარემოზე ზემოქმედების შეფასებას ჩატარებას, რომელიც ეხება სოფლის მეურნეობას, სატყეო სექტორს, მეთევზეობას, ენერგეტიკას, მრეწველობას, ტრანსპორტს, ნარჩენების მართვას, წყლის რესურსების მართვას, ტელეკომუნიკაციებს, ტურიზმს, ქალაქისა და ქვეყნის გეგმარებას, ან მიწის გამოყენებას.

საქართველოში E60 ჩქაროსნული მაგისტრალის სამუშაოები ხორციელდება საქართველოს მთავრობისა და მსოფლიო ბანკის მიერ. აღმოსავლეთ-დასავლეთის ჩქაროსნული მაგისტრალი მოიცავს მარშრუტს წითელი ხიდიდან (აზერბაიჯანი-საქართველოს საზღვარი) თბილისის გავლით ფოთამდე, შემდეგ სამხრეთით სარფამდე (საქართველო-თურქეთის საზღვარი). 2005-2006 წლებში საქართველოს მთავრობამ საბიუჯეტო სახსრებით აღადგინა 15 კმ-ის გზა ნატახტარიდან ალაიანამდე და გამოყო თანხები სვენეთი-რუისის მონაკვეთის რეკონსტრუქციისათვის.

მიუხედავად აღნიშნულისა, მსოფლიო ბანკმა და საქართველოს მთავრობამ E60 ჩქაროსნული მაგისტრალის გაფართოება განიხილეს არა როგორც ერთიანი პროექტი, არამედ როგორც რამოდენიმე დამოუკიდებელი პროექტი. მსოფლიო ბანკის განმარტებით, ის აპირებდა დაეფინანსებინა “დაახლოებით 40კმ გზის [საინვესტიციო პროექტი] სამი სხვადასხვა საკრედიტო ხაზით. ამიტომ ჩვენ განვიხილავთ სამ საგზაო მონაკვეთს ცალ-ცალკე. ვინაიდან ჩვენ ვითვალისწინებთ იმ ფაქტს, რომ ზოგ შემთხვევაში ადგილი ექნება გადასახლებას, ზოგ შემთხვევაში კი არა. შესაბამისად, ეფექტურობის უზრუნველსაყოფად მიგვაჩნია, რომ თითოეული მონაკვეთი უნდა

60 ავტომაგისტრალის გაფართოებისას მსოფლიო ბანკმა და საქართველოს მთავრობამ გამოიყენეს ე.წ. „სალიამის ტაქტიკა“; ტაქტიკა გულისხმობს პროექტის დანაწევრებას მცირე პროექტებად და გადაწყვეტილებების სწორედ ამ დანაწევრებულ პროექტებზე მიღებას.

დასკვნა

საქართველოში დღემდე არ არსებობს სატრანსპორტო სექტორის მდგრადი განვითარების პოლიტიკა, განსაკუთრებით სუსტია გარემოსდაცვითი და სოციალური დაცვის მექანიზმები. როგორც კვლევაში წარმოდგენილი მაგალითებიდან ჩანს, ყოველი კონკრეტული პროექტი განსხვავდება გამჭვირვალობის, საზოგადოების მონაწილეობის უზრუნველყოფის, გარემოსდაცვითი და სოციალური ვალდებულებების ასახვის დონით.

ქვეყანაში სატრანსპორტო სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარებით დაინტერესებულია საქართველოც და საერთაშორისო თანამეგობრობაც, მათ შორის, ევროკავშირი.

იმისათვის, რომ საქართველომ სატრანსპორტო სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარებით სრული სარგებელი მიიღოს, აუცილებელია არამარტო პოლიტიკური და ეკონომიკური ასპექტების, არამედ სოციალური და გარემოსდაცვითი შედეგების განსაზღვრა და ინტეგრაცია გადაწყვეტილების მიღების ყველა დონეზე. მთავარი აქცენტი უნდა გაკეთდეს თანხების ეფექტურ ხარჯვაზე, ქმედების მიზანმიმართულ სარგებელზე ქვეყნის მოსახლეობისათვის და მინიმალურ ზიანზე გარემოსა და საზოგადოებაზე.

ბამოქმენებულ ღოტერატურა

1. http://www.imcg.net/imcgnl/nl0601/nl0601_4.htm
2. <http://www.today.az/news/business/34842.html>
3. “Another construction that infringes on Georgian environmental laws, World Bank agreements, and the Ramsar Convention is the establishment of a railway for oil transport to connect existing infrastructure with the Kulevi terminal. The new 12.5 km long railway will start from an existing track close to the city of Poti and run along the border of the KNP”, The Golden Fleecce in trouble - the endangering of the Kolkheti peat lands (Georgia), Matthias Krebs & Hans Joosten, ხელმისაწვდომია: http://www.imcg.net/imcgnl/nl0601/nl0601_4.htm

ПРИМЕРЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРОЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ГРУЗИИ И МЕРОПРИЯТИЯ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Х. Мгебришвили, Х. Квабелашвили, О. Гергаиа

Резюме

В работе рассмотрены вопросы решения, достаточно длительных процессов, проблемы защиты окружающей среды. Большие расходы по защите окружающей среды в будущем можно сократить посредством принятия и осуществления в настоящее время правильных решений. В свою очередь, достижение долгосрочных целей возможно лишь путем своевременного осуществления краткосрочных, эффективных мероприятий. Многочисленные проблемы защиты окружающей среды тесно связаны друг с другом и поэтому необходим интегральный подход к решению упомянутой проблемы.

EXAMPLES OF TRANSPORTATION PROJECTS AND ACTIVITIES IN GEORGIA ENVIRONMENTAL PROTECTION

Kh. Mgebrishvili, Kh. Qvabelashvili, O. Gergaia

Summary

The paper deals with solutions, a lengthy process, the problem of protecting the environment. Big spending on environmental protection in the future date could be reduced through priniyatiya and osuschestleniya currently pravylnyh decisions. In turn, the long-term goals is possible only through the timely implementation of the short-term, effective interventions. Numerous environmental problems are closely related to each other and therefore needs an integrated approach to solving these problems.

შპს. 514.513

სამკუთხედის პერიმეტრის სიმძიმის ცენტრი

და მისი კოორდინატების ბრაზიკული ხერხები

გ. წულეისკირი, მ. ხუბუტია, ნ. მუმლაძე

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

რეზიუმე: სამკუთხედის პერიმეტრის სიმძიმის ცენტრის განსაზღვრა თეორიული საკითხია და მისი პრაქტიკული გამოყენებისათვის ბევრი ხერხი არსებობს. ჩვენს ნაშრომში განხილულია ამ ამოცანის გადაწყვეტის ოთხი გრაფიკული ხერხი, რომლებიც ალბათ გამოსადეგი იქნება ზოგიერთი ტექნიკური თუ თეორიული ამოცანების გადასაწყვეტად.

საკვანძო სიტყვები: პერიმეტრი, სიმძიმის ცენტრი, შუაწერტილი, ჩახაზული წრეწირი, ბისექტრისა.

