

**ტრანსპორტი და
მანქანათმშენებლობა**
**TRANSPORT AND
MACHINEBUILDING**

ISSN 1512-3537

N1 (53) 2022

**სამეცნიერო-ტექნიკური
ჟურნალი**

თბილისი



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტი

ISSN 1512-3537

ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა

№1 (53) 2022

სასწავლო-მეთოდური და სამეცნიერო-კვლევითი
ნაშრომების კრებული

ჟურნალი რეფერირდება ქრე-ში „ქართული რეფერატული ჟურნალი“

სტუ-ს 100 წლის იუბილესთან დაკავშირებით
ინსტიტუტი ტექნიკური ჟურნალს
„ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ მიანიჭებს
ციფრულ იდენტიფიკატორს - DOI-ს



გამომცემლობა „ტრანსპორტი & მანქანათმშენებლობა“
თბილისი
2022

ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა
TRANSPORT AND MACHINEBUILDING
ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

სარედაქციო კოლეგია

პროფ. ოთარ გელაშვილი (მთავარი რედაქტორი); პროფ. არჩილ ფრანგიშვილი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე); პროფ. თეა ბარამაშვილი (ტექნიკური რედაქტორი); პროფ. დავით თავხელიძე; პროფ. მანანა თალაკვაძე; პროფ. ნათია ბუთხუზი; პროფ. გივი გოლეთიანი; პროფ. თამაზ ნატრიაშვილი; პროფ. თამაზ მორჩაძე; პროფ. ალექსანდერ სლადკოვსკი (პოლონეთი); პროფ. გეორგი ტოხტარი (უკრაინა); პროფ. რაულ თურმანიძე; პროფ. ნია ნათბილაძე; პროფ. გოჩა ჩიტაიშვილი; პროფ. ზაურ ჩიტაიძე; პროფ. გოდერძი ტკეშელაშვილი; პროფ. ჯუმბერ იოსებიძე; პროფ. ავთანდილ შარვაშიძე; პროფ. ნუგზარ რურუა; პროფ. ზურაბ ბოგველიშვილი; პროფ. დავით ძოწენიძე.

EDITORIAL BOARD

Prof. OTAR GELASHVILI (editor-in-chief); Prof. ARCHIL PRANGISHVILI (deputy editor-in-chief); Prof. Tea Baramashvili (Technical Editor); Prof. Davit Tavkheldze; Prof. Manana Talakbadze; Prof. Natia Butkhuzi; Prof. Givi Goletiani; Prof. Tamaz Natriashvili; Prof. Tamaz Morchadze; Prof. Aleksander Sladkovski (Poland); Prof. George Tokhtar (Ukraine); Prof. Raul Turmanidze; Prof. Nia Natbiladze; Prof. Gocha chitaishvili; Prof. Zaur Chitidze; Prof. Goderdzy Tkeshelashvili; Prof. Jumber Iosebidge; Prof. Avtandil Sharvashidze; Prof. Nugzar Rurua; Prof. Zurab Bogvelishvili; Prof. David Dzotsenidze.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

проф. ОТАР ГЕЛАШВИЛИ (главный редактор); проф. АРЧИЛ ПРАНГИШВИЛИ (зам. главного редактора); проф. Теа Барамашвили (Технический редактор); проф. Давит Тавхелидзе; проф. Манана Талакбадзе; проф. Натиа Бутхузи; проф. Гиви Голетиани; проф. Тамаз Натриашвили; проф. Тамаз Морчадзе; проф. Александер Сладковски (Польша); проф. Георг Тохтар (Украина); проф. Раул Турманидзе; проф. Ниа Натбиладзе; проф. Гоча Читаишвили; проф. Заур Читидзе; проф. Годердзи Ткешелашвили; проф. Джумбер Иосебидзе; проф. Автандил Шарвашидзе; проф. Нугзар Руруа; проф. Зураб Богвелишвили; проф. Давид Дзоценидзе.

ტექნიკური რედაქტორი: პროფ. თეა ბარამაშვილი
Technical editor: Prof. Tea Baramashvili
Технический редактор: Проф. Теа Барамашвили

რედაქციის მისამართი: თბილისი, მ. კოსტავას ქ. №71, I კორპუსი, ოთახი №710
Address of the editorial office: Tbilisi, M. Kostava Str. №71, I corpus, room №710
Адрес редакции: Тбилиси, М. Костава ул. №71, I корпус, комната №710
Tel: +995 551 611 611

ჟურნალი განთავსებულია ინტერნეტში შემდეგ მისამართებზე:

- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი - ცენტრალური ბიბლიოთეკა
http://gtu.ge/Library/transp_jur/
- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი - სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტი
http://gtu.ge/Stmm/Faculties/jurnali_transporti_manqanatmshenebloba.php
- ციფრული ბიბლიოთეკა "ივერიელი" (საქართველოს პარლამენტის ეროვნული ბიბლიოთეკა)
<http://dspace.nplg.gov.ge/handle/1234/248720>
- ქართული რეფერატული ჟურნალი (ქრე)
<https://techinformi.ge/ge/?page=footer/qri>

შინაარსი

I. ტრანსპორტი/Transport/Транспорт

1. საქართველოს რკინიგზაზე სატვირთო ვაგონის მწარმოებლობის გაზრდის აქტუალურობა პეტრე ქენქაძე, ავთანდილ შარვაშიძე, გიორგი კაციტაძე	5
2. რკინიგზის საექსპლუატაციო მუშაობის თავისებურებანი თანამედროვე პირობებში რომან მორჩილაძე, ჯემალ მორჩილაძე, ვახტანგი კოპალეიშვილი	12
3. გამოყოფილ ზოლებში მომუშავე საქალაქო ავტობუსების გადაზიდვების ეფექტურობის ამაღლება გაჩერებებს შორის მანძილების რაციონალურად დაგეგმვით დავით ფრიდონაშვილი, რევაზი რევაზიშვილი, ალექსი ჩიბირაშვილი	20
4. Исследование влияния циклов нагружения тормозов автомобиля на экологичность Варлам Лекиашвили, Нино Топурия, Валери Джаджанидзе, Димитри Балахадзе	25

II. მექანიკის ინჟინერია/Mechanical Engineering/Механическая инженерия

5. TO THE DYNAMIC RESEARCHER OF ELECTROMECHANICAL DRIVE WITH TAKING INTO ACCOUNT ELASTICITY OF LINKS IN THE MECHANICAL PART Tornike Kapanadze	30
6. Утилизация полимерных корпусов твердотопливных ракет с использованием экологически чистой технологии Мераб Швангирадзе, Гиორგი Цабаძე, Рамили Зукакишвили, Гиви Санаძე	37
7. მყარსათბობიანი რაკეტების პოლიმერული კორპუსების ჭრის ოპტიმალური რეჟიმების და მჭრელი იარაღის მუშაობის ხანგამძლეობის ექსპერიმენტული კვლევა მერაბ შვანგირაძე, რამილი ზუკაკიშვილი, გივი სანაძე, გიორგი ცაბაძე	44

III. სამრეწველო ინჟინერია/Industrial Engineering/ Промышленная инженерия

8. ჰიდრაულიკური დარტყმის მოვლენა მილსადენებში ალექსანდრე ყაველაშვილი	55
9. მექანიზმის დინამიკის კვლევა კინემატიკურ წყვილში ღრეჩობისა და დარტყმების გათვალისწინებით მურმან ხაჩიძე	62
10. მსუბუქი მერქანპოლიმერული კომპოზიტების ლენტური ხერხებით ხერხვის პროცესის ძალური პარამეტრების კვლევა (I ნაწილი) იგორ გელაშვილი, ზაურ ჩიტაძე, თემურ მონიავა, მაკა ჟლენტი, ეკა სარიშვილი, პაპუნა კაპანაძე	71
11. მძიმე მერქანპოლიმერული კომპოზიტების ლენტური ხერხებით ხერხვის პროცესის ძალური პარამეტრების კვლევა (II ნაწილი) იგორ გელაშვილი, ზაურ ჩიტაძე, თემურ მონიავა, მაკა ჟლენტი, ეკა სარიშვილი, პაპუნა კაპანაძე	80

IV. ტრანსპორტის და მანქანათმშენებლობის მენეჯმენტი/ Transport and Mechanical Engineering Management/Транспорт и машиностроение равление

12. საქართველოს ტრანსპორტის მდგომარეობა და პერსპექტივა ნინო ოსაძე	86
13. რეგიონალური ჰაბის ჩამოყალიბების პერსპექტივები საქართველოში ნინო ოსაძე	97
14. საქართველოს ერთიანი სატრანსპორტო სისტემა და მისი გავლენა ბიზნესის კონკურენტუნარიანობის ამაღლებაზე ნინო ოსაძე	102
15. ავტორთა საყურადღებოდ	108

უაკ 656.224

საქართველოს რკინიგზაზე სატვირთო ვაგონის მწარმოებლობის გაზრდის აქტუალობა პეტრე ქენქაძე*, ავთანდილ შარვაშიძე*, გიორგი კაციტაძე**

**პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*** დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას №71, 0175, თბილისი,
საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია სატვირთო ვაგონი, როგორც საქართველოს რკინიგზაზე გადაზიდვითი პროცესის განხორციელების ერთ-ერთი აუცილებელი საშუალება. მოყვანილია სატვირთო ვაგონის ინტენსიური გამოყენების გზები და საშუალებები; მისი გავლენა სატვირთო გადაზიდვების მოცულობაზე. სატვირთო ვაგონის მწარმოებლობის გაზრდისათვის, დასაბუთებულია მოცემულ ეტაპზე ვაგონის ექსპლუატაციის პირობების გამოკვლევის აუცილებლობა და მისი ფუნქციონირების რაციონალური ფორმების დადგენა, საქართველოს რკინიგზაზე სატვირთო გადაზიდვების ეფექტიანობის ამაღლების მიზნით.

საკვანძო სიტყვები: სატვირთო ვაგონი, ტექნიკური აღჭურვილობა, ეკონომიკური ეფექტიანობა, ვაგონის მწარმოებლობა.

შესავალი

საქართველოს დამოუკიდებელ და სუვერენულ ქვეყნად ჩამოყალიბების შემდეგ, იგი გადაიქცა დამაკავშირებელ ქვეყნად ევროპასა და აზიას შორის. შესაბამისად მისმა რკინიგზამ შეიძინა სატრანზიტო გზის სტატუსი. აღნიშნულმა გარემოებამ მოითხოვა რკინიგზის საექსპლუატაციო მუშაობის მნიშვნელოვნად შეცვლა და მოდერნიზაცია, რათა შესაძლებელი გამხდარიყო გაზრდილი სატრანზიტო ტვირთნაკადის შეუფერხებელი გატარება. ამ მიზნით საქართველოს რკინიგზაზე განხორციელებული ორგანიზაციულ-ტექნიკური და საექსპლუატაციო-სამშენებლო ღონისძიებები, ყველაზე ნაკლებად შეეხო

სატვირთო ვაგონს, არადა ამ უკანასკნელის გავლენა რკინიგზის გადაზიდვით პროცესზე, მნიშვნელოვანია.

ძირითადი ნაწილი

უნდა აღინიშნოს, რომ დღევანდელი საქართველოს რკინიგზა სრულიად განსხვავებულ რეჟიმში მუშაობს წინა პერიოდთან შედარებით. საქმე ისაა, რომ წინა პერიოდში საქართველოს (ამიერკავკასიის) რკინიგზა მიჩნეული იყო ჩიხობრივ გზად, ხოლო ახალი სტატუსით, სატრანზიტო გზის პირობებში, შესაბამისად შეიცვალა (ან შეცვლის პროცესშია) რკინიგზის მუშაობის უმნიშვნელოვანესი პარამეტრები.

საქართველოს რკინიგზის მუშაობის მოდერნიზაციაში მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა საერთაშორისო სატრანსპორტო დერეფნის ჩამოყალიბებამ, კონკრეტულად, ქვეყნის ტერიტორიაზე გამავალმა „ტრასეკას“ სახელით ცნობილმა საერთაშორისო დერეფანმა. ამ დერეფნის საშუალებით ხორციელდება შუა აზიიდან და ინდოჩინეთიდან წამოსული სატრანზიტო ტვირთების ტრანსპორტირება ევროპის ცენტრში და პირიქით.

საქართველოს რკინიგზის ფუნქციონირების მოცემულ ეტაპზე დაკმაყოფილებულია მისი ცენტრალური მიმართულების (თბილისი-ხაშური-ზესტაფონი-სამტრედია, სამტრედია-ბათუმი, სამტრედია-ფოთი) ცალკეული უბნებისათვის საჭირო ტექნიკური და გადაზიდვითი (საექსპლუატაციო) სიმძლავრეები, მაგრამ როგორც ანალიზი გვიჩვენებს [1], უახლოეს მომავალში, ტვირთნაკადების პერსპექტიული ზრდის პირობებში, აუცილებელი გახდება ამ სიმძლავრეების კიდევ უფრო ფა უფრო გაზრდა რკინიგზის საექსპლუატაციო მუშაობის მოცულობასთან შესაბამისობის გათვალისწინებით.

საქართველოს დამოუკიდებლობის წლებში, ვიდრე უკანასკნელ პერიოდამდე, საქართველოს რკინიგზაზე დაინერგა, განხორციელდა და აპრობირებულ იქნა რკინიგზის ტექნიკური აღჭურვილობისა და ექსპლუატაციის ინტენსიური გამოყენების მრავალი მეთოდი და საშუალება, მატარებელთა რეგულირების, გადაზიდვითი პროცესის განვითარების, ლოკომოტივების

გამოყენების, სამგზავრო მატარებელთა მოძრაობის სიჩქარეებისა და კომფორტულობის დონეების ამაღლების, ადგილობრივი ტვირთების რაციონალური მიმოქცევისა და კიდევ მრავალ სფეროში. აღნიშნულმა ღონისძიებებმა მოიტანეს თავისი დადებითი შედეგები, რისი მკაფიო დასტურიცაა საქართველოს რკინიგზის ფუნქციონირების დღევანდელი მდგომარეობა, მაგრამ ყოველივე აღნიშნული არ შეხება (ან შეეხო ძალიან მცირე პროცენტით) რკინიგზის ტექნიკური აღჭურვილობის ისეთ მნიშვნელოვან ელემენტს, როგორც სატვირთო ვაგონია.

სატვირთო ვაგონი არის სარკინიგზო ტრანსპორტის წარმატებული ექსპლუატაციის ერთ-ერთი მთავარი კომპონენტი. მისი რაციონალური ექსპლუატაცია მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს რკინიგზის გადაზიდვით პროცესს. ვაგონის ფუნქციონირება ყოველთვის უკავშირდება ისეთ რეზულტატურ მაჩვენებელს, როგორცაა ეკონომიური ეფექტიანობა [2]. მაგალითისათვის განვიხილოთ ძალიან მოკლედ, თუ როგორ მიიღება ეკონომია ვაგონის ბრუნვის დაჩქარებით.

მათემატიკურად ვაგონის ბრუნვის განმსაზღვრელი ფორმულა ზოგადად, გამოისახება შემდეგი სახით [3]:

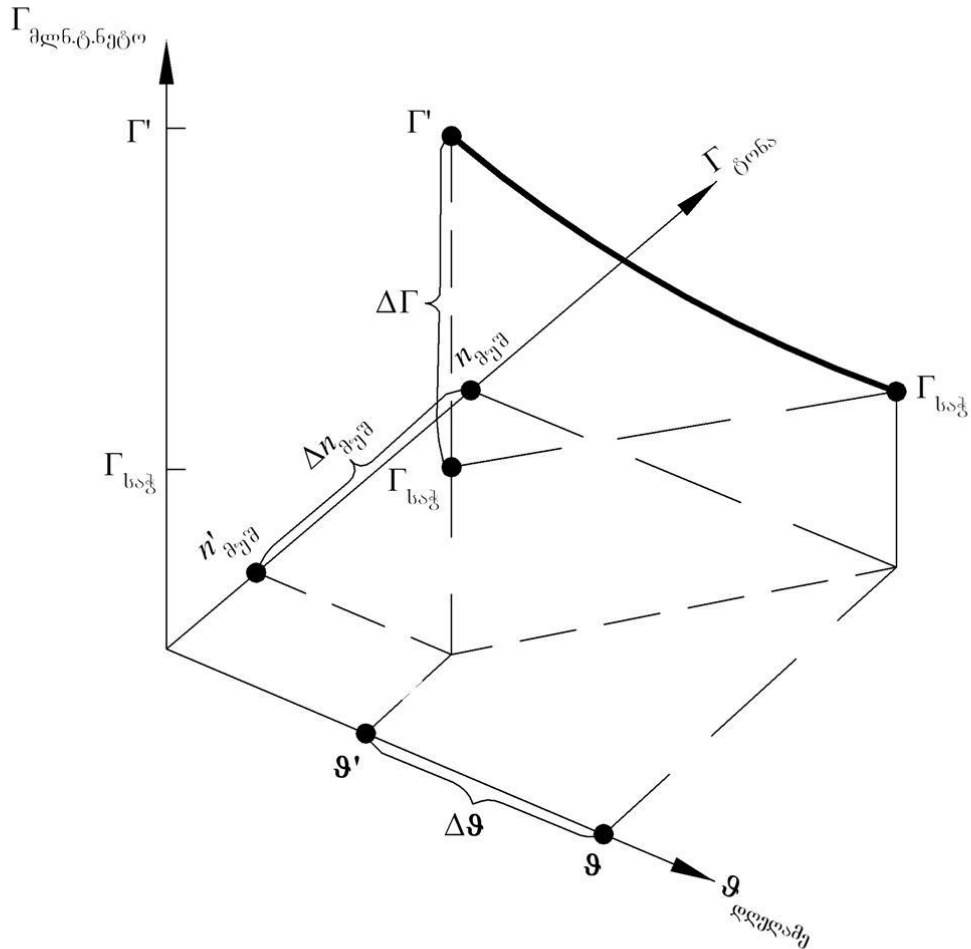
$$\vartheta = \frac{n_{\text{მუშ}}}{U}, \text{ დღელამე}; \quad (1)$$

სადაც $n_{\text{მუშ}}$ – სავაგონო მუშა პარკია;

U – დღელამის განმავლობაში გზის ტერიტორიაზე დატვირთული ვაგონების საერთო რაოდენობა (გზის ფარგლებში დატვირთული და მეზობელი გზებიდან შემოსული დატვირთული ვაგონების ჯამი, ანუ „გზის მუშაობა“).

როგორც ამ მარტივი ფორმულიდან ჩანს, ვაგონის ბრუნვის სიდიდე პირდაპირპროპორციულ კავშირშია სავაგონო მუშა პარკთან, ანუ მეზობელი გზებიდან შემოსული დატვირთული ვაგონების ფიქსირებული სიდიდის პირობებში ვაგონის ბრუნვის მეტი მნიშვნელობისას, საჭირო იქნება უფრო მეტი დასატვირთი ვაგონების რაოდენობა მუშა პარკიდან, ხოლო შედარებით ნაკლები მნიშვნელობის დროს – პირიქით, შემცირდება დასატვირთად გამოყოფილი

ვაგონების საჭირო რაოდენობა. აღნიშნული დამოკიდებულების გეომეტრიული ინტერპრეტაცია მოყვანილია ნახ. 1-ზე.



ნახ. 1. საჭირო სავაგონო პარკის დამოკიდებულება ვაგონის ბრუნვის სიდიდეზე

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ვაგონის ბრუნვის არსებულ ϑ სიდიდის დროს, სავაგონო მუშა პარკიდან დატვირთვაზე საჭიროა $n_{\text{მუშ}}$ რაოდენობის ვაგონი. თუ მივაღწევთ იმას, რომ დაჩქარდეს (შემცირდეს) ვაგონის ბრუნვა ϑ -დან ϑ' სიდიდემდე, ანუ $\Delta\vartheta$ დღეღამით, მაშინ მოთხოვნა ვაგონებზე მცირდება $n_{\text{მუშ}}$ -დან $n'_{\text{მუშ}}$ -მდე, ანუ $\Delta n_{\text{მუშ}}$ სიდიდით. ამ დროს რკინიგზის საჭირო გადაზიდვისუნარიანობის ($\Gamma_{\text{საჭ}}$) უზრუნველყოფა შესაძლებელია უკვე არა $n_{\text{მუშ}}$ სავაგონო პარკით, არანედ $n'_{\text{მუშ}}$ შემცირებული პარკით (რაც თავის მხრივ იძლევა სათანადო ეკონომიას), ხოლო თუ გამონთავისუფლებულ სავაგონო სავაგონო პარკს ($\Delta n_{\text{მუშ}}$) გამოვიყენებთ ზედმეტი (დამატებითი) დატვირთვის განსახორციელებლად,

მაშინ საჭირო გადაზიდვისუნარიანობა იზრდება $\Gamma_{საჭ}$ სიდიდიდან Γ' სიდიდემდე, ანუ $\Delta\Gamma$ ტონით, რაც საბოლოო ჯამში ზრდის ეკონომიკურ ეფექტს. მსგავსი მაგალითების მოყვანა მრავლად შეიძლება.