შესავალი

სამკუთხედის გეომეტრია პლანიმეტრიის ერთ-ერთი უძველესი და ურთულესი მიმართულებაა. თითქოსდა უმარტივესი გეომეტრიული ფიგურაა სამკუთხედი, მაგრამ შეიცავს იმდენ კანონზომიერებას და საიდუმლოებას, რომელთა რიცხვს ზღვარი არა აქვს. პითაგორას თეორემიდან დღემდე განუწყვეტლივ მიმდინარეობს მიმართულების განვითარება და გამდიდრება ახალ-ახალი თეორემებით და კანონზომიერებების აღმოჩენით. რამდენიმე ასეთი ახალი კანონზომიერებაა განხილული მოცემულ სტატიაში.

ძირითადი ნაწილი

თავდაპირველად დავამტკიცოთ შემდეგი თეორემა:

ნებისმიერი სამკუთხედის პერიმეტრის სიმძიმის ცენტრი ემთხვევა ამ სამკუთხედის გვერდების შუაწერტილებით შექმნილ სამკუთხედში ჩახაზული წრეწირის ცენტრს.

სამკუთხედის ნებისმიერი გვერდის სიმძიმის ცენტრი ემთხვევა ამ გვერდის შუაწერტილს (ნახ. 1). თუ ყოველი გვერდის შუაწერტილში მოვათავსებთ ამ გვერდის პროპორციულ მასას,

მოცემული ამოცანა დაიყვანება სამი მატერიალური წერტილიდან შემდგარი სისტემის სიმძიმის ცენტრის პოვნაზე. ე.ი. მასები $A'B'C'$ სამკუთხედის A' , B' და C' წვერობშია კონცენტრირებული. ორი A' და B' წერტილისაგან შემდგარი სისტემის სიმძიმის ცენტრი იმ შემთხვევაში, თუ A' წერტილის მასა a და B' წერტილისა b , იქნება ისეთი წერტილი $|A'B'|$ მონაკვეთზე, რომელიც დაიკმაყოფილებს პირობას

$$\frac{|A'C''|}{|C''B'|} = \frac{b}{a} = \frac{b^2}{a^2}.$$

მიღებული ტოლობიდან გამომდის, რომ $|C'C''|$ არის $A'B'C'$ სამკუთხედის C' კუთხის b_c ბისექტრისა, ე.ი. საძიებელი სიმძიმის ცენტრი მდებარეობს $A'B'C'$ სამკუთხედის $|C'C''|$ ბისექტრისაზე. ანალოგიური მსჯელობით და აგებებით მივიღებთ $|A'A''|$ და $|B'B''|$ ბისექტრისებსაც. (b_a და b_b) საძიებელი სიმძიმის ცენტრი ამ ბისექტრისებზედაც უნდა იყოს განლაგებული ანუ მდებარეობს სამივე ბისექტრისის თანაკვეთის O წერტილში, რომელიც ამ სამკუთხედში ჩახაზული წრეწირის ცენტრია.

განვიხილოთ სამკუთხედის პერიმეტრის სიმძიმის ცენტრის აგების რამოდენიმე გრაფიკული ხერხი:

1. მოცემულია ABC სამკუთხედი (ნახ. 2). ავაგოთ მისი გვერდების შუაწერტილების შემაერთებელი $A'B'C'$ სამკუთხედი. C'' და B'' წერტილები C' და B' კუთხეების შიგა ბისექტრისების (b'_c და b'_b) შესაბამისად $|A'B'|$ და $|A'C'|$ გვერდებთან თანაკვეთის წერტილებია. გავაგრძელოთ $|C'C''|$ და $|B'B''|$ შესაბამისად $|AC|$ და $|AB|$ გვერდების გაგრძელებების გადაკვეთამდე C_1 და B_1 წერტილებში

$$\angle A'C'C_1 = \angle B'C'C_1$$

(C_1 მდებარეობს $A'B'C'$ კუთხის ბისექტრისაზე)

$$\angle A'C'C_1 = \angle C'C_1B'$$

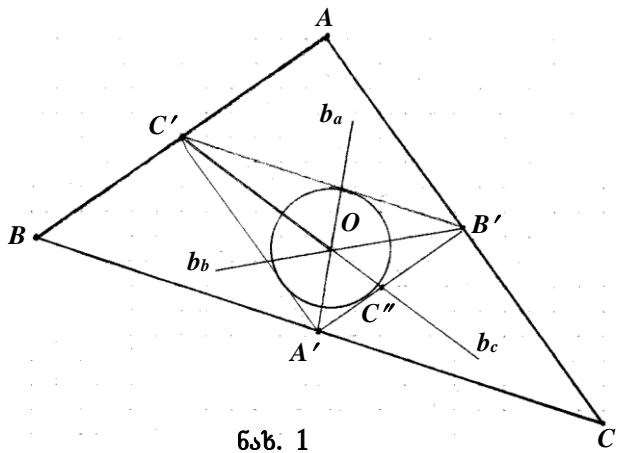
(ორი პარალელური $|AC|$ $|A'C'|$ წრფის მესამე $C'C_1$ წრფით კვეთში მიღებული შიდა ჯვარედინად მდებარე კუთხეები)

$$\text{ე.ი. } \angle B'C'C_1 = \angle C'C_1B'$$

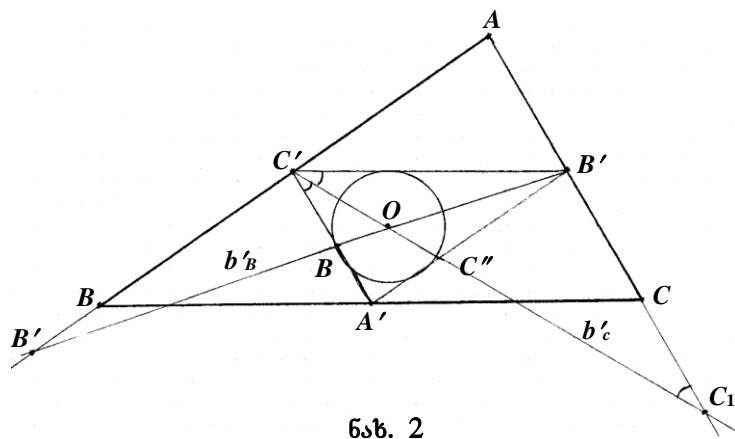
სამკუთხედი $B'C'C_1$ ტოლფერდაა და $|C'B'| = |B'C_1|$.

ანალოგიურად $|C'B'| = |C'B_1|$.

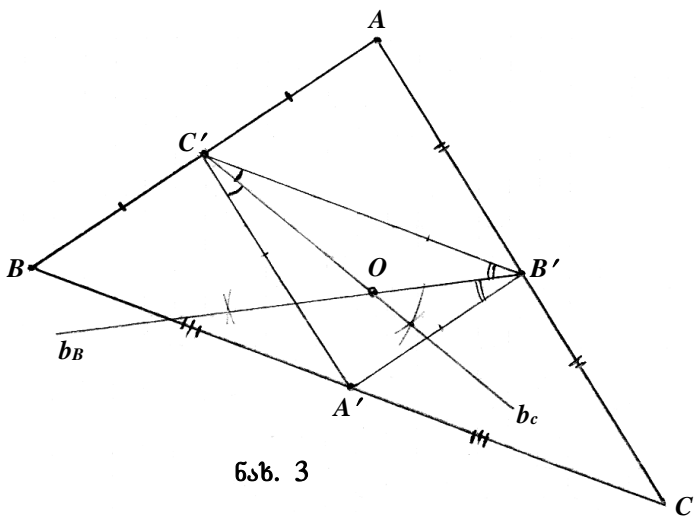
გადავზომოთ ABC სამკუთხედის $|B'C'|$ შუახაზის ტოლი მონაკვეთები მის $|AB|$ და $|AC|$ გვერდებზე ან მათ გაგრძელებაზე შესაბამისად C' და B' წერტილებიდან. $|C'C_1|$ და $|B'B_1|$ წრფეების თანაკვეთის O წერტილი იქნება საძიებელი წერტილი.



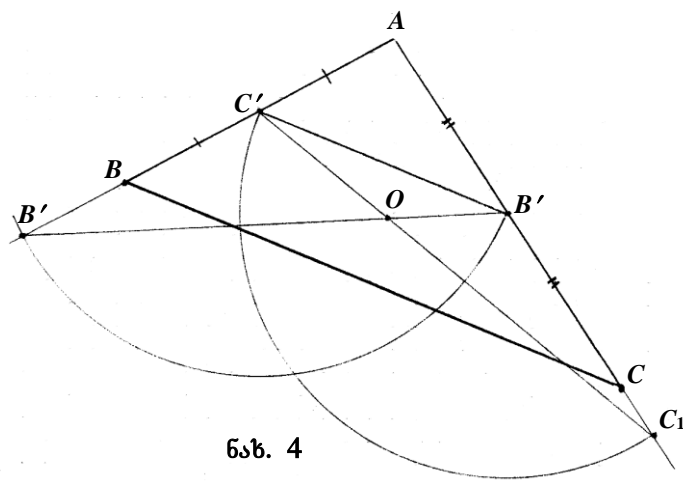
5sb. 1



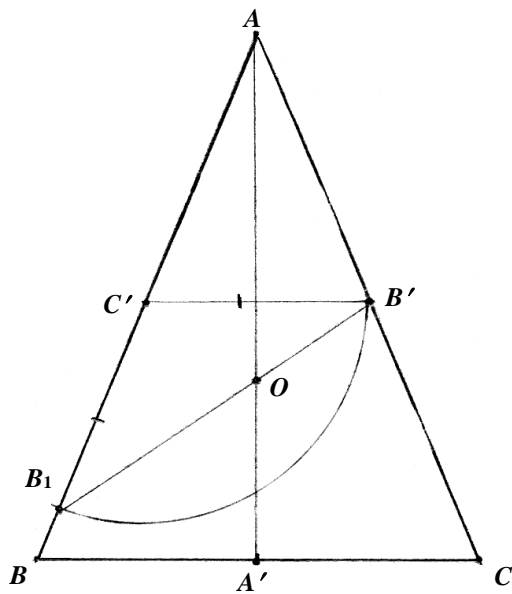
5sb. 2



5sb. 3



5sb. 4



5sb. 5

2. ავაგოთ მოცემული ABC სამკუთხედის (ნახ. 3) გვერდების შუა A' , B' და C' წერტილებით განსაზღვრული სამკუთხედი $A'B'C'$. ვიპოვოთ მისი რომელიმე ორი კუთხის, მაგალითად C' და B' კუთხის ბისექტრისები b'_C და b'_B . მათი თანაკვეთის O წერტილი იქნება საძიებელი.

3. ავაგოთ მოცემული ABC სამკუთხედის ერთ-ერთ შუახაზი $B'C'$ (ნახ. 4). B' და C' წერტილებიდან, როგორც ცენტრებიდან შემოვხაზოთ $|B'C'|$ მონაკვეთის მონაკვეთის ტოლი რადიუსის რკალები AB და AC გვერდების ან მათი გაგრძელებების შესაბამისად B_1 და C_1 წერტილებში გადაკვეთამდე. $B'B_1$ და $C'C_1$ წრფეების გადაკვეთის წერტილი O იქნება მოცემული ABC სამკუთხედის პერიმეტრის სიმძიმის ცენტრი.

4. თუ მოცემულია AB სამკუთხედი ტოლფერდაა (ნახ. 5), საკმარისია გავატაროთ მისი სიმაღლე AA' და შუახაზი $B'C'$. შუახაზის ტოლი მონაკვეთი გადავზოძოთ C' წერტილიდან $B'C$ მიმართულებით (წერტილი B_1). AA' სიმაღლის და $B'B_1$ წრფის გადაკვეთის წერტილი O იქნება ABC სამკუთხედის პერიმეტრის სიმძიმის ცენტრი.

დასკვნა

საბოლოოდ შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ნებისმიერი სამკუთხედის პერიმეტრის სიმძიმის ცენტრის ადგილსამყოფელის დადგენის საკითხი, მისი სუფთა თეორიული თვალსაზრისის მიუხედავად, შეიძლება დაეხმაროს დამგვემარებლებს და მშენებლებს ბრტყელი და ლეროვანი სისტემების შესწავლაში და დაგვემარებაში. მისი პოვნის ოთხი შესაძლებელი გრაფიკული ხერხი კი იძლევა ნებისმიერ კონკრეტულ შემთხვევაში არჩევანის საშუალებას.

ბამოყენებული ლიტერატურა

1. **Зетель С.И.** Новая геометрия треугольника. Москва. Уппедгиз, 1962.
2. **Мякишев А.Г.** Элементы геометрии треугольника. Москва. Изд. центра напр. мат. обр. 2009.
3. **Костер Г.С.** Введение в геометрию. Москва. Физматгиз. 1966.

ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ ПЕРИМЕТРА ТРЕУГОЛЬНИКА И ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ИХ НАХОЖДЕНИЯ

Г. Цулейскири, М. Хубутя, Н. Мумладзе

Резюме

Вопрос установления местонахождения центра тяжести произвольного треугольника, несмотря на чисто теоретическую его точки зрения, может оказать существенную помощь проектировщикам и строителям в исследовании и проектировании плоских и пространственных стержневых систем. Четыре предлагаемые практические способа его нахождения дают возможность их выбора при каждом конкретном случае.

THE CENTER OF GRAVITY OF TRIANGLE PERIMETER AND ITS DEFINING GRAPHICAL METHODS

G. Tsuleiskiri, Mm. Khubutia, N. Mumladze

Summary

The definition of center of gravity of the triangle perimeter is a theoretical issue and there are lot of its practical application ways. In our work is considered four graphical methods for solution of this task that would be applicable for solution of certain technical or theoretical tasks.