ზოგადად, შეიძლება აღინიშნოს, რომ სატვირთო ვაგონის რაციონალური ექსპლუატაციის, ანუ მისი ეფექტური გამოყენების მიზნით, მოწინავე „სარკინიგზო“ ქვეყნებში მიმდინარეობს მნიშვნელოვანი სამეცნიერო და პრაქტიკული კვლევები, სათანადო შედეგებით. ვთვლით, რომ ამ კუთხით საქართველოს რკინიგზის რეალობაში ჯერ კიდევ არ განხორციელებულა ქმედითი ღონისძიებები.

სატვირთო ვაგონის ეფექტური გამოყენების ერთ-ერთი მთავარი პარამეტრია ვაგონის მწარმოებლურობა. ამ სიდიდის გაზრდა პირდაპირ კავშირშია სატვირთო გადაზიდვების მოცულობის ამაღლებასთან, შესაბამისი ეკონომიკური ეფექტით. ვაგონის მწარმოებლურობა არის ცნება, რომელიც აერთიანებს ვაგონის ექსპლუატაციასთან დაკავშირებულ მრავალ ტექნიკურ, ტექნოლოგიურ და საექსპლუატაციო პარამეტრს [4]. ამ პარამეტრების ოპტიმიზაცია საფუძველია რკინიგზის სიმძლავრის (გამტარ- და გადაზიდვის-უნარიანობა) გაზრდისა. აღნიშნული პარამეტრებიდან მოვიყვანთ ძირითადს: ვაგონის საშუალო სტატიკური დატვირთვა, ვაგონის ცარიელი გარბენები, მატარებლის მოძრაობის სიჩქარეები, ვაგონის დატვირთული რეისი, სატვირთო და ტექნიკურ ოპერაციებზე ვაგონთა მოცდენები, გადაზიდვების (გადასაზიდი ტვირთების) რაციონალიზაცია. გარდა მოყვანილი პარამეტრებისა, ვაგონის მწარმოებლურობაზე (და მის გაზრდაზე) მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ტექნიკური აღჭურვილობის ელემენტები და თანამედროვე ინტენსიური ტექნოლოგიები, როგორცაა ვაგონის ტარაწონის შემცირება, ვაგონ- და მატარებელნაკადების შემჭიდროებული და დაჩქარებული გატარება უბნებზე და სხვ.

ზემოთ აღნიშნულის ფონზე საქართველოს რკინიგზის პირობებში, სატვირთო ვაგონის მაქსიმალური მწარმოებლურობა მიღებული უნდა იქნეს მასზე უარყოფითი გავლენის მქონე პარამეტრების მინიმალური მნიშვნელობების პირობებში. ასეთი პარამეტრების მინიმიზაცია, თუნდაც მათში ჩართული ელემენტების მრავალფეროვნების გამო, იქნება გადასაჭრელ ამოცანათა შორის

ერთ-ერთი ურთულესი, მაგრამ მიუხედავად აღნიშნულისა, საქართველოს რკინიგზის ექსპლუატაციის სტატიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით და საჭირო სიდიდეების ურთიერთდაკავშირებით, შესაძლებელი გახდება ამ პრობლემის წარმატებული გადაჭრა.

დასკვნა

დასკვნის სახით შეიძლება აღინიშნოს, რომ საქართველოს რკინიგზის განვითარების მოცემულ ეტაპზე მნიშვნელოვანია გამოკვლეულ იქნეს სატვირთო ვაგონების ექსპლუატაციის პირობები, დადგინდეს მისი ფუნქციონირების რაციონალური ფორმები ვაგონის მწარმოებლურობის გაზრდის მიზნით, რაც საბოლოო ჯამში იქნებოდა საქართველოს რკინიგზაზე სატვირთო გადაზიდვების ეფექტიანობის ამაღლების მნიშვნელოვანი რეზერვი.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, საქართველოს რკინიგზაზე სატვირთო ვაგონის მწარმოებლურობის გაზრდის აქტუალურობა, ეჭვს არ იწვევს.

გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა

1. პ. ქენჭაძე, გ. თელია, კ. შარვაშიძე - მოცემულ ეტაპზე საქართველოს რკინიგზის მთავარ მიმართულებაზე რეალურად რეალიზებული სიმძლავრისა და მისი გაზრდის ღონისძიებათა შესახებ; საერთაშორისო კონფერენციის „სატრანსპორტო ხიდი ევროპა-აზია“ შრომათა კრებულიდან; თბილისი; „ტექნიკური უნივერსიტეტი“; 2014წ.; 300-303 გვ.;
2. ლ. ვარდოსანიძე - რკინიგზის მუშაობის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები; თბილისი; „განათლება“; 1993წ.; 237 გვ.;
3. პ. ქენჭაძე - სარკინიგზო ტრანსპორტი; თბილისი; „სფინქსი“; 2001წ.; 155 გვ.;
4. Лукин В.В., Анисимов П.С., Федосеев Ю.П. - Вагоны (общий курс); Москва; изд. «Маршрут»; 2004г.; 424 с.

**The relevance of increasing the productivity of freight cars
on the Georgian Railway**

Petre Kenkadze, Avtandil Sharvashidze, Giorgi Katsitadze

Abstract

The article considers a freight car as one of the mandatory means of carrying out the transportation process on the Georgian Railway. Ways and means of intensive use of a freight car are given; its impact on the volume of freight traffic. In order to increase the productivity of a freight car, it is justified at this stage the need to study the operating conditions and establish rational forms of its functioning, in order to increase the efficiency of freight traffic on the Georgian Railway.

**Актуальность повышения производительности грузовых вагонов
на Грузинской железной дороге**

Петре Кенкадзе, Автандил Шарвашидзе, Георгий Кацитадзе

Резюме

В статье рассматривается грузовой вагон, как один из обязательных средств осуществления перевозочного процесса на Грузинской железной дороге. Приводятся пути и средства интенсивного использования грузового вагона; его влияние на объеме грузовых перевозок. Для увелечения производительности грузового вагона, обоснована на данном этапе необходимость исследования эксплуатационных условия и установления рациональных форм его функционирования, с целью повышения эффективности грузовых перевозок на Грузинской железной дороге.

უაკ 656.2(075.8)

**რკინიგზის საექსპლუატაციო მუშაობის
თავისებურებანი თანამედროვე პირობებში
რომან მორჩილაძე*, ჯემალ მორჩილაძე**, ვახტანგი კოპალეიშვილი*****

**ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

***აკადემიური დოქტორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

****მაგისტრანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას №71, 0175, თბილისი,
საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია საქართველოს რკინიგზის მახარისხებელი სადგურის მუშაობის თავისებურებანი ტვირთნაკადის მოცულობათა ცვალებადობის პირობებში. სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის (ლოკომოტივები, ვაგონები) ეფექტიანი გამოყენების მიზნით განხილულია მათი მუშაობის პარამეტრები და ის მოთხოვნები, რომელთა გატარების შემთხვევაში გაუმჯობესდება ერთმაგი და ორმაგი სატვირთო ოპერაციები, დაჩქარდება ვაგონების ბრუნვა და შემცირდება უშედეგოდ გაწეული საექსპლუატაციო დანახარჯები.

საკვანძო სიტყვები: ლოკომოტივების მწარმოებლობა, ორმაგი სატვირთო ოპერაცია, ვაგონნაკადების გადამუშავების ნაკადურობა.

შესავალი

რკინიგზის საექსპლუატაციო მუშაობის ხარისხი დამოკიდებულია არაერთ ფაქტორზე, მათ შორის მოძრავი შემადგენლობის ტექნიკურ გამართულობასა და ვაგონების დაცლა-დატვირთვის ოპერაციების თანამედროვე ტექნიკური საშუალებების გამოყენებაზე. ამ მიმართულებით მახარისხებელი სადგური იმსახურებს განსაკუთრებულ ყურადღებას და სხვა კატეგორიის მცირე სადგურები

მუდმივად უნდა ახდენდეს მახარისხებლის უზრუნველყოფას შესაბამისი კონსტრუქციულობის ვაგონებით მუშა პარკის შევსებას.

რკინიგზის საექსპლუატაციო მუშაობის თავისებურებანი თანამედროვე პირობებში

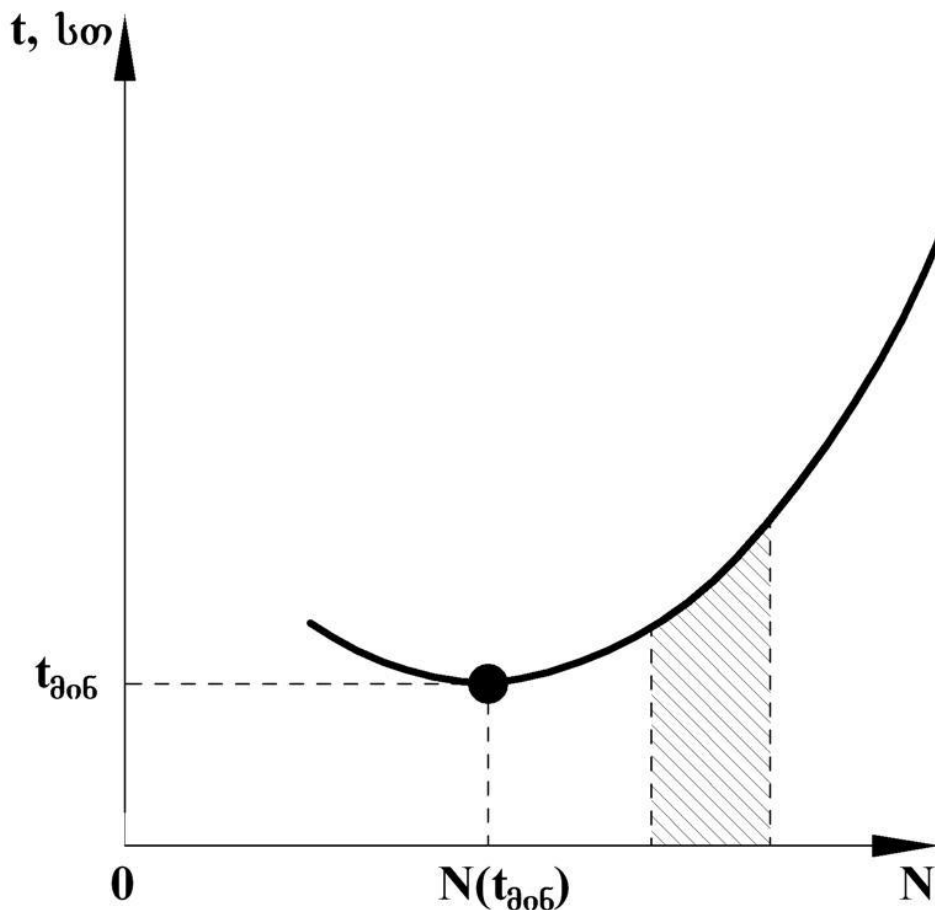
სარკინიგზო ტრანსპორტის ექსპლუატაციას, როგორც წესი, საფუძვლად უდევს მისი ყველა ქვედარგის ტექნიკურ საშუალებათა განვითარების ეფექტურობა და შესაბამისიკატეგორიის მაღალკვალიფიციური კადრებით დაკომპლექტება.

თანამედროვე პრობებში რკინიგზის სპეციფიკიდან გამომდინარე, პირველ ყოვლისა, უნდა გამოვეყნოთ ვაგონნაკადების შესწავლა და მატარებელთა მოძრაობის მიმართულებების სეზონური და სადღეღამისო გრაფიკების შედგენა. ასევე გასაანალიზებელია საექსპლუატაციო მუშაობის მაჩვენებელთა ცვალებადობის ძირითადი მიზეზები, ვაგონთა ბრუნვის დაჩქარების შემადგენელი ნაწილების მდგომარეობა, სადგურების სალიანდაგო პარკის განვითარების დონე (სიმძლავრე), გადასარბენების სალიანდაგო და სხვა ტექნიკური საშუალებების გამოყენების მაჩვენებლები, საექსპლუატაციო მუშაობის საექსპერტო შეფასება და სხვა.

საქართველოს რკინიგზის (როგორც აზიისა და ევროპის სარკინიგზო კორიდორის) განვითარება მოიცავს სხვადასხვა პროცესების დახვეწას და სრულყოფას, რომელთა შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია: გადაზიდვითი პროცესის ოპერატიული მართვის ავტომატიზირებული სისტემა, მატარებელთა მასისა და სიგრძის გაზრდა, რკინიგზის ქსელის სტრუქტურული სრულყოფა, მოძრავი შემადგენლობის (ლოკომოტივი, ვაგონი) მიმდინარე და გეგმიური შეკეთების ხარისხის ამაღლება, ხაზების გამტარობის უნარის გაანგარიშებათა მეთოდების განვითარება, მუშაობის ხარისხობრივი მაჩვენებლების ტექნიკური ნორმირება და ძირითად მაჩვენებელთა შერჩევა.

საექსპლუატაციო მუშაობის სრულყოფის ერთ-ერთი ძირითადი შემადგენელი ნაწილია სალოკომოტივო და სავაგონო პარკების ტექნიკური

გამართულობა. ლოკომოტივების შემკეთებელ და ვაგონსარემონტო დეპოებში პერიოდულად უნდა ინერგებოდეს მეცნიერულ-ტექნიკური სიახლენი და პროგრესული ტექნოლოგიები. ვაგონშემკეთებელ საწარმოებში ხარისხიანი შეკეთების უზრუნველყოფა განაპირობებს სავაგონო პარკის უკეთ გამოყენებას.



ნახ. 1. სადგურში ვაგონების დაყოვნების დროის ხანგრძლივობის დამოკიდებულება გადასამუშავებელ ვაგონნაკადზე

ვაგონების გამოყენების და მათი მწარმოებლურობის გაზრდაში დიდი როლი აკისრია არა მარტო მათ გამართულობას, არამედ ტვირთის მიმღებ-ჩამბარებლებს და ვაგონების მოცდენის შემცირებას საუბნო და მახარისხებელ სადგურებზე. ხშირია შემთხვევები, როცა ტვირთის მიმღებ-ჩამბარებლები ვერ ფლობენ ვაგონების გამოყენების პარამეტრებს და არასწორი ტექნოლოგიით განხორციელებული დატვირთვა ან დაცლა იწვევს მათ დაზიანებას, ხოლო ამ და სხვა მიზეზებით ვაგონთა მოცდენის შესამცირებლად ტექნიკურ სადგურებზე, განსაკუთრებით

მახარისხებელში, რაციონალურად და სრულად უნდა გამოიყენებოდეს ამ სადგურის ტექნიკური შესაძლებლობები და არსებული რეზერვები, უმჯობესდებოდეს შრომის ორგანიზაცია და მექანიზაცია, მალღებოდეს მუშაობის ინტენსიფიკაციის დონე.

თანამედროვე პირობებში განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს მახარისხებელი სადგურის მუშაობის მართვა ანუ ვაგონაკადების გადამუშავების ნაკადურობის უზრუნველყოფა, სარეგულირებელ ღონისძიებათა პარამეტრების შერჩევა (დადგენა) და მართვის ავტომატიზაცია (ნახ. 1).

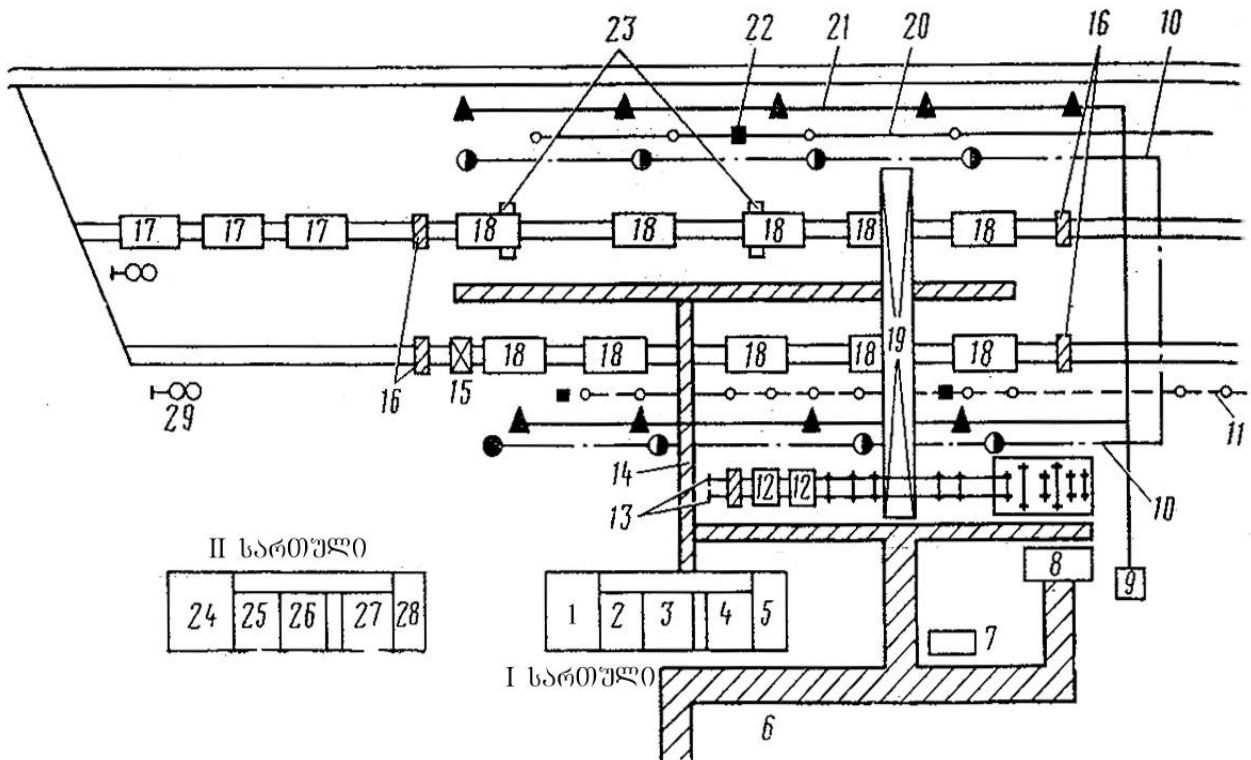
მახარისხებელ სადგურში სატვირთო ვაგონების მუშა პარკი, როგორც წესი, მოიცავს დატვირთულ, ცარიელ, სატრანზიტო და ადგილობრივ ვაგონებს. შესრულებული სატვირთო ოპერაციები შეიძლება იყოს ერთმაგი ან ორმაგი. ერთმაგი ოპერაციის დროს ვაგონის ბრუნვის სრული ციკლის პერიოდში მნიშვნელოვანი დრო იხარჯება ცარიელი რეისის შესრულებაზე, ხოლო ორმაგი სატვირთო ოპერაციის დროს, ბრუნვის სრული ციკლის პერიოდში, გამოირიცხება ვაგონის ცარიელი გარბენა, რის შედეგადაც დაჩქარდება ვაგონის ბრუნვა და შესაბამისად შემცირდება უშედეგოდ გაწეული საექსპლუატაციო ხარჯები. ამიტომ დიდი მნიშვნელობა აქვს ვაგონის დაცლის შემდეგ იმავე სადგურში დასატვირთად მის გამოყენებას.