УДК 629.113

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ОСЦИЛЛОГРАММ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

М. Туриашвили

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

Резюме: На примере реального исследования случайных процессов предложены научно-обоснованные аспекты записи и обработки случайных процессов. Для выбора продолжительности записи процесса, достаточной для статистической обработки, предложена полуэмпирическая формула В.В. Солодовникова, которая обеспечивает точность при расчётах автокорреляционных функций в пределах 2%. Для статистической обработки предложено квантование осциллограмм по времени Δt .

Принято учитывать динамическую составляющую случайного процесса, для этого определяется математическое ожидание.

Ключевые слова: Автомобиль, микропрофиль дороги, случайная функция, продолжительность записи, квантование, частота колебания.

ВВЕДЕНИЕ

Во время движения автомобиля возмущающим воздействием крутильно-колебательной системы трансмиссии является момент сопротивления качению ведущих колёс

$$M_f = f R_k G_k, \quad (1)$$

где G_k – вертикальная нагрузка на ведущие колёса;

f – коэффициент сопротивления качению на дороге;

R_k – радиус качения ведущих колёс.

Известно, что R_k и f в свою очередь зависят от вертикальной нагрузки G_k , т.е. $R_k = F_1(G_k)$ и $f = F_2(G_k)$. Учитывая “симметрично” противоположное изменение R_k и f от G_k ,

принимается, что произведение $R_k f = \gamma$ практически не зависит от G_k и в пределах допустимой для инженерных расчётов точности можно написать $R_k f = \gamma \cong const$. Таким образом из формулы (1) следует, что формирование возмущающего момента M_f сводится к формированию вертикальной нагрузки G_k , т.е. $M_f = \gamma G_k$.

Известно, что микропрофиль автомобильной дороги представляет случайную функцию. Соответственно, во время движения автомобиля колебательный процесс возмущающего воздействия G_k и крутящего момента в трансмиссии $M_{по}$ имеют также случайный характер.

Теоретическое и экспериментальное исследование проведено для автомобиля УАЗ-451 с колёсной формулой 4×2.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Целью предложенной работы является на примере реального исследования случайных процессов показать читателю: научно обоснованные аспекты продолжительности записи и обработки случайных процессов, обеспечивающих высокую точность.

На рисунке приведены характерные образцы записей вертикальной нагрузки на ведущие колёса моста G_k и суммарного момента на полуосях $M_{по}$. Предварительный анализ этих записей показывает, что изменение их мгновенных значений при одних и тех же условиях (постоянная скорость движения, прямой участок дороги) предоставляет собой непрерывный колебательный процесс со случайной амплитудой и является результатом суммарного воздействия как случайных, так и неслучайных факторов, причём ни среднее значение амплитуды, ни форма записей колебаний не обнаруживает существенных изменений с течением времени. Поэтому в дальнейшем эти процессы можно считать реализациями стационарных случайных процессов и, следовательно, для дальнейшего анализа можно применить математический аппарат корреляционной теории стационарных случайных процессов.

Рассмотрим подробнее результаты записей величин G_k , $M_{по}$, и G_k^* , $M_{по}^*$. Сравнение записей входа G_k и выхода $M_{по}$ показывает, что рассматриваемая динамическая система является широкополосным фильтром. Действительно, на основную низкочастотную составляющую с частотой порядка 4÷7 Гц наложены высокочастотные колебания порядка 60÷80 Гц.

Максимальные отклонения величины G_k и $M_{по}$ относительно их среднего значения составляют соответственно до 3000 Н и 150 Н·м. Для нагруженного автомобиля эти величины возрастают и доходят соответственно до 4000 Н и 200 Н·м.

Инфранизкочастотная составляющая процесса (частота огибающей) составляет $0,12 \div 0,15$ Гц. При этом, информация об инфранизкочастотных колебаниях определяется продолжительностью процесса T . Для выбора продолжительности реализации, достаточной для статистической обработки, можно воспользоваться полуэмпирической формулой предложенной В.В. Солодовниковым [1], которая обеспечивает точность при расчёте автокорреляционных функций в пределах 2%

$$T = \frac{50}{\omega_H}$$

где ω_H – низшая частота в рад/сек, выделяемая в процессе. С учётом того, что $\omega_H = 0,8 \div 1$ рад/сек, $T \geq 50$ сек. С другой стороны, для выделения составляющих с близкими частотами, необходимо определение разрешающей способности спектра. Предварительный анализ осциллограмм показывает, что частота биения составляет 2-3 рад/сек. Таким образом, шаг по частоте $\Delta\omega$ должен быть не более 2-3 рад/сек. Величина $\Delta\omega$ определяется из выражения

$$\Delta\omega = \pi / \tau_{max};$$

где τ_{max} - максимальный сдвиг автокорреляционной функции

$$\tau_{max} = c^2 T$$

где c^2 - среднеквадратическая ошибка

. Известно, что уточнения автокорреляционной функции при увеличении времени сдвига приобретают всё более случайный характер. Максимально допустимое значение c^2 , обеспечивающее достоверный результат, составляет 0,1 сек. Следовательно длительность реализации, обеспечивающая необходимую разрешающую способность спектра, составит

$$T = \frac{\pi}{0,1\Delta\omega} = 15 \text{ сек.}$$

Таким образом, $T \geq 50$ сек. не только обеспечит выделение инфранизкочастотных составляющих, но и позволит обеспечить заданную разрешающую способность спектра с величиной среднеквадратической ошибки

$$c^2 = 3,14 \cdot 10^{-2}$$

Для определения основных статистических характеристик зарегистрированных процессов: законов распределения, и их числовых характеристик, автокорреляционных функций, взаимно корреляционных функций и функций спектральной плотности, производилась статистическая обработка соответствующих осциллограмм. Для статистической обработки необходимо выполнить дискретизацию осциллограмм. При этом, непрерывная величина представляется в виде последовательности отдельных дискретных значений.