საქართველოს რკინიგზაზე ორმაგი სატვირთო ოპერაციების განხორციელების დიდ შანსს იძლევა ფოთის და თბილისი-მახარისხებლის სადგურები. ორმაგი ოპერაციების მაქსიმალურად დანერგვის შემთხვევაში იზრდება ვაგონის მწარმოებლურობა და ლოკომოტივის მუშაობის საექსპლუატაციო მახასიათებლები, როგორც რაოდენობრივი ასევე ხარისხობრივი.

სატვირთო ოპერაციების წარმატებით შესრულებისთვის აუცილებელია სავაგონო პარკის მუდმივად გამართულ მდგომარეობაში შენახვა. ამ მიზნით მახარისხებელ სადგურთან ფუნქციონირებს ვაგონების მიმდინარე შეკეთების მექანიზირებული პუნქტი, რომლის აღჭურვაც თანამედროვე ტექნოლოგიით განაპირობებს ვაგონებში დაზიანებების აღმოფხვრას მინიმალურ დროში. პუნქტი უნდა მოიცავდეს შემდეგ მოწყობილობა-დანადგარებს (ნახ. 2).

მექანიზირებულ პუნქტში ვაგონების რემონტი მიზანშეწონილია განხორციელდეს ახალი დეტალებით ან წინასწარ გარემონტებულით ჩანაცვლების პრინციპით, რათა არ მოხდეს ვაგონების გაუთვალისწინებელი მოცდენა. მიმდინარე შეკეთებაში ვაგონი არ უნდა დაყოვნდეს 1–3 სთ-ზე მეტს.

გადაზიდვითი პროცესების სრულყოფის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მოძრავი შემადგენლობის (ლოკომოტივი, ვაგონი) გამართულობის მაღალი დონე და საიმედოობა.



ნახ. 2. მახარისხებელი სადგურის ვაგონების მიმდინარე ახსნითი შეკეთების მექანიზირებული პუნქტის სქემა

1. მექანიკური განყოფილება; 2. შედუღების უბანი; 3. ლითონის დასამუშავებელი უბანი;
4. საზეინკლო განყოფილება; 5. შრომის იარაღების განყოფილება;
6. ავტოტრანსპორტის მისასვლელი გზა; 7. საქვაბე; 8. მასალის და მარაგი ნაწილების საწყობი; 9. ქვესადგური; 10. ჰაერგამყვანი; 11. ურიკების სარემონტო პოზიცია;
12. ურიკების და წყვილთვლების მარაგის ლიანდაგი; 13. ასფალტირებული გზა;
14. მშთანთქმელი აპარატის დასაყენებელი ამწე; 15. ჩამკეტი ძელები; 16. სარემონტო ვაგონები; 17. ვაგონების სარემონტო პოზიციები; 18. ხარიხა ამწე;
19. ელექტროშედუღების ხაზი; 20. ძალური ელექტროხაზი; 21. შედუღების ტრანსფორმატორი; 22. დომკრატები; 23, 24, 25, 26, 27, 28. საყოფაცხოვრებო დანიშნულების ოთახები

გასული წლის ექვსი თვის სტატისტიკის მიხედვით ექსპლუატაციის პროცესში ელმავლების დაზიანებათა უმეტესი რაოდენობა წარმოადგენს ელექტროაპარატურის და წვევის ძრავების დაზიანებას (30–30 შემთხვევა), რაც შეადგენს საერთო დაზიანებათა 28%-ს. აღნიშნულის გამო მატარებელთა მოძაობა განახლდა 1 სთ-ზე მეტ დროში დამხმარე ლოკომოტივის გამოყენებით. მსგავსი შემთხვევები უარყოფითად აისახება ლოკომოტივების გამოყენების ისეთ ხარისხობრივ მაჩვენებელზე, როგორცაა ლოკომოტივის ბრუნვა, წყვილ მატარებელზე ლოკომოტივ-დღე-ღამის ხარჯი, ლოკომოტივის საშუალო სადღეღამისო გარბენა და მწარმოებლობა.

გასული წლის დროის იგივე პერიოდში სავაგონო მეურნეობაში მოძრავი შემადგენლობის დაზიანებათა უმეტესი რაოდენობა წარმოადგენს საბუქსე კვანძის და სამუხრუჭო სისტემის გაუმართაობას (35–15 შემთხვევა), რაც შეადგენს საერთო დაზიანებათა 45%-ს.

როგორც მოკლე ანალიზიდან ჩანს, საქართველოს რკინიგზის საექსპლუატაციო მუშაობაში დღეისათვის მეტად საყურადღებოა მოძრავი შემადგენლობის შეკეთებისა და ტექნიკური მომსახურების დაბალი დონე.

მოძრავი შემადგენლობის ტექნიკური დონის ამაღლების პარალელურად უკეთესი საექსპლუატაციო მაჩვენებლები მიიღება თუ მოხდება ვაგონების დატვირთულობის და მწარმოებლობის ამაღლება. დატვირთულობის მაქსიმალური გამოყენებით ტვირთიდან განხორციელდება მუშა პარკის ვაგონების მინიმალური რაოდენობით, რაც მოგვცემს სავაგონო პარკის ექსპლუატაციის მნიშვნელოვან გაუმჯობესებას და მატარებელთა მასის გაზრდისა და გადაზიდვის თვითღირებულების შემცირების საშუალებას. გარდა ამისა ვაგონების შემცირებული პარკით მუშაობა მახარისხებელ (და სხვა) სადგურებს საშუალებას მისცემს შექმნას განსაზღვრული რეზერვები გორაკის და გამწევი ლიანდაგების გადამუშავების უნარში, შეამციროს სამანევრო ლოკომოტივების რაოდენობა და სადგურის ლიანდაგების, განსაკუთრებით მახარისხებელი, საჭირო ტევადობა. რაც შეეხება ტვირთამწეობის და მწარმოებლობის ამაღლებას, იგი არ მოითხოვს დამატებით ტექნიკური დონისძიების გატარებას და საკმარისი იქნება

რიგი ორგანიზაციული საკითხების მოგვარება, როგორცაა: ვაგონში დატვირთვების რაციონალური განლაგება, ერთ ვაგონში მძიმეწონიანი და მსუბუქი ტვირთების შემჭიდროებული დატვირთვა და სხვა.

დასკვნა

საქართველოს რკინიგზის მუშაობის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების გაუმჯობესების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პარამეტრია ორმაგი სატვირთო ოპერაციების გაზრდა სარკინიგზო მაგისტრალის ძირითად მნიშვნელობაზე. ამავდროულად უნდა შეიქმნას სატვირთო სავაგონო პარკის ის რაოდენობა, რომელიც თავისი ტექნიკური მდგომარეობით უზრუნველყოფს შეუფერხებელ მოძრაობას მაქსიმალური დატვირთვის პირობებში.

გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა

1. ა. ჩხაიძე, გ. ჩხაიძე, გ. თელია - სარკინიგზო ტრანსპორტის მუშაობის სრულყოფისა და სადგურთა განვითარების აქტუალური პრობლემები; თბილისი; 2003. – 432 გვ.;
2. რ. მორჩილაძე, ა. შარვაშიძე, დ. გოგიშვილი - ვაგონების ტექნიკური მომსახურება და მიმდინარე შეკეთება; თბილისი; „ტექნიკური უნივერსიტეტი“; 2018წ.; 152 გვ.;
3. გ. თელია, დ. გოგიშვილი - დამხარისხებელ სადგურთა მუშაობის ტექნოლოგიური პროცესის სრულყოფა; სტუ-ს შრომები; №2 (413); 1997წ.; გვ 146-150.

Features Exploitation of iron ore in modern conditions

Roman Morchiladze, Jemal Morchiladze,

Vakhtangi Kopaleishvili

Abstract

The article deals with the work of the Tbilisi marshalling yard of the Georgian Railway in modern conditions. The possibility of efficient use of rolling stock (locomotives, wagons), as well as the use of a double cargo operation, in order to improve the turnover of the wagon and reduce operating costs, is considered.

Особенности эксплуатационной работы железной дороги

на современнот этапе

Роман Морчиладзе, Джемал Морчиладзе,

Вахтанგი Копалеишвили

Резюме

В статье изложены вопросы работы сортировочной станции Тбилиси Грузинской железной дороги в современных условиях. Рассмотрен возможность эффективного использования подвижного состава (локомотивов, вагонов), а также применя двойной грузовой операции, с целью улучшения оборота вагона и сокращения эксплуатационных расходов.

უაკ 629.113.004

**გამოყოფილ ზოლებში მომუშავე საქალაქო
ავტობუსების გადაზიდვების ეფექტურობის
ამაღლება გაჩერებებს შორის მანძილების
რაციონალურად დაგეგმვით
დავით ფრიდონაშვილი*, რევაზი რევაზიშვილი**,
ალექსი ჩიბირაშვილი*****

** ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*** მაგისტრანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

**** ბაკალავრი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №71, 0175,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში წარმოდგენილია საქალაქო ავტობუსების გადაზიდვების ეფექტურობის შემცირების ობიექტური და სუბიექტური მიზეზები. აღნიშნული პრობლემის გადასაჭრელად არსებულ ღონისძიებათა შორის უპირატესობა მინიჭებული აქვს საერთო სარგებლობის სამარშრუტო სატრანსპორტო საშუალებებისათვის სპეციალური ზოლების გამოყოფას. დასახელებულ პროცესში გასათვალისწინებელია მრავალი ფაქტორი და პარამეტრი, რომელთა შორისაც მნიშვნელოვანია დაგეგმილ გაჩერებებს შორის მანძილი. საკითხის ირგვლივ არსებული ლიტერატურის კვლევისა და ქ. თბილისში არსებულ მარშრუტებზე დაგეგმილ გაჩერებებს შორის მანძილების გაზომვების შემდეგ წარმოდგენილია რეკომენდაცია, რომლის განხორციელებაც მნიშვნელოვნად გაზრდის საქალაქო ავტობუსების გადაზიდვების ეფექტურობას.

საკვანძო სიტყვები: საქალაქო ავტობუსი, გამოყოფილი ზოლი, გაჩერებებს შორის მანძილი, გადაზიდვის ეფექტურობა.

შესავალი

მსოფლიოში და, რა თქმა უნდა, საქართველოშიც ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი დარგია ტრანსპორტი, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს გადაზიდვებზე მზარდ

მოთხოვნათა სრული, ხარისხოვანი და დროული დაკმაყოფილება. აღნიშნულ პროცესებში მნიშვნელოვანი ადგილი ეკუთვნის საავტომობილო ტრანსპორტის ისეთ სახეობას, როგორცაა საქალაქო ავტობუსები, რომელთა ტექნიკური განვითარება ხდებოდა და ხდება ზედმიწევნით ჩქარი ტემპებით. მიუხედავად მნიშვნელოვანი პროგრესისა, ტრანსპორტის აღნიშნულ ქვედარგს ფუნქციონირების პროცესში აქვს მნიშვნელოვანი პრობლემები, რომლებიც შეიძლება ორ ჯგუფად დაიყოს:

1. ობიექტური:

- მოსახლეობის გადაადგილებაზე მოთხოვნილების ზრდა;
- ინდივიდუალური ტრანსპორტის ინტენსივობის ზრდა;
- დისპროპორცია ავტომობილიზაციის ზრდის და საგზაო

ინფრასტრუქტურის განვითარების ტემპებს შორის და სხვა.

2. სუბიექტური:

- საგზაო-სატრანსპორტო კომპლექსის ორგანიზაციისა და მართვის სისტემის არასრულყოფილება;
- ქალაქის სატრანსპორტო სისტემის მართვის საკანონმდებლო ბაზა;
- ადამიანური ფაქტორების ნეგატიური გავლენა და სხვ.

ზემოთ დასახელებული პრობლემების გადასაჭრელად გამოქვეყნებულ ლიტერატურაში დასახულია მრავალი ღონისძიება, რომელთაგან, ჩვენის აზრით, მნიშვნელოვანია საგზაო-სატრანსპორტო ქსელის დატვირთვის შემცირება საერთო სარგებლობის სამარშრუტო სატრანსპორტო საშუალებებისათვის უპირატესობის მინიჭებით მოძრაობის პროცესში. ამისათვის კი საჭიროა სპეციალური ზოლების გამოყოფა დასახელებული მოძრავი შემადგენლობისათვის. ამიტომ აღნიშნული თემისადმი მიძღვნილი ყველა ნაშრომი აქტუალური და აუცილებელია.

ძირითადი ნაწილი

მთელი რიგი მეცნიერული კვლევებით დადასტურებულია, რომ საქალაქო ავტობუსების გადაზიდვების ეფექტურობის გაზრდის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი გზაა მათთვის სპეციალური ზოლების გამოყოფა. აღნიშნული პროცესი მოიცავს მრავალ ორგანიზაციულ-ტექნიკურ ღონისძიებას და საჭიროებს მნიშვნელოვან

ეკონომიკურ დანახარჯებს. ამიტომ მისი განხორციელებისას საჭიროა მრავალი ფაქტორისა და პარამეტრის გათვალისწინება, რომელთა შორისაც მეტად მნიშვნელოვანია დაგეგმილ გაჩერებებს შორის მანძილი (იხ. ცხრ. 1).

ცხრილი 1

საქალაქო ავტობუსების გამოყოფილ ზოლებში მოძრაობის სიჩქარის დამოკიდებულება დაგეგმილ გაჩერებებს შორის მანძილისგან

გაჩერებებს შორის მანძილი (კმ)	გაჩერებების რაოდენობა მარშრუტის 1 კმ-ზე	მოძრაობის სიჩქარე, კმ/სთ	
		გაჩერებაზე დგომის დრო 20 წმ	გაჩერებაზე დგომის დრო 30 წმ
0,40	2,50	29	26
0,80	1,24	40	35
1,61	0,62	55	50
2,41	0,43	68	61
3,22	0,31	71	65

დასახელებული სიდიდის ოპტიმალური მნიშვნელობის შერჩევას დასაკმაყოფილებელია ურთიერთსაწინააღმდეგო მოთხოვნები. მგზავრთა უკეთ მომსახურებისათვის საჭიროა დაგეგმილ გაჩერებებს შორის მანძილი იყოს რაც შეიძლება მცირე, ხოლო ავტოსატრანსპორტო საწარმოებისათვის კი მიზანშეწონილია აღნიშნული სიდიდის გაზრდა. დასახელებულ პრობლემას სხვადასხვა ქვეყნებში წყვეტენ სხვადასხვანაირად.

მაგალითად, ჩრდილოეთ ამერიკაში გამოყოფილ ზოლებში დაგეგმილ გაჩერებებს შორის მანძილი იცვლება 350 მ-დან 2200 მეტრამდე, აშშ-ში კი საშუალოდ შეადგენს 800...1600 მ-ს.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ყურადსაღებია ქ. თბილისის მერიის გადაწყვეტილება 10 სატრანზიტო დერეფნის გამოყოფის შესახებ.(3) ნაწილი დღეისათვის უკვე ამოქმედებულია, ნაწილი განხორციელების პროცესშია.

წარმოდგენილი პროექტის რეალიზაციის პროცესის ეფექტურობის დასადგენად და შესაბამისი რეკომენდაციების გაწევის მიზნით გამოყენებულ იქნა ჩვენს მიერ დამუშავებული მეთოდიკა, რომელიც ითვალისწინებს დატვირთული უბნების კვლევის საფუძველზე მიღებულ შედეგებს (1).

გამოყოფილი 10 დერეფანი (საავტომობუსო ზოლი) გადის 23 ქუჩაზე. ამათგან 15 ქუჩაზე (თამარაშვილის, დადიანის, გურამიშვილის გამზ., წერეთლის გამზ. და

სხვ.) გადის 1 ან 2 გამოყოფილი ზოლი, ხოლო 5 ქუჩაზე (ხიზანიშვილის, ლიუბლიანის, ჭავჭავაძის გამზ. და სხვ.) გადის 3 გამოყოფილი ზოლი. ყველაზე დატვირთული აღმოჩნდა სამი ქუჩა: რუსთაველის გამზირი (6 გამოყოფილი ზოლი), ვაჟა-ფშაველას გამზირი და უნივერსიტეტის ქუჩა 5-5 გამოყოფილი ზოლით. როგორც ზემოთ აღინიშნა, გამოყოფილ ზოლებში მომუშავე საქალაქო ავტობუსების ეფექტურობაზე მრავალი ფაქტორი მოქმედებს, რომელთაგან მნიშვნელოვანია დაგეგმილ გაჩერებებს შორის მანძილები. ამიტომ ჩვენს მიერ გაზომილ იქნა დასახელებულ სამ ქუჩაზე არსებულ დაგეგმილ გაჩერებებს შორის მანძილები. შედეგები წარმოდგენილია ცხრ. №2-ში.

ცხრილი 2

დაგეგმილ გაჩერებებს შორის მანძილების ინტერვალი (მ)	< 300	300...350	350...400	400...450	>450
მათი რაოდენობა	8	3	3	2	4
ხვედრითი წილი (%)	40	15	15	10	20

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დგინდება, რომ ქ. თბილისში აუცილებლად უნდა განხორციელდეს საქალაქო ავტობუსების დაგეგმილ გაჩერებებს შორის მანძილების კორექტირება.

დასკვნა

გამოყოფილ ზოლებში მომუშავე საზოგადოებრივი ტრანსპორტის გადაზიდვების ეფექტურობის ამაღლების მიზნით რეკომენდირებულია დაგეგმილ გაჩერებებს შორის მანძილი იყოს 600...800 მეტრის დიაპაზონში.

გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა

1. დ. ფრიდონაშვილი, ზ. ბოგველიშვილი, ნ. ბუთხუზი - გამოყოფილ ზოლებში მომუშავე საქალაქო ავტობუსების წევით-დინამიკური თვისებების გაუმჯობესება; ს/ტ ქურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“; თბილისი; №3, 2020წ., გვ. 40-44;
2. Придонашвили Д. - Методика создания характерного маршрута и ее конкретная реализация на примере г. Тбилиси; Н/т журнал «Транспорт»; Тбилиси; №3-4; 2008г.; с. 21-22;
3. <https://netgazeti.ge/news/477881/>

**Carriage efficiency improvement for city buses cruising in designated lanes
through rational planning of distances between stops**

Davit Pridonashvili, Revaz Revazishvili, Aleksi Chibirashvili

Abstract

External and internal reasons of city bus carriage efficiency reduction are presented in the article. Among the available measures intended for solving the mentioned problems a preference is given to allocation of special lanes for route vehicles of general use. In the mentioned process lots of factors and parameters have to be taken into account, among which the distance between stops is the most important. Following the research of available literature on the mentioned issue and measurement of distances between stops planned at the routes existing in Tbilisi the recommendation is made, fulfillment of which will substantially improve the city bus carriage efficiency.

**Повышение эффективности перевозок городскими автобусами,
работающими в выделенных полосах, путем рационального
планирования расстояния между остановками**

**Давид Придонашвили, Реваз Ревазишвили,
Алекси Чибирашвили**

Резюме

В статье представлены объективные и субъективные причины уменьшения эффективности перевозок городскими автобусами. Среди имеющихся для решения указанной проблемы мер предпочтение отдано выделению специальных полос для маршрутных транспортных средств общего пользования. В упомянутом процессе необходимо учесть множество факторов и параметров, среди которых самым важным является расстояние между остановками. После исследования существующей литературы по данному вопросу и измерения расстояний между остановками, запланированными на существующих маршрутах в г. Тбилиси, представлена рекомендация, выполнение которой существенно увеличит эффективность перевозок городскими автобусами.

УДК 629.113.004

Исследование влияния циклов нагружения тормозов автомобиля на экологичность

Варлам Лекиашвили*, Нино Топурия, Валери Джаджанидзе**,
Димитри Балахадзе*****

**Профессор, Грузинского технического университета;*

***Ассоциированный профессор, Грузинского технического университета;*

****Докторант, Грузинского технического университета*

**(Грузинский Технический Университет, ул. Костава №71, 0175,
Тбилиси, Грузия)**

Резюме: *Разработан метод определения количества вредных веществ, выделяемых при работе тормозным механизмом транспортного средства. Интенсивность износа ручек тормозного механизма определяют по количеству тормозов (циклических нагрузок). Определены закономерности распределения ресурса тормозных колодок и его параметры. Определение количества вещества, полученного в результате износа, основывалось на значениях начального снижения массы пробега на 1000 км.*

Ключевые слова: Тормозные накладки, количество торможения, выделяемое вещество, ресурсы накладок, надежность системы, интенсивность изнашивания.

Введение

При рассмотрении проблемных по экологической безопасности автомобилей, наряду вредных компонентов, выделяемых двигателями внутреннего сгорания, важное значение имеет так же вредные вещества, получаемые в следствии износа фрикционных накладок тормозные механизмов автомобилей. Это в первую очередь относится к автомобилям и автопоездам средней и большой грузоподъемности, которые составляют значительную часть транспортных потоков автомагистралей как пригородных так и междугородных и международных перевозках.

Основная часть

К силам, противодействующим движению автомобиля, относятся как естественные силы – силы сопротивления качению, воздуха, подъему и силы трения, возникающие агрегатах трансмиссии и двигателя автомобиля, - так и искусственные,

создаваемые тормозными механизмами для регулирования (снижения) скорости автомобиля или его экстремальной остановки – тормозные силы.

Тормозное действие естественных сил в обычных дорожных условиях сравнительно невелико, экспериментальных установлено, что при торможении автомобиля со скорости менее 100 км/ч, величина силы сопротивления качению колес, воздуха и трансмиси автомобиля не превышает 8-10% от полной силы сопротивления движению, которую можно создать при помощи колесных тормозов.

Наиболее эффективное торможение создается специальными тормозными механизмами, действующими на колеса автомобиля. При этом торможение автомобиля должно осуществляться так, чтобы максимальная эффективность достигалась одновременно с сохранением устойчивости и управляемости автомобиля. Эта задача решается путем определенного распределения тормозных сил между колесами и осями автомобиля. Оптимальным распределением тормозных сил по осям автомобиля считается такое, при котором в процессе торможения все колеса автомобиля одновременно доводятся до границы блокирования. Практически такой процесс торможения требует переменного соотношения тормозных сил в зависимости от дорожных условий, оцениваемых коэффициентом сцепления – ϕ .

Рабочие тормоза выполняются фрикционными, барабанного и дискового типа. Барабанные тормоза автомобилей изготавливаются с внутренним расположением двух колодок. Каждая колодка может быть установлена так, что силы трения на ее поверхности будут усиливать прижатие колодки к барабану при торможении. Тормозной момент, создаваемый каждой колодкой, будет определяться соотношением геометрических размеров тормозов и средним коэффициентом трения – и фрикционной пары. Для изготовления накладок применяется асбестовое волокно с наполнителями и связующим веществом. Технологически современные накладки автомобильных тормозов изготавливают преимущественно методом горячего формования из кротковолокнистого асбеста с различными наполнителями: окись цинка, железный сурик и др. В качестве связующего вещества используются синтетические смолы или каучук в комбинации с регенератом. Формование производится в пресформах при определенных давлениях и температурах, формование позволяет создавать накладки с переменной толщиной слоя, соответственно различной степени изнашивания накладки по дуге окружности колодки барабанного тормоза. Профилированные накладки обеспечивают наиболее экономное расходование фрикционных материалов, прочих производстве и рациональное использование накладок в эксплуатации.

Физико-механические качества фрикционных материалов оцениваются рядом показателей из которых важнейшим являются: коэффициент трения, износостойкость и теплостойкость.

Коэффициент трения должен быть достаточно высоким и стабильным (не ниже 0,37-0,40) некоторые материалы имеют высокие значения и достигающие 0,48. Что касается теплостойкости более стабильным коэффициент сохраняется в диапазоне температур до 200-230°C, с увеличением температуры наблюдается резкое падение коэффициента трения и момента T_m тормоза.

Перегрев тормозов вызывает необратимые процессы в материалах фрикционной пары: износостойкости тормоза, появление температурных трещин, изменение фракционных свойств тормоза и др. Испытания тормозов большегрузных автопоездов показали, что интенсивность износа после нагрева примерно 5 раз больше, чем в исходном состоянии (0,2 и 1,0 мм на 1000 км пробега).

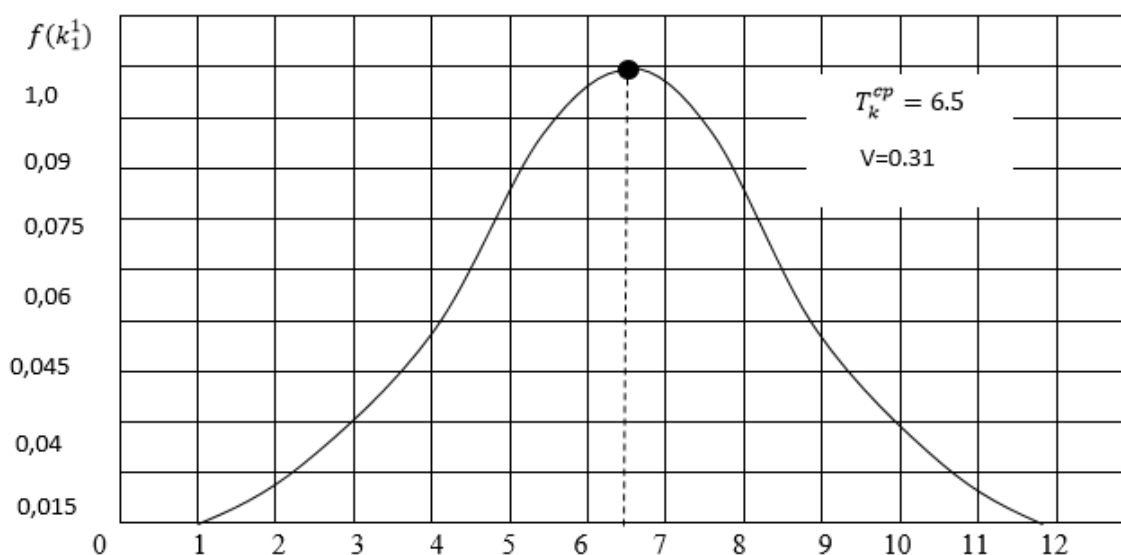


Рис. 1. Распределение циклов нагружения тормозов автопоездов, работающих на междугородних перевозках.

С целью определения циклов нагружения тормозов (количество торможения на км пробега автомобилей были выполнены специальные эксперименты на автопоездах работающих междугородних перевозках). Статистические данные по количеству торможения были обработаны и построены диаграммы их распределения (рис.1).

Обработки этих данных показали, что по нормальному закону распределения среднее значение количества торможения составляет 6,7 единиц с коэффициентным вариации $V=0,31$ и среднеквадратическим отклонением 2,77.

Анализ результатов по исследованию показателей надежности тормозных систем автомобилей с пневматическим приводом в указанных условиях эксплуатации показали, что ресурсы тормозных колодок распределены по закону Вейбула со средним значением $L_k=45$ тыс. км. и коэффициентов $V=0,42$ для породных тормозных механизмов и 52.0 тыс. км, $V=0,44$ для задних тормозных механизмов.

Как было указано выше, интенсивность износа при средней температуре нагрева тормозов составляет примерно $0,25$ мм на 1000 км пробега. При достижении предельного состояния, т.е. за ресурс колодки износ составит $L_k. 0,25$ мм. По данным результатов исследования – это около 80% от общей толщины колодок. По справочным данным вес колодки составляет $2,5-3,5$ кг. В перерасчете по износу мм-ах с учетом остаточного ресурса около 80% веса изнашивается и выделяется в наружу. Выделяется масса определяется следующим образом:

$$G = \frac{G_k \cdot P_k \cdot K_{пр}}{1000 (N_T)} \text{ кг} \quad (1)$$

Где S_k – вес одной колодки

P_k – количество колодок на автомобиле

$K_{пр}$ – процент износа от веса колодок

N_T – количество торможения за км. пробега

К примеру автомобиля тягача с полуприцепом Исследуемая величина будет:

$$G = \frac{2,5 \cdot 36 \cdot 0,8}{1000 (6500)} = 0,072 \text{ кг} \quad (2)$$

Заключение

Исследованием установлено, что один автомобиль тягач с полуприцепом, работающих на междугородных перевозках в результате износа тормозных накладок выделяет примерно 72 гр. вредных веществ за 1000 км пробега.

Литература

1. Филькин Н.М., Шаихов Р.Ф., Буянов И.П. (2016) Основы теории исследования эксплуатационных свойств автомобиля 242. Пермь;
2. Денисов, В. Н.; Рогалев, В. А. (2003) Проблемы экологизации автомобильного транспорта. 213. Санкт-Петербург: МАНЭБ;

3. Полуэктов, М. В.; Ревин, А. А. (2003) Исследование влияния АБС на ресурс тормозных цилиндров колес автомобиля, в кн.: Автомобильный транспорт в XXI веке: Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Нижний 130–131. Новгород: НГТУ;
4. «БЕЗОПАСНОСТЬ КОЛЁСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ» (2017) Материалы 99-й международной научно-технической конференции.

**Impact of vehicle braking system environment
Varlam Lekiasvili, Nino Topuria, Valeri Jajanidze,
Dimitri Balakhadze**

Abstract

A method for determining the amount of harmful substances released during operation by a vehicle brake mechanism has been developed. The intensity of wear of the brake mechanism knobs is determined according to the number of brakes (cyclic loads). The regularity of the resource distribution of the brake pads and its parameters are defined. The determination of the amount of substance obtained as a result of wear was based on the values of the initial weight reduction values of the mileage at 1000 km.

**ავტომობილების სამუხრუჭე სისტემის გავლენა ეკოლოგიურობაზე
ვარლამ ლეკიაშვილი, ნინო თოფურია, ვალერი ჯაჯანიძე,
დimitრი ბალახაძე
რეზიუმე**

დამუშავებულია ავტომობილის სამუხრუჭე მექანიზმის მიერ ექსპლუატაციის პროცესში გამოყოფილი მავნე ნივთიერებების რაოდენობის განსაზღვრის მეთოდი. დადგენილია სამუხრუჭე მექანიზმის ხუნდების ცვეთის ინტენსიურობა სამუხრუჭებათა რაოდენობის (ციკლური დატვირთვები) მიხედვით. განსაზღვრულია სამუხრუჭე ხუნდების რესურსის განაწილების კანონზომიერება და მისი პარამეტრები. ცვეთის შედეგად მიღებული ნივთიერება რაოდენობის განსაზღვრას საფუძვლად დაედო 1000 კმ-ზე გარბენის ხუნდების საწყისი წონის შემცირების მნიშვნელობები.

UDC 621.9

TO THE DYNAMIC RESEARCHER OF ELECTROMECHANICAL DRIVE WITH TAKING INTO ACCOUNT ELASTICITY OF LINKS IN THE MECHANICAL PART

Tornike Kapanadze*

** PhD Student of Georgian Technical University*

(Georgian Technical University №71, M. Kostava str., 0175, Tbilisi, Georgia)

Abstract: *Dynamic studies of modern high-speed electromechanical follow-up drives are coupled with taking into account of elastic properties of mechanical transmission elements that in turn, requires further improvement of the methods and methodologies of their dynamic researches. In the presented paper are considered methodological approaches and initial mathematical dependencies aimed further improvement of methods of dynamic studies of drive systems with elastic links in the mechanical part.*

Keywords: electromechanical system; drive; transmission function; characteristic equation; moment of inertia.

INTRODUCTION

In previous works [1, 2], the questions of dynamic research of control systems with absolutely rigid and elastic connections in the mechanical part were considered.

In this work, for research with an elastic mechanical part, an original methodology is proposed for a reasonable combination of the well-known theory of subordinate regulation, used in application to systems with absolutely rigid mechanical transmission, to systems with an elastic mechanical part, followed by analysis of the oscillatory component in the transient process of the system under study.

BASIC PART

On the Fig. 1 is presented the structural scheme of follow-up electromechanical drive, characterized by existence in the structure of system of two closed contours of adjustment of velocity and current and the mechanical part is approximated-mass dynamic system.

On the Fig. 1 are presented the following transmission functions: W_{np} – Π – position regulator; W_{pc} and W_{pr} – PI – velocity and current regulators; W_{M1} , W_{M2} and W_{21} – elastic mechanical part [4]; W_n and $W_{\phi e}$ – thyristor converter and motor, as well as also: C – constant, proportional to the magnet flow of motor: K_c , K_T and k_{on} – coefficients pf feedback transformations on velocity, on current and on position of working member.

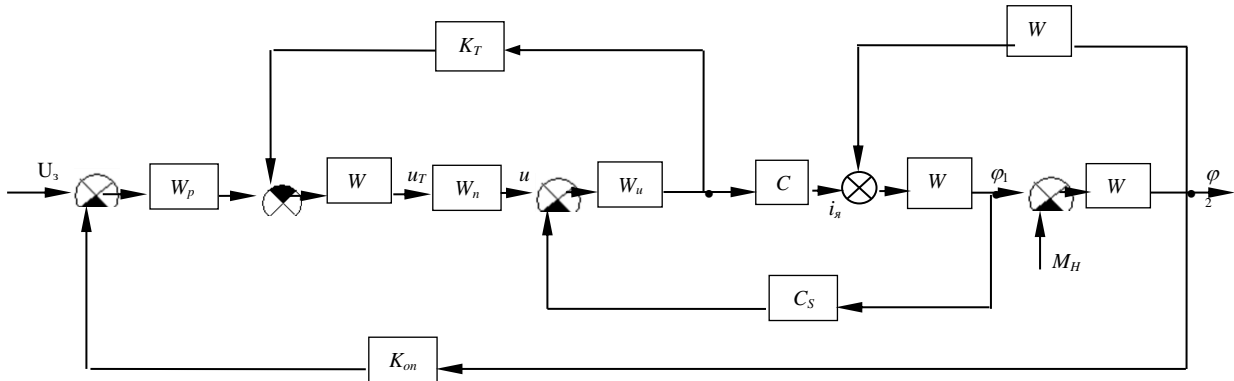


Fig. 1. Structural scheme of system

For the further researches accordingly to the works [3, 4] us proposed to apply the transformed structural scheme compiled with respect of coordinate $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$, where φ_1 and φ_2 – accordingly are the input and output coordinates of mechanical transmission of the drive under study.

The transformed structural scheme is presented on the Fig. 2, where

$$W_{\phi i} = I_2 s^2 + b_2 s ;$$

$$W_{pc} = K_{pc} \frac{1 + T_{pc} s}{T_{pc} s} ;$$

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

K_{pc} and T_{pc} – are the parameters of velocity PI-regulators,

W_{kmm} – is the transmission function of closed loop of current;

$I_\Sigma = I_1 + I_2$; $b_\Sigma = b_1 + b_2$; s – is the operator of Laplace transformations,

I_1 and I_2 – are the moments of inertia of the first and second concentrated masses;

c_{12} – are the stiffness coefficients,

b_1, b_2, b_{12} – are the coefficient pf viscous friction;

$\Sigma M_H = M_{H1} + M_{H2}$; M_{H1} and M_{H2} – are the moments from the dry friction forces [3].

Due the analysis of it is clear that internal contour of system in the whole represents the scheme of system with absolutely rigid mechanism, to that is possible to apply the methodology of selection of parameters of current and velocity closed loops accordingly to the known methodology of subordinate regulation [1, 2]. Accordingly of the mentioned the transmission function of the closed contour would be presented as

$$W_{kmi} \approx \frac{1}{K_m} \frac{1}{1 + 2\tau s}, \quad (1)$$

where: τ – is the thyristor transformation constant of time.

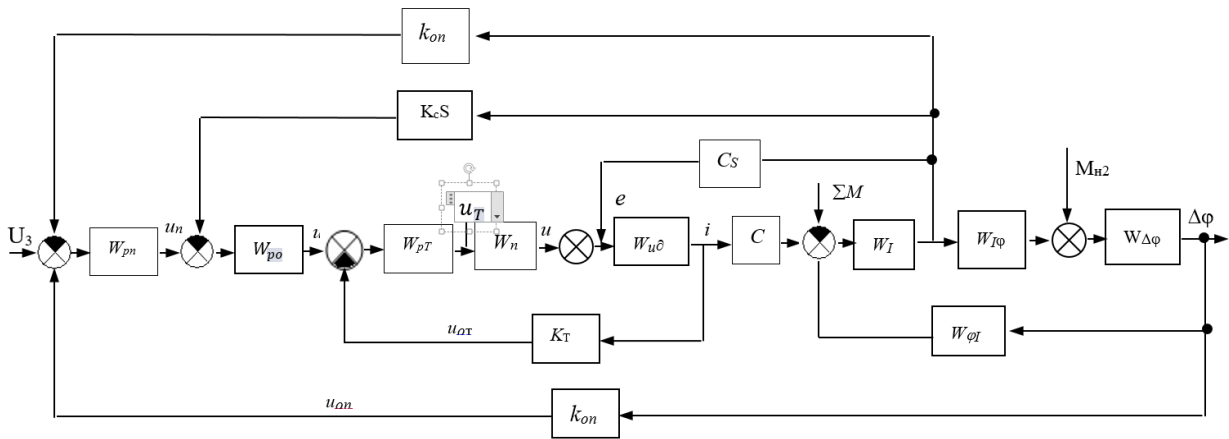


Fig. 2. Transformed structural scheme

Similarly by neglecting of term $b_{\Sigma} s$ in the transmission function W_l accordingly of the theory of synthesis of velocity contour on symmetrical optimum the transmission function is possible to represent as

$$W_{kc}(s) = \frac{\dot{\phi}}{U_n} = \frac{1}{K_c} \frac{1}{16\tau^2 s^2 + 4\tau s + b}.$$

In the works [4, 5] the structural scheme on Fig. 2 is presented as two-contour, in that the output coordinate of transmission function $W_{\phi i}$ is directed on input of system by additionally introduced transmission function

$$W_{og}^{(s)} = \frac{K_m(1 + 2\tau s)T_{pc}s}{C(T_{pc}K_{pc} + K_{pc})}. \quad (2)$$

In this case, the transfer function of the inner loop according to the obtained structural scheme will be expressed as:

$$W_{Bk} = \frac{K_n}{a_{B3}s^3 + a_{B2}s^2 + a_{B1}s + k_{on}K_n}, \quad (3)$$

where: $a_{B3} = 16 \frac{\tau^2}{K_c}$;

$$a_{B2} = 4 \frac{\tau^2}{K_c}$$

$$a_{B1} = \frac{1}{K_c}.$$

Let's turn to the transfer function of the entire system

$$W_0(s) = \frac{W_{Bk} W_{\Delta\varphi} W_{I\varphi}}{1 - W_{Bk} W_{\Delta\varphi} W_{on}} = \frac{M_{o\Delta\varphi}}{N_{o\Delta\varphi}}, \quad (4)$$

where: W_{on} – is the transfer function of the feedback loop in the system presented in Fig. 2 and it is expressed by the dependence:

$$W_{on}(s) = k_{on} + \frac{K_m(2\tau s + 1)(I_2 s^2 + b_2 s) T_{pc} s}{c K_n (T_{kc} s + K_{kc})}, \quad (5)$$

in that:

$$W_{mic} = \frac{T_{kc} B + K_{pc}}{T_{pc} B}$$

and

$$T_{kc} = K_{pc} T_{pc}.$$

It is known that one of the effective approaches to further improving the dynamic properties of the system under consideration, according to the works [1, 2, 5], is the introduction into the structure of the system of feedbacks on the coordinates and their derivatives of the mechanical part of drive.

In previous works, and in particular in the work [5], it was mentioned that using the considered two-loop system based on a combination of parametric synthesis of an internal closed loop with a frequency study of the characteristic equation of the system as a whole, it is possible to solve the problem of synthesizing the system under study.

In the presented paper, we consider the synthesis problem taking into account the feedback introduced into the structure of the system to the structure of the feedback system with the output function. In this case, the transfer function of the loop feedback will be expressed by the dependence

$$W_{o\delta} = W_{on} - k_{\Delta\varphi} \Delta\varphi. \quad (6)$$

After carrying out certain transformations, the expression of the characteristic equation

$$N_{o\Delta\varphi} = A_{x6} s^6 + A_{x5} s^5 + A_{x4} s^4 + A_{x3} s^3 + A_{x1} s + A_{x0}, \quad (7)$$

where the coefficients A_{xi} are specific functions of the parameters of the system under study.