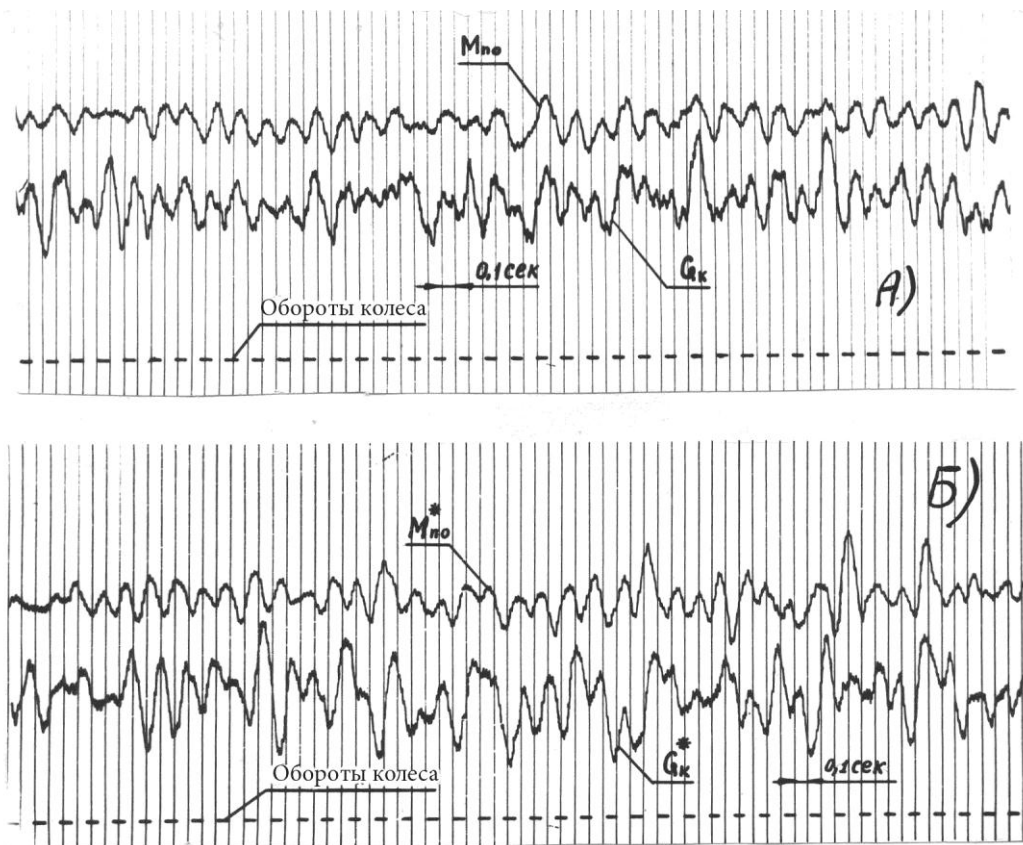


Рис. Образцы записи суммарной вертикальной нагрузки на ведущие колёса и крутящего момента на полуосях:

- а) для ненагруженного автомобиля;**
- б) для нагруженного автомобиля;**

Принят способ квантования по времени. Способ реализуется путём замера отдельных значений ординат непрерывного процесса, отстоящих друг от друга по времени на интервале Δt . необходимую величину Δt можно определить по теореме Котельникова [2], согласно которой всякий сигнал, обладающий непрерывным спектром, полностью определяется своими дискретными значениями в моменты отсчёта, отстоящие друг от друга по времени на интервале

$$\Delta t = \frac{\pi}{\omega_{\Sigma}} = \frac{1}{2f_{\Sigma}},$$

где ω_{Σ} и f_{Σ} - высшая частота в рад/сек или Гц, выделяемая в процессе. При этом, согласно теореме Найквиста [3], если исследуемая граничная частота меньше высшей частоты процесса, то при вычислении функции спектральной плотности, погрешности в области низких частот будут определяться энергией на частотах колебаний, кратных граничной.

При низкочастотном процессе, с наложенными на него высокочастотными колебаниями, амплитуды которых в десятки раз меньше амплитуды основной составляющей

процесса, в качестве высшей частоты можно брать наибольшую из этих частот. При этом, погрешность в области низких частот при вычислении спектра будет минимальной.

Принимая, на основании предварительного анализа осциллограмм, $f_{\Sigma}=40$ Гц, получим величину шага квантования $\Delta t=0,12$ сек. Число отсчётов для каждой из реализаций G_k и $M_{\text{по}}$ будет соответствовать

$$N = \frac{T}{\Delta t} \geq 4 \cdot 10^3.$$

При постановке задачи принято учитывать динамическую составляющую возмущающего воздействия. Поэтому, необходимо случайные процессы центрировать. Для этого находим математическое ожидание

$$m_y = \frac{\sum y_i(t)}{N},$$

где m_y - математическое ожидание случайного процесса;

$y_i(t)$ - мгновенные значения процесса, отстоящие друг от друга на шаг Δt ;

N – число замеров.

После этого мгновенные значения $y_i(t)$ центрируются, т.е. определяется отклонение $z_i(t)$ случайной величины относительно её среднего значения: $z_i(t) = y_i(t) - m_y$.

В соответствии с этим выражением математическое ожидание центрированного процесса равно нулю ($m_z=0$).

Учитывая большой объём экспериментальных данных, статистические характеристики исследуемых процессов, а также их центрирование, необходимо выполнять с использованием ЦВМ.

Таким образом читателю предложены научно обоснованные аспекты записи и обработки результатов экспериментальных исследований случайных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

15. **Солодовников В.В., Уськов А.С.** Статистический анализ объектов регулирования. Москва: Машгиз, 1960 г.
16. **Котельников В. А.** О пропускной способности эфира и проволоки в электросвязи. Москва: Издательство РККА, 1933 г.
17. **Бендат Дж.** Основы теории случайных шумов и её применение. Москва: “Наука”, 1971 г.

METHOD OF RANDOM PROCESSES OSCILLOGRAMS PROCESSING

M. Turiashvili

Summary

On the example of real study of random processes are offered scientifically sound aspects of recording and processing of random processes. For selection of process recording duration, sufficient for the statistical analysis, is proposed a semi-empirical formula of V.V. Solodovnikov that provides accuracy at calculation of the autocorrelation function in the range of 2%.

For the statistical analysis the sampling of oscillogram on time Δt is offered.

Is assumed to take into account the dynamic component of the random process, for this is is determined the mathematical expectation.

SemTxveviTi procesebis oscilogramis damuSavebis meTodika

მ. ტურიაშვილი

რეზიუმე

შემთხვევითი პროცესების რეალური გამოკვლევების მაგალითზე შემოთავაზებულია აღნიშნული პროცესების ჩაწერის და მისი დამუშავების მეცნიერულად დასაბუთებული სპექტრები. პროცესის ჩაწერის ხანგრძლივობის შერჩევასათვის, რომელიც საკმარისი იქნება სტატისტიკური დამუშავებისათვის, შემოთავაზებულია ვ. სოლოდოვნიკოვის ნახევრად ემპირიული გამოსახულებები. იგი უზრუნველყოფს ავტოკორელაციური ფუნქციის გაანგარიშების სიზუსტეს 2%-ის ფარგლებში. განსაზღვრულია ჩანაწერის დაკვანტვის t დრო, რომელიც საკმარისია სტატისტიკური დამუშავებისათვის. მხედველობაში მიიღება შემთხვევითი პროცესების დინამიკური მდგენელი.