Let's mention that gain coefficient of P – position regulator, K_n is present in the expressions A_{x0} , A_{x1} , A_{x2} and A_{x3} using the following dependencies

$$\begin{aligned} A_{x0} &= B_{x0}K_n; \\ A_{x1} &= B_{x1}K_n - C_{x1}; \\ A_{x2} &= B_{x2}K_n + C_{x2}; \\ A_{x3} &= C_{x3} - B_{x3}K_n; \end{aligned}$$

where: $B_{x0} = k'_{on}K_{pc}c_{12}$;

$$k'_{on} = k_{on} - k_{\Delta\varphi}\Delta\varphi;$$

$$B_x = k'_{on}T_{kc}c_{12} + k'_{on}b_{2\Sigma}K_{pc} - k_{on}b_2K_{pc};$$

$$B_{x2} = k'_{on}b_{2\Sigma} + k'_{on}I_2 - b_2T_{kc}k'_{on} - I_2K_{pc}k'_{on};$$

$$C_{x2} = a_{B1}c_{12}T_{pc} + a_{b1}b_2K_{pc} + a_{B0}c_{12}K_{pc};$$

$$C_{x3} = a_{B1}bT_{kc} + a_{B0}c_{12}T_{kc} - \frac{K_m}{c}d'_3;$$

$$B_{x3} = k_{on}I_2T_{kc}.$$

The research task would be simplified if the value τ is neglected in the expression W_{BK} , as is done in the work [1], and the transfer function is replaced by an approximate expression of the second order transfer function. In this case, in further research we use the expressions:

$$W_{0\Delta\varphi*} = (k_{on} - k_{\Delta\varphi}) + \frac{K_m(I_{2p}s^3 + b_{2T}s^2)}{a_{Tp}s + a_{kp}}, \quad (8)$$

and

$$W_{BK*} = \frac{K_n}{a_{B1}s^2 + a_{B1}s + k_{om}K_n}, \quad (9)$$

where: $I_{2p} = I_2T_{pc}$;

$$I_{2T} = I_2T_{pc};$$

$$a_{Tp} = cK_nK_{pc}T_{pc};$$

$$a_{kp} = cK_nK_{pc},$$

and the transfer function (9) is obtained on the basis of the integral approximation of the transfer functions W_{Bkx} and W_{BK} using the apparatus of the characteristics of imaginary frequencies [6].

Based on the above mentioned, the characteristic equation of the system would be written down as:

$$N_{0\Delta\varphi*} = s^5 + A_{a1}s^4 + A_{a2}s^3 + A_{a3}s^2 + A_{a4}s + A_{a5}. \quad (10)$$

Further, due the selection of the exponential that is necessarily present in equation (10), let's transfer to the analysis of the 4th order characteristic equation

$$N_{0\Delta\varphi*} = s^4 + A_{a1*}s^3 + A_{a2*}s^2 + A_{a3*}s + A_{a4*}, \quad (11)$$

and using the laws stated in the work [7], dependencies would be used for approximate calculations of the parameters of basic vibrational component.

$$\varepsilon_* \approx \frac{\Delta_{n-1}}{2A_{a1}[A_{a2} - 4A_{a4} + A_{a1}A_{a3}]}; \quad (12)$$

$$\omega_*^2 \approx \frac{A_{a2}A_{a1}}{A_{a1}A_{a2} - A_{a3}}, \quad (13)$$

where

$$\Delta_{n-1} = A_{a3}(A_{a1}A_{a2} - A_{a3}) - A_{a1}^2A_{a4}; \quad (14)$$

ε – is the attenuation coefficient, and

ω is the frequency of oscillations.

To determine more accurate values of ε and ω , we transfer to the frequency equations of real $U(\varepsilon, \omega)$ and imaginary $V(\varepsilon, \omega)$ frequency characteristics obtained using equality (9), in that the desired values of ε and ω are corrected by searching for increments $\Delta\omega$ and $\Delta\varepsilon$ in the vicinity of the approximate values of ε_* and ω_* obtained above, i.e. according to expressions $\varepsilon = \varepsilon_* + \Delta\varepsilon$ and $\omega = \omega_* + \Delta\omega$.

CONCLUSION

Based on the carried out studies, the necessary mathematical dependencies were obtained, original dynamic models and methodological approaches necessary for dynamic studies of considered regulation systems are proposed.

REFERENCES

1. Mikhailov O.P. Automated electric drive of machine tools and industrial robots. Moscow: Mashinostroenie, 1990, -304 p. (In Russian).
2. Mikhailov O.P. Dynamics of electromechanical drive of metal cutting machine tools. Moscow: Mashinostroenie, 1969, -224 p. (In Russian).
3. Mchedlishvili T.F., Kapanadze T.V., Talakvadze M.G., Chitaishvili V.A. Research of dynamics of electromechanical drive considering the elasticity in the mechanical part//Transport and Machinebuilding № 3(46), Tbilisi, 2019, pp. 51-56. (In Russian).
4. Mchedlishvili T.F., Kiria V.I., Romanadze I.R., Goletiani G.s. On issue of dynamics of electromechanical part//Proceedings of International Conference “Innovative Technologies and materials” Tbilisi, 24-27 October 2011, pp. 80-86.
5. Mchedlishvili T., Surmava Z., Goletiani G., Chitaishvili V., Kipiani T., Kobakhidze L. [To the study of dynamics of electromechanical drive systems with elastic constraints and backlash joints in the mechanical part](#)//Problems of Mechanics, № 3(76), Tbilisi, 2019, pp. 31-38.

6. Mchedlishvili T., Kashibadze M., Kapanadze T., Marsagishvili L., Amkoladze Kh. To optimization synthesis of follow-up drive with elastic links in mechanical part// Proceedings 2016, The International Scientific Conference on Mechanics, 2016, Tbilisi, 2016, pp. 105-110.
7. Analysis and optimal synthesis on computer of control system. Under editorship of A.A.Voronov and I.A Orurk. Moscow: Nauka. 1984. -344 p. (In Russian).
8. Khlipalo E.I. Non-linear systems of automatic regulation (analysis and design). Under editorship of E.P. Popov. Leningrad: Energy, 1967, -450 p. (In Russian).

К ДИНАМИЧЕСКОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА С УЧЕТОМ УПРУГИХ ЗВЕНЬЕВ В МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Торнике Капанაძე

Резюме

Динамические исследования современных электромеханических следящих приводов сопряжены с учетом упругих свойств механических передаточных элементов, что, в свою очередь, требует дальнейшего совершенствования методов и методик их динамических исследований. В настоящей работе рассматриваются методологические подходы и исходные математические зависимости, направленные на дальнейшее совершенствование методов динамических исследований систем приводов с упругими связями в механической части.

მექანიკურ ნაწილში დრეკადი რგოლების მქონე ელექტრომექანიკური

ამბრავის დინამიკური კვლევისადმი

თორნიკე კაპანაძე

რეზიუმე

თანამედროვე ელექტრომექანიკური მოთვალთვალე ამბრავების დინამიური კვლევები გაკეთებულია მექანიკური გადაცემის ელემენტების დრეკადი თვისებების გათვალისწინებით, რაც თავის მხრივ, მოითხოვს მათი დინამიური კვლევების მეთოდების შემდგომ სრულყოფას. მოცემულ ნაშრომში განიხილება მეთოდოლოგიური მიდგომები და საწყისი მათემატიკური დამოკიდებულებები, რომლებიც მიმართულია მექანიკურ ნაწილში დრეკადი რგოლების მქონე ამბრავთა სისტემების დინამიური კვლევების მეთოდების შემდგომი სრულყოფისაკენ.

УДК 621.9

Утилизация полимерных корпусов твердотопливных ракет с использованием экологически чистой технологии

Мераб Швангирадзе*, Гиორგი Цабадзе***, Рамили Зуაკიшვილი**,
Гиви Санадзе**

**Профессор, Грузинский технический университет*

***Ассоциированный профессор, Грузинский технический университет*

****Докторант, Грузинский технический университет*

(Грузинский технический университет, ул. Костава, №71, 0175,
Тбилиси Грузия)

Резюме: *Целью работы является создание эффективного технологического процесса утилизации полимерных корпусов твердотопливных ракет. На основе анализа литературных данных разработаны проекты режущих инструментов, для разделения полимерных корпусов твердотопливных ракет, которые в последствии были изготовлены в лаборатории № 501 департамента Грузинского Технического Университета. В частности запроектированы и изготовлены экспериментальная дисковая фреза со вставным зубом с напаянной твердосплавной пластинкой, дисковая фреза с крепящимися по периферии многозубыми секторами из быстрорежущей стали, а также плазмотрон косвенного действия, для резки диэлектрических материалов.*

Ключевые слова: Утилизация, твердотопливная ракета, резание, экологически чистые технологии, режущие инструменты, полимерный корпус.

ВВЕДЕНИЕ

Способы разделения материалов, применяемые на практике многочисленны. Выбор того или иного способа зависит от конкретной производственной задачи и условий дальнейшей обработки. В процессе разработки технологий разделения изделий способами механической обработки материалов резанием первоочередной задачей является изучение стойкости режущих инструментов и определение силовых параметров резания того или иного материала.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В нашем случае основными исследуемыми способами являются процессы разделения дисковыми пилами, абразивными кругами и плазменной горелкой. В связи с этим, задачей экспериментального исследования является резание дисковыми пилами с твердосплавными режущими элементами, при том, из разных металлокерамических инструментальных материалов, пилами из быстрорежущей стали, абразивными и алмазными отрезными кругами, а также посредством плазмотрона.

Проектирование режущих инструментов проводилось с использованием программы AutoCAD. Изготовление запроекториванных инструментов осуществлялось на металлорежущих станках. В частности использовались токарный, горизонтально-фрезерный, сверлильный, шлифовальный станки. Стойкостным экспериментам и следовательно исследованию, как правило подвергаются разные инструментальные материалы. В последующем на основе сравнительного анализа результатов экспериментальных данных были подобраны оптимальные варианты инструментального материала и режимов резания. При конструировании инструмента учитывалось также силы резания. Это особенно важно при проектировании инструментов с прерывистым резанием. Одним из условий высокопроизводительной работы режущего инструмента является правильный выбор материала для его изготовления. К инструментальным материалам предъявляют следующие требования: высокие механические свойства, высокая износостойкость, высокая теплостойкость. Для дисковых отрезных инструментов применяют в основном следующие инструментальные материалы: быстрорежущие стали, металлокерамические твердые сплавы, абразивные материалы, природные и искусственные алмазы. Как известно быстрорежущие стали бывают вольфрамовые (P18, P12, P9) и вольфрамомолибденовые (P6M3, P9M4, P6M5 и др.). Ранее проведенные исследования показали, что в инструментах с циклической нагрузкой, т.е. при прерывистых процессах резания хорошо зарекомендовала себя вольфрамомолибденовая сталь P6M5. Металлокерамические твердые сплавы используются преимущественно для оснащения резцов, сверл, зенкеров, разверток и сравнительно редко для фрез. Это вызвано тем, что они отстают по прочности и ударной вязкости от быстрорежущих сталей. Однако у них выше твердость и следовательно износостойкость, а также красностойкость, что позволяет работать скоростями на порядок выше в сравнении с быстрорежущей сталью. Это обстоятельство существенно повышает производительность обработки и улучшает динамические показатели

прерывистых процессов резания. Данное преимущество особенно ощутимо при резании нетвердых материалов. Сказанное диктует целесообразность проведения стойких экспериментов по фрезерованию полимерного материала твердсплавными режущими элементами. Известно, что твердые сплавы бывают однокарбидные и двухкарбидные. Сплавы, содержащие наибольшее количество кобальта обладают более высокой вязкостью. По этому целесообразно испытывать одно и двухкарбидные твердые сплавы с повышенным содержанием кобальта, такого типа как ВК8, ВК10, Т14К8, Т5К10. Абразивные материалы бывают естественного или искусственного происхождения. В настоящее время для широкого применения в основном используют искусственные абразивы. Шлифовальные круги, в том числе отрезные диски, изготавливают со связанными зёрнами. В большинстве случаев применяется

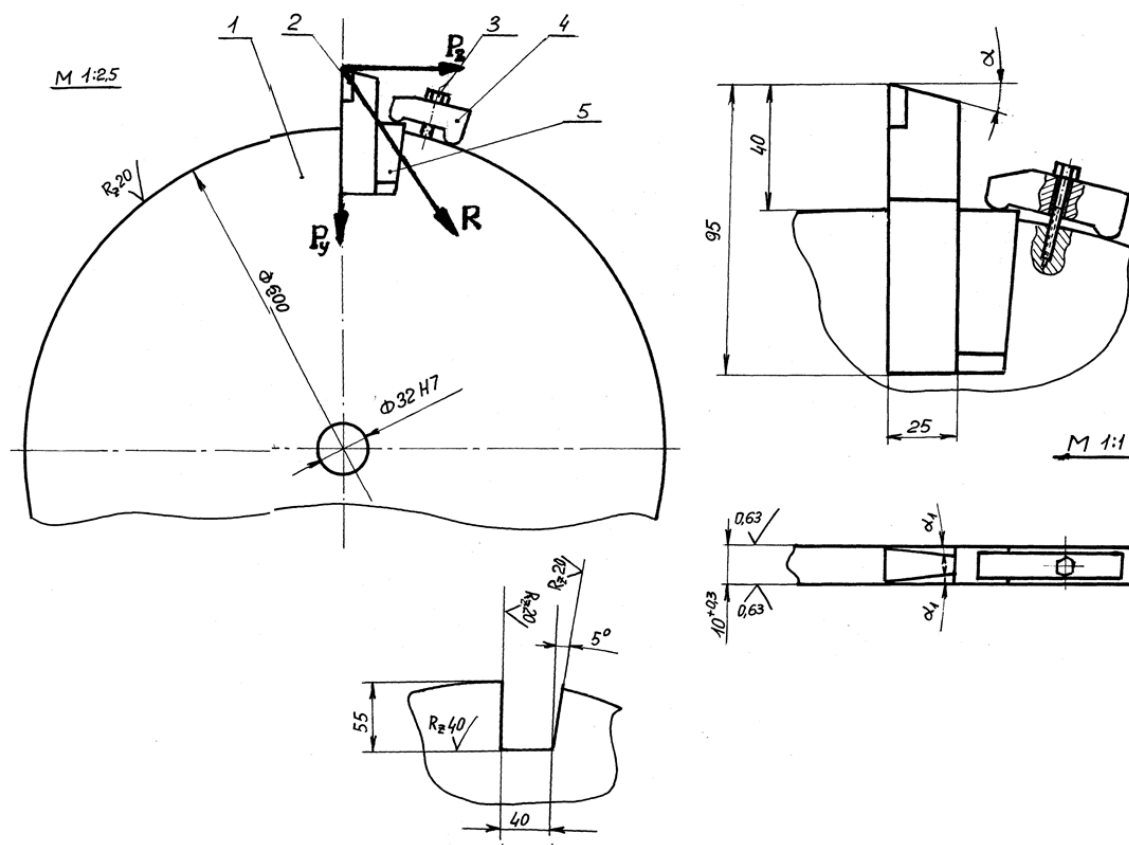


Рис. 1. Проект экспериментальной дисковой пилы

электрокорунд. В нашем случае проведен эксперименты такого типа отрезным кругом. Алмазы применяют для оснащения лезвийных и абразивных режущих инструментов. Алмазы отличаются исключительно высокой твердостью и износостойкостью, что позволяет обработку цветных металлов и пластмасс на высоких скоростях резания. Обладая высокой твердостью алмазы отличаются повышенной хрупкостью, что

ограничивает область их применения. Изучение процесса резания алмазным кругом полимерного материала, также является одной из задач наших исследований.

При проектировании режущих инструментов, в особенности инструментов с механическим креплением режущих элементов важное значение приобретает правильное определение сил резания, действующих в зоне стружкообразования обрабатываемого материала. Срезаемая стружка давит на переднюю поверхность, в то время как на заднюю поверхность резца действует сравнительно небольшая нормальная сила упругого воздействия поверхности резания. Можно констатировать, что сила резания затрачивается:

- на упругую деформацию снимаемого слоя и обработанной поверхности;
- пластическую деформацию снимаемого слоя и обработанной поверхности;
- трение между стружкой и передней поверхностью, а также между задней поверхностью резца и обработанной поверхностью;
- отрыв стружки от обрабатываемого материала.

При практическом изучении сил резания их рассматривают в виде составляющих, действующих в наиболее интересующих нас направлениях:

R_z - главная составляющая действующая в направлении вектора главного рабочего движения;

R_y - радиальная составляющая действующая нормально к обработанной поверхности;

R_x - осевая сила, действующая в направлении подачи.

Следует отметить, что в процессе отрезки изделий дисковыми пилами осевая сила практически отсутствует т.к. подача осуществляется перпендикулярно главной режущей кромки. Поэтому составляющая R_x нами не будет учитываться (рис.1).

Как отмечалось выше перед нами стоит задача разработки технологического процесса разделения полимерных корпусов твердотопливных ракет на небольшие фрагменты, которые позволяют их дальнейшую химическую переработку. Т.к. разделяемый корпус имеет внушительные размеры ($\Phi=2500\text{мм}$ $l=7000\text{мм}$), то не исключается надобность применения разных способов разделения материала на отдельных стадиях технологического процесса. По этому мы исследуем резание дисковыми пилами, абразивными кругами и плазменной горелкой.

Установление оптимального варианта конструкции дисковой пилы ведется на основании исследовательской работы. Она включает в себя проведение стойкостных экспериментов по определению оптимальных режимов обработки и подборе

эффективного инструментального материала для изготовления зубьев инструмента. С этой целью нами запроектирована и изготовлена дисковая экспериментальная пила. Пила имеет специальный паз для механического крепления режущего элемента т.е. зуба. При исследовании твердосплавных металлокерамических пластин заранее изготавливается нож на котором припаивается пластинка исследуемой марки. Исследованиям подвергнуты однокарбидные твердые сплавы ВК8, ВК10, ВК20 и двухкарбидные сплавы Т14К8,

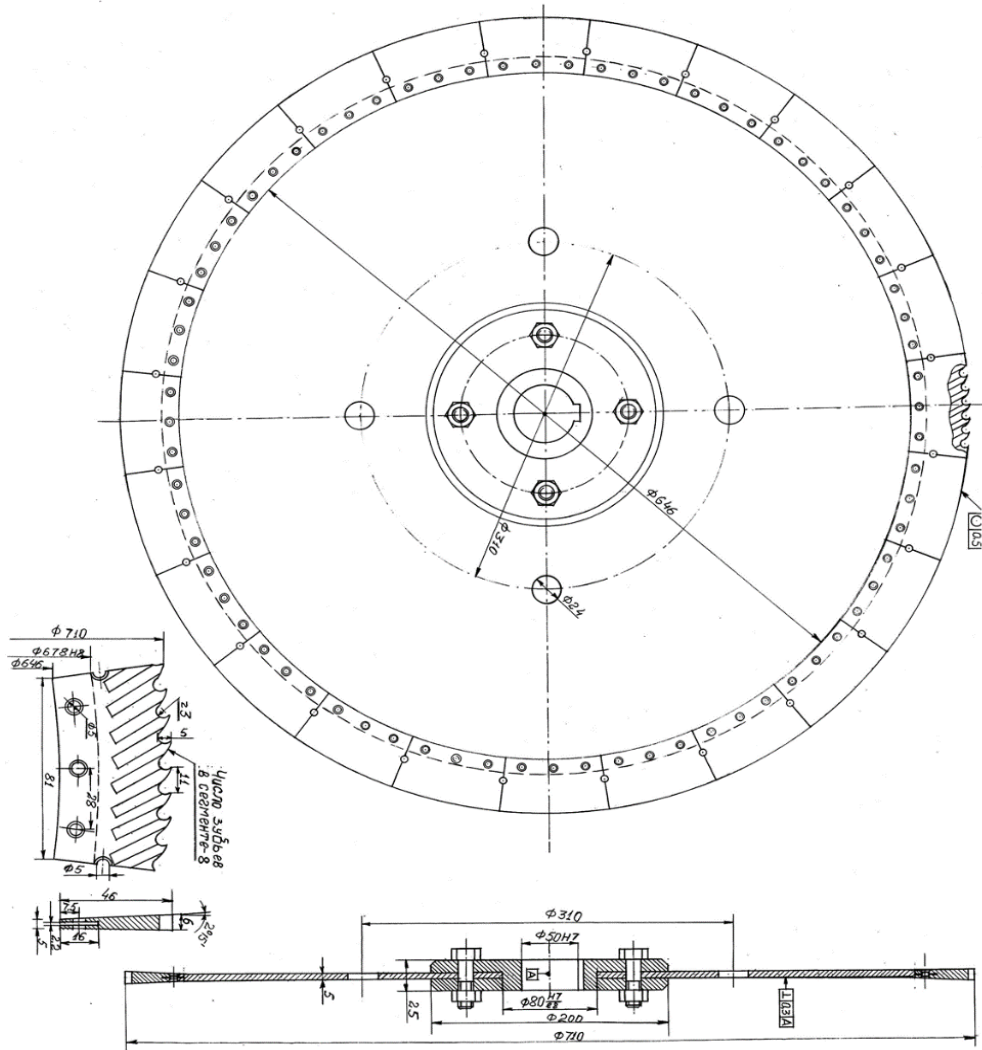


Рис. 2. Проект пилы с быстрорежущими секторами

T15K6. Так как промышленностью производятся режущие многозубые секторы из быстрорежущей стали К6М5, то нами запроектирована (рис.2) и изготовлена фреза-пила оснащенная указанными быстрорежущими секторами (рис.3).