შინაარსი

ლოგისტიკის როლი გლობალიზაციის პროცესში ო. გელაშვილი, გ. მაისურაძე, ნ. ბუთხუზი LOGISTICS ROLE IN GLOBALIZATION PROCESS O. Gelashvili, G. Maisuradze, N. Butkhuzi РОЛЬ ЛОГИСТИКИ В ПРОЦЕССЕ ГЛОБАЛИЗАЦИИ О. Гелашвили, Г. Мансурадзе, Н. Бутхузи	3
ეკოლოგიურად სუფთა ბიოსაწვავის წვის ეფექტურობის გაზრდა პიროლიზური ღუმელის გამოყენებით ს. სამხარაძე, ნ. ქვენიშვილი, გ. გოლეტიანი INCREASING OF EFFICIENCY FOR ECOLOGICALLY CLEAN BIO-FUEL BY USAGE PYROLISIS OVEN S. Samkharadze, N. Qevkhashvili, G. Goletiani УВЕЛИЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО БИОТОПЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПИРОЛИЗНОЙ ПЕЧИ С. Самхарадзе, Н. Кевхишвили, Г. Голетиани	8
ხეთში მომუშავე ფრიქციული ქურის მუხრუშის სახით მუშაობის დროს ზოგიერთი მასხასიათებლების კვლევა ნ. წულუკიძე, გ. ჯაფარიძე RESEARCH OF A FEW CHARACTERISTICS OF THE FRICTIONAL MUFF WORKING WITH GREASE AND BRAKES N. Tsulukidze, G. Japaridze ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ФРИКЦИОННОЙ МУФТЫ, РАБОТАЮЩЕЙ В МАСЛЕ В КАЧЕСТВЕ ТОРМОЗА Н. Цулукидзе, Г. Джапаридзе	13
საბეჭდო მანქანის დამწევი მექანიზმის მუშაობის მოსალოდნელი ეკონომიკური ეფექტი ჯ. უფლისაშვილი, ი. უგრეხელიძე, თ. ბარამაშვილი THE EXPECTED ECONOMIC EFFECT OF PRESSING MECHANISM OF PRINTING MACHINE J. Uplisashvili, I. Ugrehelidze, T. Baramashvili ОЖИДАЕМЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ РАБОТЫ МЕХАНИЗМА ПРИДАВЛИВАНИЯ ПЕЧАТНОЙ МАШИНЫ Дж. Уплисашвили, И. Угрехелидзе, Т. Барамашвили	19
გემის კონდიციონერების უმეტესობა მუშაობის ალბათობის ბრავიკული განსაზღვრა ზ. გაბუნია GRAPHIC DETERMINING OF SHIPS CONDITIONING SYSTEMS WITHAOUT SHUTTING DOWN Z. Gabunia ГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ СУДОВЫХ КОНДИЦИОНЕРОВ З. Габуния	24
ბერკეტული მექანიზმის რბოლებში ძაბვების გაანგარიშების საკითხის აღმო დ. თავხელიძე, ზ. მჭედლიშვილი, ზ. მიდელაშვილი TO THE PROBLEM OF DETERMINATION OF TENSIONS IN LINKS OF LEVER MECHANISMS D. Tavkhelidze, Z. Mchedlishvili, Z. Midelashvili К ВОПРОСУ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕНИЙ В ЗВЕНЬЯХ СТЕРЖНЕВОГО МЕХАНИЗМА Тавхелидзе Д., Мчедлишвили З., Миделашвили З.	32
ობიექტის კუთხური სიჩქარის სტაბილიზაციის ელემენტრომექანიკური ამპრავის სინთეზი მოცემული ბარდამავალი პროცესების მიხედვით მჭედლიშვილი თ., თავაძე ა., ჩხოლარია ნ., გობესაშვილი ნ., ხარტიშვილი ი. TO THE SYNTHESIS OF ELECTROMECHANICAL ACTUATOR OF ANGULAR VELOCITY STABILIZATION ON GIVEN TRANSIENT PROCESS Mchedlishvili T.F., Chholariya N.N., Kobesashvili N.T., Khartishvili I.A. К СИНТЕЗУ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА СТАБИЛИЗАЦИИ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ПО ЗАДАННЫМ ПЕРЕХОДНЫМ ПРОЦЕССАМ	

გემის ოპტიკური ხელსაწყოების მოძრავ კვანძებში ხახუნის შემცირება მოდიფიცირებული ბრავიტის შემცველი პლასტიკური საცხების გამოყენებით

თ. გელაშვილი, თ. გელაშვილი, ჯ. იოსებძე, მ. ზურიკაშვილი

FRICITION REDUCTION IN SLIDE UNITS OF SHIP'S OPTICAL DEVICES WITH THE USE OF PLASTIC LUBRICANTS CONTAINING MODIFIED GRAPHITE

T. Gelashvili, O. Gelashvili, J. Iosebidge, M. Zurikashvili

УМЕНЬШЕНИЕ ТРЕНИЯ В ПОДВИЖНЫХ УЗЛАХ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ КОРАБЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАСТИЧЕСКИХ СМАЗОК, СОДЕРЖАЩИХ МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ГРАФИТ

Т. Гелашвили, О. Гелашвили, Дж. Иосебидзе, М. Зурикашвили 45

№28 არმატურის გლივვა XIV უჯრედიდან X-ის ნაცვლად და მისი გავლენა მზა პროდუქციის თვისებების მახასიათებლებზე შპს „რუსთავის ფოლადის“ პირობებში

ვ. კოპალეიშვილი, ნ. მუმლაძე, თ. ლოლაძე

ROLLING THE STEEL REINFORCEMENT № 28 THROUGH THE XIV-TH STAND INSTEAD OF THE X-TH AND ITS INFLUENCE ON PROPERTIES OF THE FINISHED PRODUCT AT LTD. "RUSTAVI STEEL"

V. Kopaleishvili, N. Mumladze, T. Loladze

ПРОКАТКА АРМАТУРЫ №28 ИЗ XIV-ОЙ КЛЕТИ ВЗАМЕН X-ОЙ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ООО «РУСТАВИ СТИЛЬ»

В. П. Копалейшвили, Н. А. Мумладзе, Т. О. Лоладзе 50

გაუმჯობესებული სამუხრუჭო ბერკეტული გადაცემის გამომავალი პარამეტრების სიზუსტის შესახებ

გ. შარაშენიძე, თ. დუნდუა, ს. შარაშენიძე, პ. კურტანიძე

ON PRECISION OF OUTPUT PARAMETERS OF IMPROVED BRAKE LEVERAGE TRANSMISSION

G. Sharashenidze, T. Dundua, S. Sharashenidze, P. Kurtanidze

О ТОЧНОСТИ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ УЛУЧШЕННОЙ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Шарашенидзе Г.С., Дундуа Т.Дж., Шарашенидзе С.Г., Куртанидзе П.Р. 65

ავტომობილის მძღოლზე მოქმედი რხევების შემცირების შესაძლებლობის კვლევა, მისი სავარაუდო შემოსორების მოდელირების გზით

ვ. ბოგველიშვილი, ჯ. იოსებძე, ა. გუსტომიასოვი, ლ. ბუბუტეიშვილი

STUDY OF A POSSIBLE DECREASE IN OSCILLATION ACT ON DRIVERS OF CARS, MODELING SUSPENSION OF ITS SEAT

V. Bogvelishvili, J. Iosebidge, A. Gustomiasov, L. Bubuteishvili

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ КОЛЕБАНИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ВОДИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕМ ПОДРЕССОРИВАНИЯ ЕЕ СИДЕНЬЯ

Богвелишвили В.З., Иосебидзе Дж.С., Густомясов А.Н., Бубутеишвили Л.М. 73

სივრცის ზოგადი პროექციული ჰომოლოგიები

თ. ბერიძე, ნ. ნოზაძე, მ. ძიძიგური

GENERAL PROJECTIVE HOMOLOGIES OF SPACE

T. Beridze, N. Nozadze, M.Dzidziguri

ОБЩИЕ ПРОЕКТИВНЫЕ ГОМОЛОГИИ ПРОСТРАНСТВА

Т. Беридзе, Н. Нозадзе, М. Дзидзигури 80

ელექტრომექანიკური მოთვალთვალე ამპრაჰების სინთეზი მოცემული გარდამავალი პროცესების მიხედვით

თ. მჭედლიშვილი, ი. რომანაძე, ა. თავაძე, ი. ხართიშვილი, ნ. ჩხოლარია

TO THE QUESTION OF ELECTROMECHANICAL TRANSKING DRIVE SYNTHESIS ON LIVEN TRANSITIONAL PROCESSES

Mchedlishvili T.F., Romanadze I.R., Tavadze A.T., Khartishvili I.A., Chkholaria N.N.

К ВОПРОСУ СИНТЕЗА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СЛЕДЯЩИХ ПРИВОДОВ ПО ЗАДАННЫМ ПЕРЕХОДНЫМ ПРОЦЕССАМ

Мchedlishvili T.Ф., Романадзе И.Р., Тавадзе А.Т., Хартишвили И.А., Чхолария Н.Н. 84

<p>ზედაპირების თანაკვეთის წირის განსაზღვრა ტექნიკური დეტალების ნახაზებზე მ. დემეტრაშვილი, მ. ძიძიგური DETERMINATION OF INTERSECTION LINE OF SURFACES IN THE DRAWINGS OF TECHNICAL DETAILS M. Demetrashvili, M. Dzidziguri ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ЧЕРТЕЖАХ ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ М. Деметрашвили, М.Дзидзигури</p>	90
<p>ტექნიკური უსაფრთხოების მოთხოვნები ავტობასამართი საღებურების ექსპლუატაციისას ა. ბეჟანიშვილი, ჯ. იოსებძე, გ. მიქაძე, დ. ალადაშვილი, ზ. ბალიაშვილი REQUIRES OF TECHNICAL SAFETY FOR EXPLOITATION OF AUTOMOBILE FILLING STATIONS В. Bezhanishvili, J. Iosebidge, G. Mikadze, D. Aladashvili, Z. Baliashvili ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОЗАП-РАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ Бежанишвили А.Г.; Иосебидзе Д.С.; Микадзе Г.А.; Аладашвили Д.С, З. Балиашвили</p>	95
<p>ტანდემური ჯოჯბინა ამწეების ექსპლუატაციის თავისებურება თ. ჩხაიძე, გ. ჯაფარიძე OPERATIONAL FEATURES OF TANDEM GANTRY CRANE T. Chkhaidze, G. Japaridze ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТАНДЕМНЫХ КОЗЛОВЫХ КРАНОВ Т.А. Чхаидзе, Г.К. Джапаридзе</p>	105
<p>მიწის ვაკისის მდგრადობის უზრუნველყოფა რთულ პირობებში მომუშავე რკინიგზებზე ხ. ირემაშვილი PROVIDING OF STABILITY OF SUBGRADE FOR OPERATING IN COMPLEX CONDITIONS RAILWAYS Kh. Iremashvili ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ЗЕМЛЯННОГО ПОЛОТНА ДЛЯ РАБОТАЮЩИХ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ Х. Иремашвили</p>	110
<p>ავტომობილების ტრანსმისიაში დინამიკური პროცესების სააღბათო ანალიზი მ. ტურიაშვილი PROBABILITY ANALYSIS OF DYNAMICAL PROCESSES IN VEHICLE'S TRANSMISSION M. Turiaashvili ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТРАСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ М. Туриашвили</p>	116
<p>ზოგადი აფინური შესაბამისობა თ. ბერიძე, ნ. ნოზაძე, მ. ძიძიგური GENERAL AFFINE CORRESPONDENCE T. Beridze, N. Nozadze, M.Dzidziguri ОБЩЕЕ АФФИННОЕ СООТВЕТСТВИЕ Т. Беридзе, Н. Нозадзе, М. Дзидзигури</p>	122
<p>მემბრანიანი მანქანის მემბრანის სპეციფიკური საბიძგებლისთვის მემბრანის შერჩევის შესახებ ს. ბიწაძე ON SELECTION OF MEMBRANE FOR MAGNETOHYDRAULIC PUSHER S. Bitsadze О ВЫБОРЕ МЕМБРАНЫ ДЛЯ МАГНИТОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ТОЛКАТЕЛЯ С. Бицадзе</p>	127
<p>როტორანდაზო ჩარხის ძირითადი კვანძის - კარმტის ბლოკის დარღვევების და კვლევის საფუძვლები თ. რუხაძე FUNDAMENTALS OF DESIGN AND RESEARCH OF BASIC UNIT OF ROTOPLANING MACHINE – SADDLE BLOCK O. Rukhadze</p>	

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНОГО УЗЛА БЛОКА КАРЕТКИ РОТОСТРОГАЛЬНОГО СТАНКА О. Рухадзе	134
მრავალკოორდინატიანი წრფივი ინტერპოლაციის ალგორითმის შემუშავება ვ. ქირია, დ. ლაჩკეპიანი DEVELOPMENT OF MULTI-AXIS LINEAR INTERPOLATION ALGORITHM V. Qiria, D. Lachkepani РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА МНОГОКООРДИНАТНОЙ ЛИНЕЙНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ В. Кирия., Д. Лачкепани	143
მაკონკრეტული სატრანსპორტო ნაკადის მათემატიკური მოდელირება ზ. ბოგველიშვილი, ლ. ბუბუტეიშვილი MATHEMATICAL MODELING OF TRAFFIC FLOW SATURATED Z.V. Bogvelishvili, L.M. Bubuteishvili МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАСЫЩЕННОГО ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА Богвелишвили З.В., Бубутеишвили Л.М.	147
ევკლიდეს სივრცე და მისი შემსება არასაკმარისი ელემენტებით თ. ბერიძე, ნ. ნოზაძე, მ. ძიძიგური EUCLIDEAN SPACE AND ITS SUPPLEMENT WITH IMPROPER ELEMENTS T. Beridze, N. Nozadze, M.Dzidziguri ЕВКЛИДОВО ПРОСТРАНСТВО И ЕГО ДОПОЛНЕНИЕ НЕСОБСТВЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ Т. Беридзе, Н. Нозадзе, М. Дзидзигури	153
საქართველოს საზღვარო ტრანსპორტი და პორტები ბ. ფუტკარაძე, რ. კელდიშვილი GEORGIAN MARITIME TRANSPORT AND PORTS B. Putkaradze, R. Keldishvili МОРСКОЙ ТРАНСПОРТ И ПОРТЫ ГРУЗИИ Б. Путкарадзе, Р. Келдишвили	160
ასფალტობეტონის კომპოზიციური მოდიფიცირება თ. პაპუაშვილი, ზ. მელაძე, პ. ნადირაშვილი, თ. მექანარიშვილი MODIFICATION OF ASPHALT BY POLYETHYLENE T. Papuashvili, Z. Meladze, P. Nadirashvili, T. Mekanarishvili МОДИФИЦИРОВАНИЕ АСФАЛЬТА ПОЛИЭТИЛЕНОМ Т. Папуашвили, З. Меладзе, П. Надирашвили, Т. Меканаришвили	169
წრფივობის პროექციული არსი ნ. ნიკვაშვილი, ი. ხატიცკაცი ESSENCE OF PROJECTIVE CIRCLES N. Nikvashvili, I. Khatiskatsi ПРОЕКТИВНАЯ СУЩНОСТЬ ОКРУЖНОСТИ Н. Никвашвили, И. Хатискаци	176
ორთოცენტრული სამკუთხედის ორბიერთი თვისება გ. წულეისკირი, ნ. ნოზაძე, თ. ბერიძე SOME PROPERTIES OF THE ORTHOCENTRIC TRIANGLE G. Tsuleiskiri, N. Nozadze, T. Beridze НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ОРТОЦЕНТРИЧЕСКОГО ТРЕУГОЛЬНИКА Г. Цулейскири, Н. Нозадзе, Т. Беридзе	180
ორკოორდინატიანი მოთვალთვალე სისტემის დინამიკური სინთეზის საკითხის შესახებ თ. მჭედლიშვილი, გ. ზუბიაშვილი, ზ. ამკოლაძე, თ. კაპანაძე, ბ. ალექსიძე ON ISSUE OF DYNAMIC SYNTHESIS OF TWO-AXIS FOLLOW-UP SYSTEM Mchedlishvili T.F., Zubiashvili G.M., Amkoladze Kh.M., Kapanadze T.V., Aleksidze B.A. К ВОПРОСУ ДИНАМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ДВУХКООРДИНАТНОЙ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ Мчедлишвили Т.Ф., Зубиашвили Г.М., Амколадзе Х.М., Капанაძე Т.В., Алексидзе Б.А.	184
საავტომობილო პარკის რაციონალური წარმოება საპარლამენტო ბაზის სრულყოფით ვ. ხარითონაშვილი, მ. ხვედელიძე OF MOTOR TRANSPORT IMPROVEMENT OF LEGISLATIVE BASE	