Рис.3. Пила с быстрорежущими секторами

Как было отмечено для разработки оптимального технологического процесса следует исследовать разные способы разделения полимерных корпусов РДТТ. По этому наряду резки дисковыми пилами мы намерены исследовать резку абразивным отрезным кругом из искусственного корунда и алмазным кругом. Были модернизированы плазменно-дуговые горелки для резки неметаллических материалов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведена работа по проектированию, изготовлению и подготовке режущих инструментов для разделения полимерных корпусов РДТТ. Указанными инструментами будут проводиться эксперименты по определению стойкости и установлению оптимальных режимов резания полимерного материала.

Литература

1. Солоненко, В. Г. Резание металлов и режущие инструменты. Издательство: ИНФРА-М. ISBN:978-5-16-015247-9.414 ст. 2019.
2. А.М. Вульф., Резание металлов. МАШГИЗ. Москва., Ленинград., 1985.

3. П.Г. Петруха., Резание конструкционных материалов, режущие инструменты и станки. Москва., «Машиностроение». 1984.
4. В.Н. Бакуль., Основы проектирования и технология абразивного и алмазного инструмента. Москва., «Машиностроение». 1988.

Utilization of polymer bodies of solid propellant Rockets using ecologically friendly technology

Merab Shvangiradze, Giorgi Tsabadze, Ramili Zukakishvili, Givi Sanadze

Abstract

Projects of cutting tools have been developed for conducting experiments to study the methods of cutting polymer bodies of solid propellant rockets, which were subsequently manufactured in the laboratory of the Mechanical Engineering № 501 Department of the Georgian Technical University. In particular, an experimental disk milling cutter with a false tooth with a brazed hard-alloy blade, a disk milling cutter with multi-toothed high-speed steel sectors attached along the periphery, as well as an indirect plasmatron for cutting dielectric materials were designed and manufactured.

მყარსათბობიანი რაკეტების პოლიმერული კორპუსების უტილიზაცია

ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიის გამოყენებით

მერაბ შვანგირაძე, გიორგი ცაბაძე, რამილი ზუკაკიშვილი, გივი სანაძე

რეზიუმე

კომპიუტერი მასალებისაგან დამზადებული მყარსათბობიანი რაკეტების კორპუსების ჭრის მეთოდების შესასწავლად შემუშავებულია მჭრელი იარაღების პროექტები, რომლებიც მათი შემდგომში დამზადების მიზნით და ექსპერიმენტების ჩასატარებლად. სამუშაოები შესრულდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის № 501 დეპარტამენტის ლაბორატორიაში. კერძოდ დაპროექტდა ექსპერიმენტული დისკო საფრეზე საჭრელი კბილით, გამაგრებული მყარი შენადნობის პირით, დისკოს საფრეზე საჭრელი მრავალკბილიანი მაღალსიჩქარიანი ფოლადის სექტორებით დამაგრებული პერიფერიის გასწვრივ. ასევე შეიქმნა არაპირდაპირი მოქმედების პლაზმატრონი დიელექტრიკული მასალების ჭრისთვის.

უაკ 621.9

**მყარსათბობიანი რაკეტების პოლიმერული კორპუსების
ჭრის ოპტიმალური რეჟიმების და მჭრელი იარაღის
მუშაობის ხანგამძლეობის ექსპერიმენტული კვლევა
მერაბ შვანგირაძე*, რამინ ზუკაკიშვილი**, გივი სანაძე**,
გიორგი ცაბაძე*****

**პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

***ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

****დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

**(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №71, 0175,
თბილისი, საქართველო)**

რეზიუმე: კვლევის ობიექტებს წარმოადგენს მყარსათბობიანი რაკეტების პოლიმერული კორპუსების ჭრის ოპტიმალური რეჟიმების და მჭრელი იარაღის მედეგობის ექსპერიმენტული კვლევა ოპტიმალური ტექნოლოგიური პროცესების და იარაღის მუშაობის ხანგამძლეობის დადგენის მიზნით. დისკური ხერხით მასალების ჭრის ექსპერიმენტალური კვლევა მიმდინარეობდა, სხვადასხვა ინსტრუმენტალური მასალებისგან დამზადებული, დისკოზე ჩამაგრებული ერთეულოვანი საჭრისით (კბილით). საჭრისის მასალად შერჩეული იყო სხვადასხვა მარკის სწრაფმჭრელი ფოლადები და სალი შენადნობები.

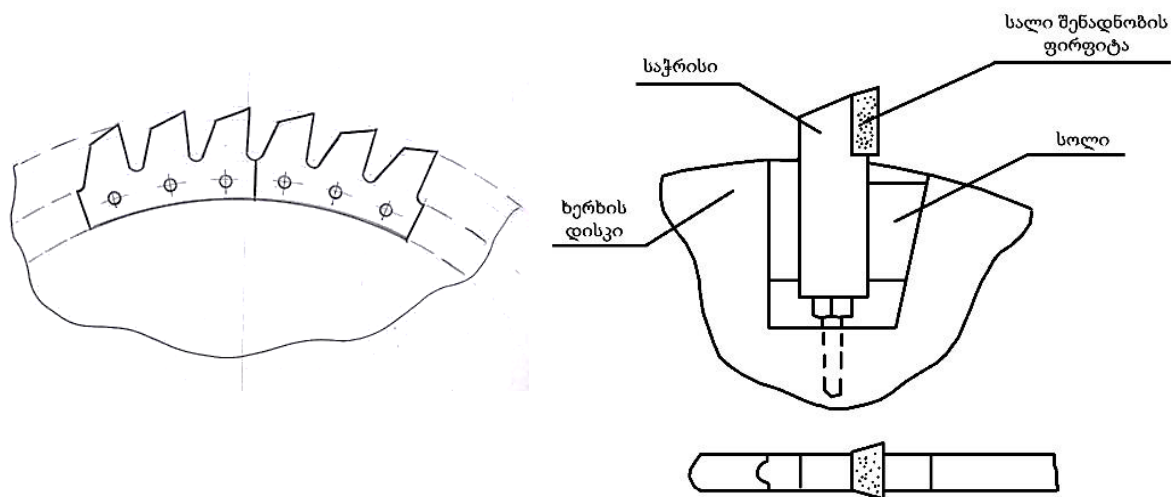
საკვანძო სიტყვები: პოლიმერული კორპუსები, ხანგამძლეობა, მედეგობა, სწრაფმჭრელი ფოლადები, სალი შენადნობები, ჭრა, დანაწილება.

მასალების ამა თუ იმ ხერხით ჭრის პროცესების კვლევისას ძირითად მიმართულებად მიჩნეულია მედეგობის ექსპერიმენტების ჩატარება. აღნიშნული ექსპერიმენტები შესაძლებელს ხდის დადგინდეს დამუშავების ოპტიმალური რეჟიმები და მჭრელი იარაღის ხანგამძლეობა, რაც საბოლოო ჯამში ტექნოლოგიური პროცესების ოპტიმიზაციის კრიტერიუმებს განსაზღვრავს. მჭრელი იარაღის მედეგობის ექსპერიმენტული კვლევა მიმდინარეობდა

სხვადასხვა მარკის სწრაფმჭრელი ფოლადებისა და სალი შენადნობისაგან დამზადებული დისკური ხერხის ერთი კბილით (საჭრისით). მედეგობის ექსპერიმენტები ჩატარდა ექსპერიმენტის დაგეგმვის მეთოდის გამოყენებით, რომელიც ჩატარებული ექსპერიმენტების ნომინალური რაოდენობისას, ცვლადი სიდიდეების და გამომავალი პარამეტრების მნიშვნელობების ფართო ველის შევისწავლის საშუალებას გვაძლევს. ექსპერიმენტების ჩატარებისათვის გამოყენებული იქნა 6M-83G და 675 მოდელის ჰორიზონტალური საფრეზო ჩარხი, ხოლო საჭრისის ცვეთის სიდიდე იზომებოდა БМИ – 1Ц მოდელის უნივერსალური ციფრული მიკროსკოპის საშუალებით.

ძირითადი ნაწილი

მჭრელი იარაღის ხანგამძლეობის განსაზღვრა მისი მედეგობის ექსპერიმენტალური კვლევის საშუალებით წარმოდგენილი ნაშრომის ძირითადი ნაწილია. ასეთი ექსპერიმენტები საკვლევი მასალების დამუშავების ოპტიმალური რეჟიმების დადგენის შესაძლებლობას გვაძლევენ.



სურ. 1. ხერხის დისკში საჭრისების ჩამაგრების სქემები

ჩვენს შემთხვევაში შესწავლის ობიექტია სწრაფმჭრელი ფოლადებისა და სალი შენადნობებისგან დამზადებული დისკური ხერხები. მედეგობის ექსპერიმენტები მყარსათბობიანი სარაკეტო ძრავების პოლიმერული კორპუსების

ფრეზირებით ცალკეულ ნაწილებად დანაწევრების პროცესებს ითვალისწინებდა. ფრეზირირება ჩატარდა 6M-83G მოდელის ჰორიზონტალურად საღარავი ჩარხზე, ექსპერიმენტული ერთობილიანი საჭრისის გამოყენებით, რომელშიც სხვადასხვა მასალის კბილები მექანიკურად მაგრდება და რიგრიგობით გამოიცდება ვინაიდან პოლიმერული მასალის ჭრისას დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება ტოქსიკური ხასიათის მტვერი, ჰორიზონტალურად საღარავი ჩარხი აღიჭურვა გამწოვი მოწყობილობით. საირადო მასალების ხარჯის შემცირების მიზნით, წინასწარი შერჩევითი გამოცდების ანალიზის საფუძველზე გამოირკვა რომ დამუშავების სხვა დასხვა რეჟიმებზე უკეთესი მახასიათებლები ექნებათ სწრაფმჭრელი ფოლადებიდან P6AM5, ხოლო სალი შენადნობის მასალებიდან BK8.

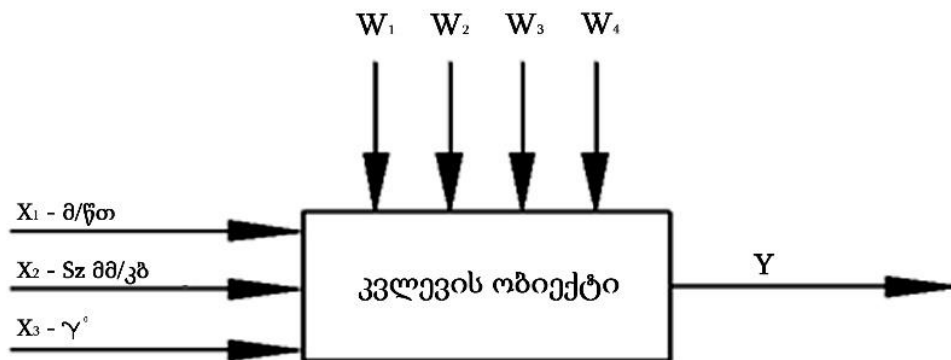


სურ. 2. რაკეტის კორპუსის ფრაგმენტის ფრეზირირება

სწრაფმჭრელი ფოლადის პირები დამზადებულია სტანდარტული მრავალკბილიანი დისკური ხერხების სექტორებისგან. მყარი შენადნობის საჭრისები მზადდება VK8 ფირფიტების რჩილვით საჭრისის სხეულზე, რომელიც შემდგომში მაგრდება ხერხის დისკში სოლის მეშვეობით (სურ.1.). მყარსათბობიანი

რაკეტების პოლიმერული კორპუსის ფრაგმენტის ფრეზერირების პროცესი ჰორიზონტალურად სადარავ ჩარხზე (სურ. 2.).

მყარსათბობიანი რაკეტების პოლიმერული კორპუსების ფრეზირებით დანაწევრების პარამეტრების ოპტიმიზაციის მიზნით გამოყენებული იქნა ექსპერიმენტულ-სტატიკური მეთოდი, სადაც მოქმედი ფაქტორებია: X_1 - ჭრის სიჩქარე, X_2 - მიწოდება ცალკეულ კბილზე, X_3 - მჭრელი სოლის წინა კუთხე კუთხე. ფუნქცია Y - არის ცვეთა საჭრელი სოლის უკანა ზედაპირზე. სურ.3. მოდელის კიბერნეტიკული



სურ. 3. კვლევის კიბერნეტიკული სისტემის მოდელი

სქემა [1], სადაც W_1, W_2, W_3, W_4 არის ცალკეული შემთხვევით ცვალებადი პარამეტრები, რომლებიც ჩვენს შემთხვევაში პროცესზე გავლენას არ ახდენენ ამიტომ მათ უგულველყოფენ. შერჩეული ფაქტორები მათი ზღვრული მნიშვნელობებით წარმოდგენილია ცხრილის 1 სახით.

ცხრილი 1

№	ფაქტორის დასახელება	ზღვრული მნიშვნელობები		ფაქტორები
		ზედა	ქვედა	
1	ჭრის სიჩქარე V მ/წთ	300	150	X_1
2	კბილზე მიწოდება S მმ/კბილ	0,65	0,25	X_2
3	საჭრისის წინა კუთხე γ^0	15^0	$0,00^0$	X_3

ვანგარიშობთ სრულფაქტორიანი ექსპერიმენტის N საჭირო რაოდენობას და ვადგენთ დაგეგმვის მატრიცას:

$$N = n^k = 2^3 = 8$$

სადაც: n – დონეების რაოდენობაა; k – ფაქტორების რაოდენობა.

სრული ფაქტორული ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცა იღებს ფორმას (ცხრილი 2)

ცხრილი 2

ფაქტორები		X ₁	X ₂	X ₃	Y		
ძირითადი დონე	X _i	225	0.45	7.5			
ვარიანების ინტერვალი	P _i	75	0.2	7.5			
ზედა დონე	+1	300	0.65	15			
ქვედა დონე	-1	150	0.25	0.00			
ცდის შედეგები							
ცვლადების კოდური აღნიშვნა		\tilde{X}_1	\tilde{X}_2	\tilde{X}_3	ჭრა I ექსპერ.	ჭრა II ექსპერ.	საშუალო არითმეტ.
ცდის №							
1		-1	-1	-1	0	0.20	0.235
2		+1	-1	-1	0,23	0.26	0.245
3		-1	+1	-1	0.785	0.815	0.800
4		+1	+1	-1	0.501	0.469	0.485
5		-1	-1	+1	0.24	0.28	0.234
6		+1	-1	+1	0.27	0.30	0.285
7		-1	+1	+1	0.587	0.589	0.588
8		+1	+1	+1	0.470	0.500	0.485

ექსპერიმენტების შედეგები მუშავდება ეტაპობრივად:.

1. გავიანგარიშება მათემატიკური მოდელის განტოლების კოეფიციენტები

$$\hat{Y} = b_0 + b_1\tilde{X}_1 + b_2\tilde{X}_2 + b_3\tilde{X}_3 \quad (1)$$

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N Y_u = 0.4196; \quad b_1 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N \tilde{X}_{1u} Y_u = -0.0446; \quad b_2 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N \tilde{X}_{2u} Y_u = +0.170$$

$$b_3 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N \tilde{X}_{3u} Y_u = -0.0216 \quad (2)$$

რეგრესიის ხაზოვანი განტოლება კოეფიციენტების მიღებული მნიშვნელობების გამოყენებით იღებს ფორმას:

$$\hat{Y} = 0.4196 - 0.446\tilde{X}_1 + 0.170\tilde{X}_2 - 0.0216\tilde{X}_3$$

2. შემდგომი რეგრესიული ანალიზის განხორციელების მიზნით აუცილებელია გეგმის წერტილებში ჰომოგენურობის შეფასება კოჰნერის კრიტერიუმით:

$$G_{pac.} = \frac{S_{max}^2}{N} = \frac{0.00245}{0.004836} = 0.5066$$

სადაც: S_{max}^2 -- დისპერსიის მაქსიმალური მნიშვნელობა

S_u^2 -- დისპერსიის ჯამური მნიშვნელობა

რადგან $G_{mad.} = 0.6798 < G_{pac.} = 0.5066$ გამოდის, რომ გამოთვლილი მნიშვნელობა არ აღემატება ცხრილისას.

აქედან გამომდინარე, ჩვენ გვაქვს ერთიანი დისპერსია. მაშინ ასეთი შედეგების შემდგომი დამუშავება სავსებით შესაძლებელია.

2. აუცილებელია რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტების მნიშვნელოვნების შემოწმება სტიუდენტის კრიტერიუმის მიხედვით.

$$|b_i| > tS_b = t \frac{S_{soc}}{\sqrt{8}} = 2.306 \times \frac{0.02459}{2.828} = 0.020$$

სადაც: $t = 2.306$ - სტიუდენტის კრიტერიუმის ცხრილის მნიშვნელობა.

$S_{soc} = 0.02459$ - განმეორებადობის დისპერსია.

ოთხივე (b_0, b_1, b_2, b_3) კოეფიციენტი აღემატება კრიტიკულ მნიშვნელობებს, ამიტომ ისინი მნიშვნელოვანია.

3. რეგრესიის განტოლების ადეკვატურობის შემოწმება ფიშერის კრიტერიუმით:

$$F = \frac{S_{adex}^2}{S_{soch.}^2} = \frac{0.0241}{0.0006045} = 39.87 \quad (5)$$

გამოთვლილი მნიშვნელობა $F = 39.87 > F_{\text{მარ.}} = 3,84$ აღემატება ცხრილის მნიშვნელობას. აქედან გამომდინარე, ხაზოვანი მოდელი არ არის ადეკვატური განსახილველი შემთხვევისთვის. ამიტომ საჭიროა არაწრფივ მოდელზე გადასვლა. ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები საშუალებას გვაძლევს გადავიდეთ არაწრფივ მოდელზე, რისთვისაც აუცილებელია გეგმის გაფართოება დაგეგმვის მატრიცაზე არაწრფივი წევრების დამატებით: $\tilde{X}_1\tilde{X}_2, \tilde{X}_1\tilde{X}_3, \tilde{X}_2\tilde{X}_3, \tilde{X}_1\tilde{X}_2\tilde{X}_3$. შემდეგ სრული ფაქტორული ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცა ასე გამოიყურება (ცხრ. 3).