V. Kharitonashvili, M. Khvedelidze

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ПАРКА УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ
ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ**

В. Харитонашвили, М. Хведелидзе 190

ავტომობილის უმჯობესების სტატისტიკური პროგნოზირების მეთოდის დამუშავება

ი. ზაკუტაშვილი, ვ. ლეკიაშვილი, გ. მარდალეიშვილი

DEVELOPMENT OF VEHICLES RELIABILITY STATISTIC FORECASTING METHOD

I. Zakutashvili, V. Iekiashevili, G. Mardaleishvili

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА СТАТИСТИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БЕЗОТКАЗНОСТИ
АВТОМОБИЛЯ**

И. Закуташвили, В. Лекиашвили, Г. Мардалеишвили 195

არასაკუთარი წრფისთან დაკავშირებული პოლარიტივის თვისებები

ნ. ნიკვაშვილი, ი. ხატიცკაცი

RELATED WITH IMPROPER LINE PROPERTIES OF POLAR MAPPING

N. Nikvashvili, I. Khatiskatsi

СВЯЗАННЫЕ С НЕСОБСТВЕННОЙ ПРЯМОЙ СВОЙСТВА ПОЛЯРИТЕТА

Н. Никвашвили, И. Хатискаци 202

მოთვალთვალე ელექტრომექანიკური სისტემის პარამეტრული სინთეზი მოცემული
ბარდამავალი პროცესების მიხედვით

თ. მჭედლიშვილი, ა. თავაძე, ი. რომანაძე, ი. ხართიშვილი, თ. გვარამაძე

**FOR PARAMETERS SYNTHESIS ELECTROMECHANICAL FOLLOW-UP SYSTEM ON GIVEN
TRANSITION PROCESSES**

Mchedlishvili T.D., A. Tavadze, I. Romanadze, I. Khartishvili, T. Gvaramaze

**К ПАРАМЕТРИЧЕСКОМУ СИНТЕЗУ ЭЛЕКТМЕХАНИЧЕСКОЙ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ ПО
ЗАДАНЫМ ПЕРЕХОДНЫМ ПРОЦЕССАМ**

Мчедлишвили Т.Д., Тавадзе А.Т., Романадзе И.Р., Хартишвили И.А., Гварამაძე Т.М. 207

სამართველოში სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის პროექტების განხორციელების
მაგალიტები და გარემოსდაცვითი ღონისძიებები

ხ. მღებრიშვილი, ხ. ქვაბელაშვილი, ო. გერგაია

**EXAMPLES OF TRANSPORTATION PROJECTS AND ACTIVITIES
IN GEORGIA ENVIRONMENTAL PROTECTION**

Kh. Mgebrishvili, Kh. Qvabelashvili, O. Gergaia

**ПРИМЕРЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРОЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
В ГРУЗИИ И МЕРОПРИЯТИЯ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Х. Мгебришвили, Х. Квабелашвили, О. Гергаиа 212

სამკუთხედის პერიმეტრის სიმძიმის ცენტრი და მისი კონსტრუქციული ხერხები

გ. წულეისკირი, მ. ხუბუტია, ნ. მუმლაძე

THE CENTER OF GRAVITY OF TRIANGLE PERIMETER AND ITS DEFINING GRAPHICAL METHODS

G. Tsuleiskiri, Mm. Khubutia, N. Mumladze

**ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ ПЕРИМЕТРА ТРЕУГОЛЬНИКА И ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ИХ
НАХОЖДЕНИЯ**

Г. Цулейскири, М. Хубутия, Н. Мумლაძე 217

შემთხვევითი პროცესების ოსცილოგრამის დამუშავების მეთოდიკა

მ. ტურიაშვილი

METHOD OF RANDOM PROCESSES OSCILLOGRAMS PROCESSING

M. Turiashvili

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ОСЦИЛЛОГРАММ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

М. Туриашвили 222

ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №1 (26) 2013

ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ №1 (26) 2013

TRANSPORT AND MACHINEBUILDING №1 (26) 2013

სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL

გამოდის პერიოდულობით წელიწადში 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 2013 წ. 5 აპრილი;

გამოცემის ფორმატი 60X84 1/8; ფიზიკური ნაბეჭდი

თაბახი 11.25; საბეჭდი ქაღალდი – ოფსეტური №1.

Подписано к печати 05 : 04: 2013г; Формат издания л. 60X84 1/8;

Физичесих печатных листов 11.25; Печатная бумага - офсетная №1.

Signed for printing 05: 04: 2013;

Edition size 60X84 1/8; printed

sheet 11.25; printing paper - Offset N1.

სტუ-ს სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაბრიკაში



საქართველოს მანქანათმშენებლობის ფაბრიკაში

ამჟამად გეგმიური მუშაობა და სარეკლამო
სელონების ციფრული ტექნოლოგიების
მართლმართლებით სპეციალისტებს

კვალიფიკაცია და სწავლების ხანგრძლივობა:

- ბაკალავრი - 4 წელი,
- მაგისტრი - 2 წელი,
- დოქტორი - 3 წელი