ცხრილი 3

ცდის №	გეგმა			$\tilde{X}_1\tilde{X}_2$	$\tilde{X}_1\tilde{X}_3$	$\tilde{X}_2\tilde{X}_3$	$\tilde{X}_1\tilde{X}_2\tilde{X}_3$	\bar{Y}	\hat{Y}
	\tilde{X}_1	\tilde{X}_2	\tilde{X}_3						
1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	0.235	0.2347
2	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	0.245	0.2449
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	0.800	0.8001
4	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	0.485	0.4851
5	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	0.234	0.2339
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	0.285	0.2849
7	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	0.588	0.5881
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0.485	0.4851

არაწრფივი განტოლების აგებისას, ადრე განსაზღვრულ კოეფიციენტებთან ერთად, საჭიროა ახალი კოეფიციენტების შემოღება, რომლებიც განისაზღვრება მატრიცის დამატებული სვეტებიდან. ახალი კოეფიციენტები განისაზღვრება მსგავსი ფორმულებით (2), მხოლოდ პარამეტრები აღებულია დამატებული სვეტებიდან. ამრიგად, არაწრფივი განტოლებას აქვს ფორმა:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1\tilde{X}_1 + b_2\tilde{X}_2 + b_3\tilde{X}_3 + b_{12}\tilde{X}_1\tilde{X}_2 + b_{13}\tilde{X}_1\tilde{X}_3 + b_{23}\tilde{X}_2\tilde{X}_3 + b_{123}\tilde{X}_1\tilde{X}_2\tilde{X}_3$$

არაწრფივი განტოლება ახალი კოეფიციენტების განსაზღვრის შემდეგ იღებს ფორმას:

$$\hat{Y} = 0.4196 - 0.0446\tilde{X}_1 + 0.170\tilde{X}_2 - 0.021\tilde{X}_3 - 0.0599\tilde{X}_1\tilde{X}_2 + 0.0316\tilde{X}_1\tilde{X}_3 -$$

$$-0.0314\tilde{X}_2\tilde{X}_3 + 0.0214\tilde{X}_1\tilde{X}_2\tilde{X}_3$$

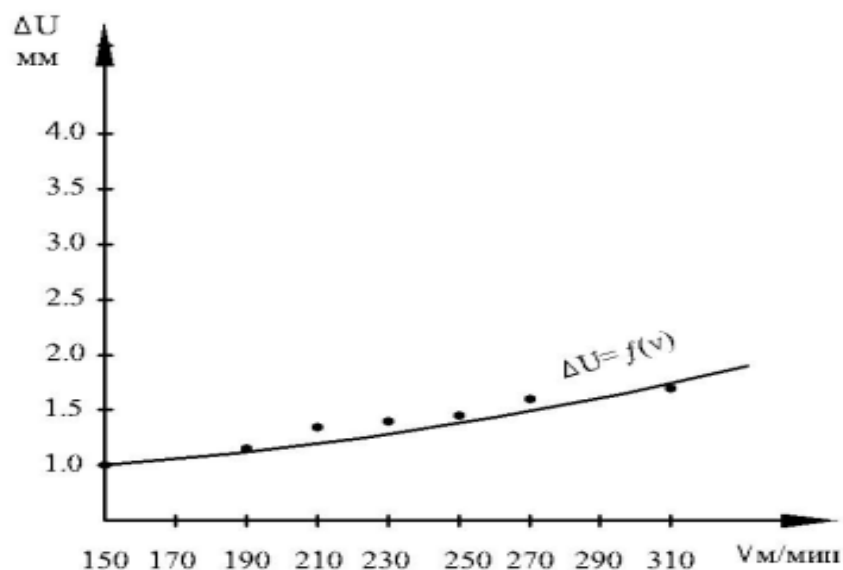
ეს განტოლება აგებულია არჩეული ფუნქციების კოდირებული მნიშვნელობების გამოყენებით. ცვლადებს შორის რეალური ურთიერთობის დასამყარებლად, შესაბამისი ფუნქციონალური დამოკიდებულებებისა და ნახაზების გრაფიკების დასადგენად აუცილებელია დაშიფრული განტოლების ბუნებრივ განტოლებაში გადაყვანა. ამისათვის ჩვენ ვიყენებთ დამოკიდებულებას [2]:

$$\tilde{X}_i = \frac{X_i - X_i^{(0)}}{P_i}$$

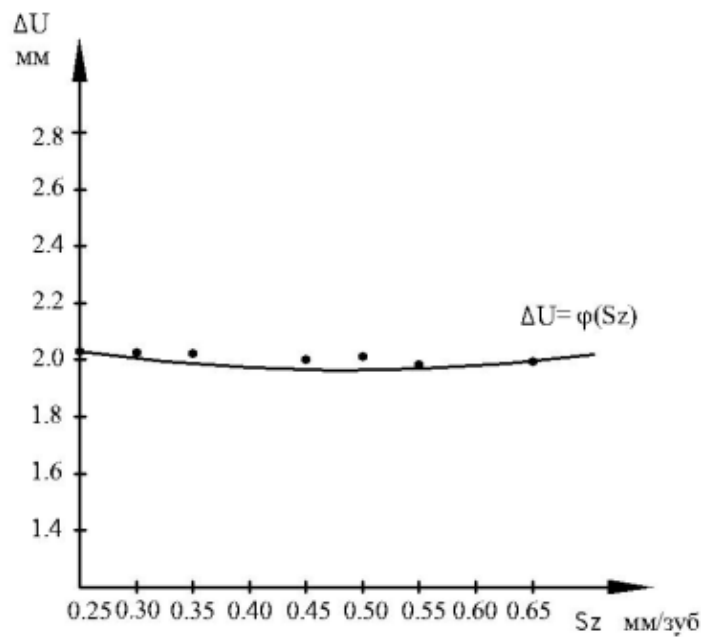
საბოლოო ფორმით კოეფიციენტების დასადგენად შესაბამისი გამოთვლების განხორციელების შემდეგ, ვიღებთ არაწრფივი რეგრესიის განტოლებას ცვლადების ბუნებრივი მნიშვნელობებით:

$$Y = 0.1757 + 0.0090X_1 + 2.8473X_2 + 0.0735X_3 - 0.00060X_1X_2 - 0.00030X_1X_3 - 0.2543X_2X_3 + 0.0002X_1X_2X_3$$

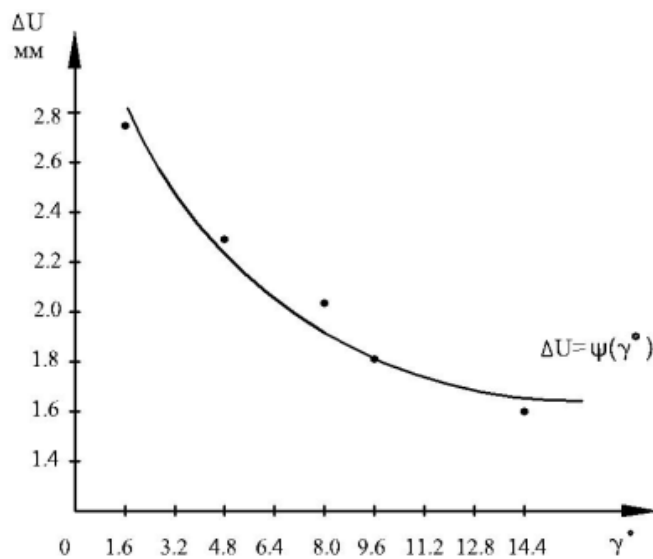
მიღებული განტოლება საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ ურთიერთკავშირი და ავაგოთ ცვეთის გრაფიკები ჭრის სიჩქარეზე, ერთეულოვან კბილზე მიწოდების და საჭრისის კუთხის სიდიდეზე დამოკიდებულებით. (სურ. 4, სურ. 5, და სურ. 6).



სურ. 4. ცვეთის ცვლილება ჭრის სიჩქარეზე დამოკიდებულებით (P6AM5)



სურ. 5. ცვეთის ცვლილება კბილის მიწოდებაზე დამოკიდებულებით (P6AM5)



სურ. 6. ცვეთის ცვლილება წინა კუთხეზე დამოკიდებულებით (P6AM5)

ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების გრაფიკებში ცვეთა აღინიშნება ΔU .

დასკვნა

ნაშრომში მოცემულია მყარსათბობიანი რაკეტების პოლიმერული კორპუსების დანაწევრების მეთოდების ექსპერიმენტალური კვლევა ოპტიმალური

ტექნოლოგიურ პროცესების დადგენის მიზნით. კერძოდ, ფრეზერირება დისკური ხერხით, რომელიც აღჭურვილი იყო სწრაფმჭრელი ფოლადის და სალი შენადნობის საჭრისებით. ექსპერიმენტის დაგეგმვის მეთოდის გამოყენებით მიღებულ იქნა საჭრისების მედეგობის მაჩვენებლები რის საფუძველზეც აგებული იქნა. შემაჯამებელი გრაფიკები. მიღებულმა შედეგებმა აჩვენა, რომ ხანგამძლეობის თვალსაზრისით საუკეთესოა BK8 სალი შენადნობისგან დამზადებული ფირფიტებიანი საჭრისები სწრაფმჭრელი ფოლადისგან P6AM5 დამზადებულ საჭრისებთან შედარებით. BK8-ის მედეგობა რამდენჯერმე აღემატება P6AM5-ის მედეგობას. მიღებული მონაცემები შესაძლებელია გამოყენებული იქნას მყარსათბობიანი რაკეტების პოლიმერული კორპუსების დანაწევრების დანადგარის დაპროექტებისა და საწარმოო ეგზემპლიარის დამზადებისათვის.

გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა

1. И.Г. Зедгенидзе, Введение в планирование эксперимента. Тбилиси, ГПИ, 1983;
2. Е.Н. Львовский, Статистические методы построения эмпирических формул. Москва, «Высшая школа» 1988;
3. А.М. Кучер, М.М. Киватицкий, А.А. Покровский, Металлорежущие станки, Ленинград «Машиностроение»; 1982.

Experimental study of optimal cutting modes of solid polymer missile bodies and durability of cutting weapons

Merab Shvangiradze, Ramin Zukakishvili, Givi Sanadze,

Giorgi Tsabadze

Abstract

The paper presents an experimental study of the methods of separation of polymer bodies of solid heat rockets in order to determine the optimal technological processes. In particular, milling with a disc saw, which was equipped with cutters for high-speed steel and Sally alloy. Using the experimental planning method, the shear strength indices were obtained

on which they were built. Summary schedules. The results obtained showed that. In terms of durability, plate cutters made of VK8 Sally alloy are the best compared to cutters made of high-speed steel P6AM5. The resistance of VK8 is several times higher than the resistance of P6AM5. The obtained data can be used for the design of the partitioning unit of polymer shells of solid-state rockets and for the production of production copies.

**Экспериментальное исследование оптимальных режимов резания
полимерных корпусов твердотопливных ракет и
долговечности работы режущего инструмента**

**Мераб Швангирадзе, Рамин Зукакишвили, Гиви Санадзе,
გიორგი Цაბაძე**

Резюме

В работе представлены экспериментальные исследования методов разделения полимерных корпусов твердотопливных ракет с целью определения оптимальных технологических процессов. В частности, фрезерование дисковой пилой, которая была оснащена фрезами из быстрорежущей стали и твердосплавными пластинами. Методом экспериментального планирования были получены показатели стойкости на основе которых были построены сводные графики. Полученные результаты показали, что по долговечности пластинчатые фрезы из сплава VK8 являются лучшими по сравнению с фрезами из быстрорежущей стали P6AM5. Стойкость VK8 в несколько раз превышает стойкости P6AM5. Полученные результаты могут быть использованы для проектирования оборудования разделения полимерных корпусов твердотопливных ракет и изготовления серийного экземпляра.

უაკ 621.9

ჰიდრავლიკური დარტყმის მოვლენა მილსადენებში

ალექსანდრე ყაველაშვილი*

*დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №71, 0175,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ჰიდრავლიკური დარტყმების მოვლენა, მისგან გამოწვეული დაზიანების თავიდან აცილების გზები. აღნიშნულია რომ, ტექნიკაში ცნობილია ისეთი სასარგებლო მოდელები, რომლებიც განეკუთვნებიან ჩამკეტ-მარეგულირებელ არმატურას და გამოიყენებიან წყლისა ან სხვა დენადი ან აირისმაგვარი გარემოს ჩაკეტვის ან ნაკადის რეგულირებისათვის. თითოეულ მათგანს გააჩნია დადებითი და უარყოფითი მხარეები, ჩამკეტი ელემენტებისა და ამძრავის თვისებებიდან გამომდინარე. მაღალი თუ დაბალი ფუნქციური შესაძლებლობები, ამძრავი სახსრულ ბერეკეტული მექანიზმის რთული ან მარტივი კონსტრუქცია მნიშვნელოვანია ნაკადის რეგულირებისათვის შედარებით ფართო დიაპაზონში, მაგრამ უმნიშვნელოვანესია სითხის რაოდენობის მარეგულირებელი მოწყობილობების განხილვისას ჰიდრავლიკური დარტყმების მოვლენის განხილვა და შესაბამისად, მისგან გამოწვეული დაზიანების თავიდან აცილება.

საკვანძო სიტყვები: ჰიდრავლიკური დარტყმა, სისტემა, მილსადენი, კონსტრუქცია.

შესავალი

როგორც ცნობილია, მრეწველობა მოიცავს სხვადასხვა მნიშვნელოვან სამრეწველო პროცესებს, რომლებიც დაკავშირებულია ადამიანის სხვადასხვა საქმიანობასთან. მნიშვნელოვანია და აუცილებელი ინდუსტრიის განვითარება, რა თქმა უნდა ტექნიკური აღჭურვილობის დონის ამაღლებით ხარისხიანი პროდუქციის მისაღებად. ამჟამად, ძნელი წარმოსადგენია სამრეწველო წარმოების განვითარება ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების გამოყენების გარეშე, რომლებსაც აქვთ გამორჩეული თვისებების კომპლექსი. მრეწველობა -

კაცობრიობის გააზრებული საქმიანობაა, რომელიც მიმართულია არსებული პროცესების შექმნისა და გარდაქმნისაკენ. ბიზნესიც ერთგვარი ინდუსტრიაა, რადგან ბიზნესის ძირითად მიმართულებას სამრეწველო კომპლექსთან დაკავშირებული მომსახურებისა და საქონლის გაყიდვის საკითხები წარმოადგენენ, როგორც მსოფლიო ეკონომიკის მთავარი განვითარებადი კლასტერი.

ძირითადი ნაწილი

თანამედროვე მანქანათმშენებლობის განვითარების ეტაპზე წარმოიშვა მოთხოვნა კვლევის თანამედროვე მეთოდების დამუშავების, სრულყოფილი მექანიზმების პროექტირების და დანერგვის შესახებ.

ტექნიკაში ცნობილია სასარგებლო მოდელები, რომლებიც განეკუთვნებიან ჩამკეტ-მარეგულირებელ არმატურას და გამოიყენებიან წყლისა ან სხვა დენადი ან აირისმაგვარი გარემოს ჩაკეტვის ან ნაკადის რეგულირებისათვის. თითოეულ მათგანს გააჩნია დადებითი და უარყოფითი მხარეები, ჩამკეტი ელემენტებისა და ამძრავის თვისებებიდან გამომდინარე. მაღალი თუ დაბალი ფუნქციური შესაძლებლობები, ამძრავი სახსრულ ბერეკეტული მექანიზმის რთული ან მარტივი კონსტრუქცია მნიშვნელოვანია ნაკადის რეგულირებისათვის შედარებით ფართო დიაპაზონში, მაგრამ უმნიშვნელოვანესია სითხის რაოდენობის მარეგულირებელი მოწყობილობების განხილვისას ჰიდრავლიკური დარტყმების მოვლენის განხილვა და შესაბამისად, მისგან გამოწვეული დაზიანების თავიდან აცილება.

მიღებში ჰიდრო-დარტყმა აღქმულია, როგორც მოვლენა, რომლის დროსაც მათში არსებული სითხე მოულოდნელად ჩერდება და სისტემაში წნევის მკვეთრმატებას იწვევს, რასაც თან ახლავს დარტყმის მსგავსი ხმამაღალი ხმა. მიუხედავად იმისა, რომ ეს არის მოკლევადიანი მოვლენა, მისი შედეგები შეიძლება იყოს ძალიან საშიში, განსაკუთრებით მოძველებული მილების შემთხვევაში, რომლებსაც ეწურება მომსახურების ვადა. მილსადენში ჰიდრავლიკური დარტყმის გაჩენა იწვევს მილსადენების, ტუმბოების და აღჭურვილობის განადგურებას, ბზარების წარმოქმნას და გარემოს დაზიანებებს.

დარტყმის ტალღის გავრცელებისა და სარქველის დახურვის დროიდან გამომდინარე, შეიძლება აღინიშნოს ფიდრავლიკური დარტყმის ორი ტიპი:

- სრული ჰიდრავლიკური დარტყმა, რომლის დროსაც დარტყმითი ტალღა მოძრაობს მილსადენში სითხის ნაკადის საწყისი მიმართულებით საპირისპირო მიმართულებით. მისი გადაადგილების შემდგომი მიმართულება დამოკიდებულია მილსადენის ელემენტებზე, რომლებიც მდებარეობს დახურულ სარქველამდე. ასევე შესაძლებელია დარტყმითი ტალღის განმეორებითი გავლის რამდენიმე ციკლი წინ და საპირისპირო მიმართულებით. სრული დარტყმა ხდება მაშინ, როდესაც სარქველის ან სხვა ჩამკეტი სარქველის დახურვის დრო ნაკლებია დარტყმითი ტალღის მოძრაობის დროზე.
- არასრული ჰიდრავლიკური დარტყმა, რომლის დროსაც დარტყმითი ტალღის წინა მხარე არა მხოლოდ ცვლის მისი მოძრაობის მიმართულებას საპირისპირო მიმართულებით, არამედ ნაწილობრივ გადის შემდგომში არასრულად დახურულ სარქველში. არასრული დარტყმა ხდება მაშინ, როდესაც სარქველის დახურვის დრო აღემატება დარტყმითი ტალღის მოძრაობის დროს.

რაოდენობრივად ჰიდრავლიკური დარტყმის მოვლენა მეცნიერმა ნ.ე.ჟუკოვსკიმ აღწერა. მისი ფორმულის მიხედვით შესაძლებელია გამოვითვალოთ წნევის ცვალებადობა სითხეში, გამოწვეული ნაკადის სიჩქარის მყისიერი შეცვლისას;

$$\Delta P_j = pa\Delta v ;$$

სადაც, p - სითხის სიმკვრივეა კგ/მ³; a -სითხით სავსე მილსადენში ტალღის გავრცელების სიჩქარე მ/წმ. ეს თანაფარდობა ეხება მხოლოდ დროის პერიოდს, როდესაც ხდება დინების სიჩქარის ცვლილება. თუ ის წარმოიქმნება დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით წნევა გაიზრდება, წინააღმდეგ შემთხვევაში კი დაეცემა.

ჟუკოვსკის თეორიის შესაბამისად ჰიდრო დარტყმის დროს წნევის მატება განისაზღვრება ფორმულით:

$$D_p = p(v_0 - v_1)c$$

სადაც D_p – არის წნევის მატება $ნ/შ^2$; p - სითხის სიმკვრივე კგ/მ³-ში; v_0 $и$ v_1 - მილსადენში საშუალო სიჩქარეები კარიბჭის სარქველის დახურვამდე და მის შემდეგ მ/წმ-ში; c - მილსადენის გასწვრივ დარტყმითი ტალღის გავრცელების სიჩქარე.

ეს ფორმულა შეიძლება მივიღოთ იმპულსის შენარჩუნების კანონით, რომელიც შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$D_p S t = p S (v_0 - v_1) c t$$

სადაც, S - მილსადენის განივი კვეთაა.

ჟუკოვსკიმ დაამტკიცა, რომ c დარტყმის ტალღის გავრცელების სიჩქარე პირდაპირპროპორციულია სითხის კუმშვადობის, მილსადენის კედლების დეფორმაციის ხარისხის, მასალის დრეკადობის E განსაზღვრული მოდულის, საიდანაც იგი მზადდება, და ასევე მილსადენის დიამეტრის. ამრიგად, ჰიდრო დარტყმა არ შეიძლება წარმოიშვას გაზის შემცველ მილსადენში, რადგან გაზი ადვილად კუმშვადია. დამოკიდებულება დარტყმითი ტალღის სიჩქარეს c , მისი სიგრძესა და გავრცელების დროს შორის გამოისახება შემდეგი ფორმულით:

$$c = 2L/\tau$$

პირდაპირი ჰიდრო დარტყმა არსებობს მაშინ, როდესაც სარქველის დახურვის დრო t_3 ნაკლებია დარტყმის ფაზაზე T , რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

$$T = \frac{2l}{Cu}$$

აქ l არის მილსადენის სიგრძე დარტყმის წერტილიდან გადაკვეთამდე, რომელშიც შენარჩუნებულია მუდმივი წნევა, Cu - მილსადენში დარტყმის ტალღის გავრცელების სიჩქარე, რომელიც განისაზღვრება ჟუკოვსკის ფორმულით, მ/წმ:

$$Cu = \sqrt{\frac{E}{p}} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{E}{Etr} \frac{D}{h} \cdot K}}$$

სადაც, E არის სითხის მოცულობითი დრეკადობის მოდული, p - სითხის სიმკვრივე, $\sqrt{E/p}$ არის სითხეში ხმის გავრცელების სიჩქარე, Etr არის მილის

კედლის მასალის დრეკადობის მოდული, D არის მილის დიამეტრი, h არის მილის კედლების სისქე. წყლისთვის, E / E_t - თანაფარდობა დამოკიდებულია მილების მასალაზე და შეიძლება იქნას მიღებული: ფოლადისთვის - 0,01; თუჯის - 0,02; ქილა - 0,1-0,14; აზბესტ-ცემენტი - 0,11; პოლიეთილენი - 1-1,45. თხელკედლიანი მილსადენებისთვის გამოიყენება k კოეფიციენტი, რომელიც (ფოლადი, თუჯი, პოლიეთილენი) 1-ის ტოლი. რკინაბეტონისთვის კი:

$$k = \frac{1}{1 + 9,5a}$$

$a = \frac{f}{h}$ გაძლიერების კოეფიციენტი რგოლური არმატურისათვის ; (f არის რგოლის გაძლიერების განიკვეთის ფართობი მილის კედლის სიგრძის 1 მ-ზე). ჩვეულებრივ $a = 0.015-0.05$.

წნევის მატება პირდაპირი ჰიდრავლიკური დარტყმის დროს განისაზღვრება ფორმულით:

$$P = pC_u V_0$$

სადაც V_0 – მილსადენში წყლის მოძრაობის სიჩქარე სარქველის დახურვამდე.

თუ სარქველის დახურვის დრო აღემატება დარტყმის ფაზას ($t_3 > T$), ასეთ დარტყმას ირიბი ეწოდება. ამ შემთხვევაში დამატებითი წნევა შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$P = \frac{2pV_0 l}{t_3}$$

დარტყმის ზემოქმედების შედეგი ასევე გამოიხატება წნევის მატების H მნიშვნელობით, რომელიც პირდაპირი დარტყმისას უდრის:

$$H = \frac{c_u V_0}{g};$$

არაპირდაპირის შემთხვევაში:

$$H = \frac{2V_0 l}{gt_3}.$$

ჰიდრაულიკური დარტყმების თავიდან ასაცილებლად საჭიროა შემდეგი რეკომენდაციების შესრულება:

- მილსადენში სითხის მოძრაობის სიჩქარის შემცირება მისი დიამეტრის გაზრდით;
- მადემფირებელი მოწყობილობების დამონტაჟება;
- სარქველების დახურვის დროის გაზრდა;
- ჰიდრაულიკური სისტემის გაძლიერება.

სწორედ ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით, ჩვენს მიერ კონსტრუირებულია მცირე და დიდი განივი კვეთის მილსადენების შეერთების უბანში სითხის რაოდენობის მარეგულირებელი მოწყობილობა, დისკოს მაგვარი ჩამკეტი საშუალებებით. დისკოსმაგვარი ჩამკეტი საშუალებების საბრუნო კვანძი კი შესრულებულია სახსრულ-ბერკეტული მექანიზმის სახით, რომლის სხვადასხვა რგოლებთან მიერთებულია ხსენებული საშუალებების საბრუნო ლილვები და ამძრავი.

გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა

1. ზ. ჯაფარიძე - ჰიდრო და პნევმოამძრავები - საფუძვლები; სახელმძღვანელო; სტუს ბიბლიოთეკა; 2018წ.; 171გვ.;
2. გ. სანაძე - ჰიდრაულიკა - საფუძვლები; სახელმძღვანელო; სტუს ბიბლიოთეკა; 2014წ.; 139გვ.;
3. А. Е. ЖМУДЬ--ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ - УДАР В ГИДРОТУРБИННЫХ УСТАНОВКАХ; МОСКВА; 2000г.;
4. Yannis Dimakopoulos - Shock Wave Characteristics of Hydraulic; 2018y.

Water hammer in pipelines

Alexander Kavelashvili

Abstract

The paper considers the phenomenon of water hammer, ways to prevent damage caused by it. It is noted that useful models are known in the art related to shut-off and control valves and used to lock or control the flow of water or other flow or gaseous medium. Each of them has its pros and cons, depending on the locking elements and driving performance. High or low functionality, complex or simple design of the movable articulated beret mechanism are important for flow control over a relatively wide range, but it is important to take into account the occurrence of water hammer when working with fluid volume regulators and, therefore, avoid damage from them.

Гидравлический удар в трубопроводах

Александр Кавелашвили

Резюме

В работе рассматривается явление гидравлических ударов, способы предотвращения вызванных им повреждений. Отмечено, что в технике известны полезные модели, относящиеся к запорно-регулирующей арматуре и используемые для запираания или регулирования потока воды или другого потока или газообразной среды. Каждый из них имеет свои плюсы и минусы, в зависимости от запорных элементов и ходовых качеств. Высокая или низкая функциональная способность, сложная или простая конструкция подвижного шарнирного беретного механизма важны для регулирования потока в относительно широком диапазоне, но важно учитывать возникновение гидроударов при работе с регуляторами объема жидкости и, следовательно, избегать повреждений от их.

უაკ 621.9

მექანიზმის დინამიკის კვლევა კინემატიკურ წყვილში ღრეჩობისა და დარტყმების გათვალისწინებით მურმან ხაჩიძე*

**დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №71, 0175,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში აღწერილია, მანქანათმშენებლობის დარგში შესწავლილი მექანიზმების თავისებურებები, ნაჩვენებია თანამედროვე პრაქტიკაში რთული პრობლემების გადაჭრის გზები, რომლებშიც შეისწავლება მაღალსიჩქარიანი მანქანებისა და მექანიზმების დინამიკა, მათი რგოლების მასალების მდგრადი თვისებების, მათ კინემატიკური ჯაჭვებში ღრეჩობის არსებობისა და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით. მექანიზმის დინამიკის სხვადასხვა ამოცანებიდან, განხილულია მექანიზმის დინამიკის კვლევა კინემატიკურ წყვილში ღრეჩობისა და დარტყმების გათვალისწინებით. ეს დამოკიდებულებები განსაზღვრულია მექანიზმის მოძრაობის განტოლებაზე დაყრდნობით.

საკვანძო სიტყვები: მანქანათმშენებლობა, დინამიკა, ღრეჩო, მანქანა, კინემატიკური წყვილი.

შესავალი

მანქანათმშენებლობაში შეისწავლება იდეალური მექანიზმები, რომლებიც შედგება აბსოლუტურად მყარი, მოქნილი, თხევადი და აირისებრი სხეულებისგან (რგოლებისაგან) გეომეტრიულად ზუსტი ფორმებითა და ზომებით, მოძრავი შეერთებებისა და ღრეჩობის გარეშე. სპეციალურ დინამიკურ გამოთვლებში მხედველობაში მიიღება კინემატიკური რგოლების მდგრადობა და ღრეჩობი კინემატიკურ წყვილებში. მაშინ, როცა მექანიზმების მოძრაობის შესწავლისას, ვარაუდობდნენ, რომ რგოლების ფორმა და ზომები აბსოლუტურად ზუსტია და

ღრეჩოები კინემატიკურ წყვილებში არ არის, განიხილებოდა თეორიულად იდეალური მექანიზმების მოძრაობის კანონები.

ძირითადი ნაწილი

მექანიზმის დინამიკის ამოცანების მრავალფეროვნებიდან განვიხილოთ მექანიზმის დინამიკის კვლევა კინემატიკურ წყვილში ღრეჩოებისა და დარტყმების გათვალისწინებით. მექანიზმის უკუსვლა არის კინემატიკურ წყვილებში ღრეჩოების არსებობის კვლევის ან რგოლების მდგრადი დეფორმაციების შედეგი. შემხებ-მოხახუნე ზედაპირების ცვეთის შედეგად იზრდება კინემატიკური წყვილების ღრეჩოები და იცვლება დეტალების ზომები და ფორმა, რაც იწვევს დახრილობას და სხვადასხვა სახის ცდომილებებს.

დარტყმა არის მოძრაობა, რომლის დროსაც დროის მცირე მონაკვეთში სისტემის სიჩქარე იღებს გარკვეულ მნიშვნელობას. დარტყმა სხეულების მოკლევადიანი ურთიერთქმედებაა, რომელშიც ხდება კინეტიკური ენერჯის გადანაწილება. მას ხშირად აქვს დესტრუქციული ხასიათი ურთიერთქმედების სხეულებისთვის. ფიზიკაში ზემოქმედება გაგებულია, როგორც მოძრავ სხეულებს შორის ურთიერთქმედების ისეთი ტიპი, რომელშიც შეიძლება უგულებელყოთ ურთიერთქმედების დრო.

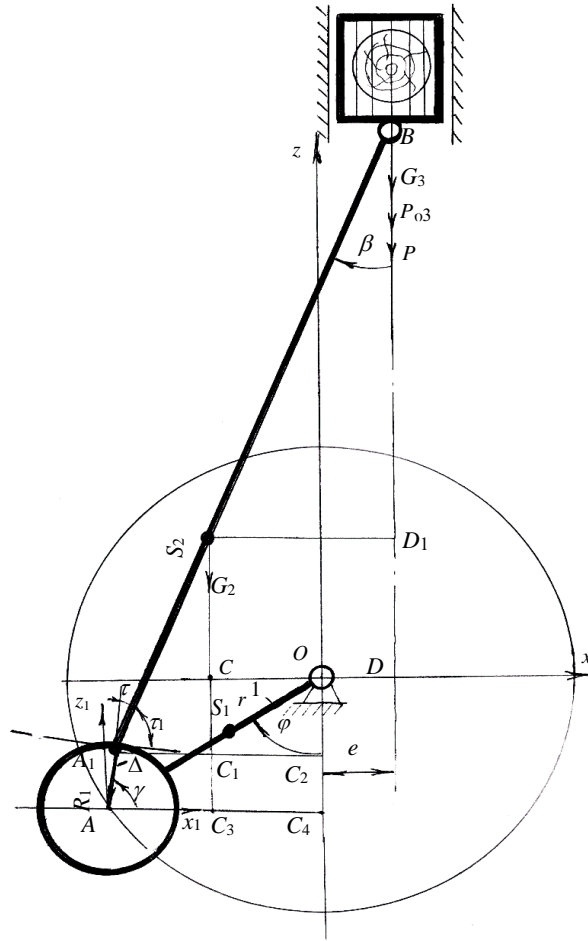
დარტყმის შეფასება შეიძლება ასე გამოვსახოთ:

$$S = \int_0^T F(t)dt. (1)$$

სადაც $f(x)$ არის დარტყმის ძალა;

τ - დროის შუალედი, რომლის განმავლობაშიც მიმდინარეობს დარტყმა. სიჩქარეთა მნიშვნელობები დარტყმის დასაწყისში აღვნიშნოთ i ინდექსით, ხოლო დარტყმის ბოლოს $i+1$ -ით.

განსახილველ მექანიზმში ღრეჩო 1-2 კინემატიკურ წყვილშია (ნახ. 1).



ნახ. 1. მრუდხარა-მცოცია მექანიზმის სქემა ღრეჩოთი ბარბაცა-მრუდხარა კინემატიკურ წყვილში

1 რგოლის მოძრაობის რაოდენობა დარტყმის დასაწყისში აღვნიშნოთ \vec{Q}_{1i} -ით, ხოლო დარტყმის ბოლოს – \vec{Q}_{1i+1} -ით. მეორე რგოლის მოძრაობა დარტყმის დასაწყისი აღვნიშნოთ \vec{Q}_{2i} -ით, დარტყმის ბოლოს კი \vec{Q}_{2i+1} -ით.

დარტყმის დროს მოძრაობის რაოდენობის შენახვის თეორემის შესაბამისად ვწერთ:

$$\vec{Q}_{1i+1} + \vec{Q}_{2i+1} = \vec{Q}_{1i} + \vec{Q}_{2i}; \quad (2)$$

სადაც,

$$\vec{Q}_{1i} = m'_1 \vec{V}_{1i}; \quad (3)$$

$$\vec{Q}_{1i+1} = m'_1 \vec{V}_{1i+1} \quad (4)$$

$$\vec{Q}_{2i} = m'_2 \vec{V}_{2i} ; \quad (5)$$

$$\vec{Q}_{2i+1} = m'_2 \vec{V}_{2i+1} ; \quad (6)$$

(3) და (4)-ის გათვალისწინებით (2) მიიღებს

$$m'_1 \vec{V}_{1i+1} + m'_2 \vec{V}_{2i+1} = m'_1 \vec{V}_{1i} + m'_2 \vec{V}_{2i} \quad (7)$$

სადაც

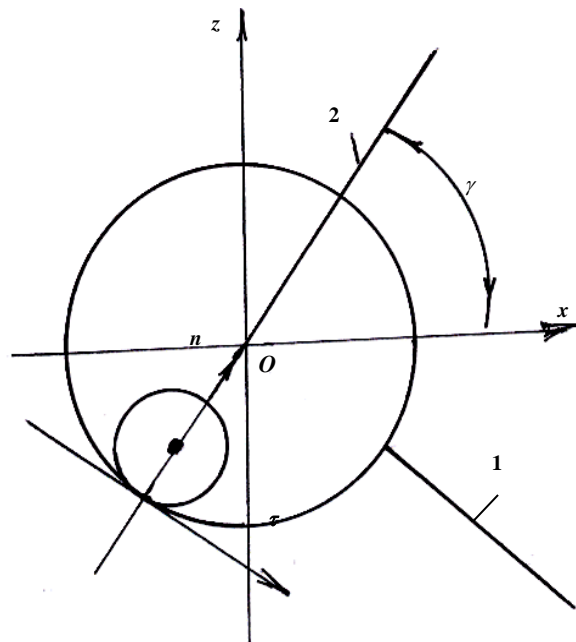
$m'_1 = m_1 \frac{OS}{OA}$, $m'_2 = m_2 \frac{A_1 S_2}{A_1 B}$ არის დარტყმის მონაწილე რგოლების მასა; \vec{V}_{1i} და \vec{V}_{1i+1} –

1 რგოლის სიჩქარე დარტყმამდე და დარტყმის შემდეგ; \vec{V}_{2i} და \vec{V}_{2i+1} – 2 რგოლის

სიჩქარე დარტყმამდე და დარტყმის შემდეგ. რადგან რგოლის 2 მოძრაობის

რაოდენობა დარტყმის დასაწყისში ნულია, (7) მიიღებს სახეს:

$$m'_1 \vec{V}_{1i+1} + m'_2 \vec{V}_{2i+1} = m'_1 \vec{V}_{1i}; \quad (8)$$



ნახ. 2. დრეჩოს სქემა 1_2 კინემატიკურ წყვილში

გამოვყოფთ დარტყმის ორ ფაზას (ნახ. 2.) პირველი – დატვირთვის ფაზა შეხების მომენტიდან მაქსიმალურ დეფორმაციამდე, როდესაც რგოლების ფარდობითი სიჩქარე ნულია, ხოლო მათი საერთო აბსოლუტური სიჩქარე V_0 . მეორე ფაზა გრძელდება განტვირთვის მაქსიმალური დეფორმაციის მომენტიდან რგოლებს შორის კავშირის გაწყვეტამდე. შეჯახებაში მონაწილე რგოლების მასათა ცენტრის სიჩქარე, ე.ი. ორივე საერთო სიჩქარე, პირველი ფაზიდან მეორე ფაზაში გადასვლის მომენტი:

$$V_0 = \frac{m'_1 V_{1i}^n}{m'_1 + m'_2} = \frac{m'_1 V_{1i+1}^n + m'_2 V_{2i+2}^n}{m'_1 + m'_2}; \quad (9)$$

სადაც V_{1i}^n და V_{1i+1}^n არის 1 რგოლის სიჩქარის ნორმალური მდგენელი შესაბამისად დარტყმამდე და დარტყმის შემდეგ; V_{2i+2}^n – 2 რგოლის სიჩქარის ნორმალური მდგენელი დარტყმის შემდეგ. ნორმალური მიმართულების დადებით მნიშვნელობად აიღება თითოეული რგოლის ცენტრისკენ მიმართულება:

$$V_{1i}^n = x_{1i} \cos \gamma + z_{1i} \sin \gamma; \quad (10)$$

$$V_{1i+1}^n = x_{1i+1} \cos \gamma + z_{1i+1} \sin \gamma; \quad (11)$$

$$V_{2i+1}^n = x_{2i+1} \cos \gamma + z_{2i+1} \sin \gamma; \quad (12)$$

პირველ ფაზაში 1 რგოლის მასის ცენტრის სიჩქარის ნორ-მალური მდგენელი იცვლება V_{1i}^n -დან V_0 -მდე, ამიტომ დარტყმის იმპულსი ამ ფაზაში არის S_1 :

$$m'_1 (V_0 - V_{1i}^n) = -S_1. \quad (13)$$

ჩავსვათ (13)-ში (9), მივიღებთ: $S_1 = \frac{m'_1 - m'_2}{m'_1 + m'_2} V_{1i}^n$. (14)

მეორე ფაზაში 2 რგოლის მასების ცენტრის სიჩქარის ნორმალური მდგენელი იცვლება V_0 -დან V_{2i+1}^n -მდე

$$m'_2 (V_{2i+1}^n - V_0) = S_2 \quad (15)$$

ფორმულა (9)-ის გათვალისწინებით (15) გამოსახულება მიიღებს სახეს:

$$S_2 = \frac{m'_1 m'_2}{m'_1 + m'_2} (V_{2i+1}^n - V_{1i+1}^n) \quad (16)$$

განტვირთვისა და დატვირთვის ნორმალური იმპულსების სიდიდეთა შეფარდება არის აღდგენის კოეფიციენტი $R_0 = \frac{V_{2i+1}^n - V_{1i+1}^n}{V_{1i}^n}$ (17)

თუ რგოლები აბსოლუტურად დრეკადია, მაშინ, ხოლო არადრეკადი რგოლებისათვის რეალურად

$$0 \leq R_0 \leq 1$$

(10), (11) და (12) გამოსახულებები ჩავსვათ (17)-ში, მივიღებთ:

$$\dot{x}_{2i+1} \cos \gamma + \dot{z}_{2i+1} \sin \gamma - \dot{x}_{1i+1} \cos \gamma + \dot{z}_{1i+1} \sin \gamma = R_0 (\dot{x}_{1i} \cos \gamma + \dot{z}_{1i} \sin \gamma). \quad (18)$$

სიჩქარეთა ტანგენციალური მდგენელის შეფასება ხდება ან დარტყმაში, ან მყისა ხახუნის კოეფიციენტის შესახებ ჰიპოთეზით ან მშრალი ხახუნის ჰიპოთეზიდან.

დავაგეგმილოთ (8) xoz კოორდინატთა ღერძებზე, მივიღოთ

$$m'_1 \dot{x}_{1i+1} + m'_2 \dot{z}_{2i+1} = m'_1 \dot{x}_{1i}; \quad (19)$$

$$m'_1 \dot{z}_{1i+1} + m'_2 \dot{z}_{2i+1} = m'_1 \dot{z}_{1i}; \quad (20)$$

სადაც \dot{x}_{1i} და $\dot{z}_{1i} - 1$ რგოლის სიჩქარეთა გეგმილებია ox და oz ღერძებზე დარტყმამდე; \dot{x}_{1i+1} და $\dot{z}_{1i+1} - 1$ რგოლის სიჩქარეთა გეგმილები ox და oz ღერძებზე დარტყმის შემდეგ; \dot{x}_{2i+1} და $\dot{z}_{2i+1} - 2$ რგოლის სიჩქარეთა გეგმილები ox და oz ღერძებზე დარტყმის შემდეგ.

განვსაზღვროთ დარტყმის შემდეგ რგოლების სიჩქარე აბსოლუტური სივსუვის ჰიპოთეზის მიხედვით. რადგან ამ შემთხვევაში დატყმითი იმპულსი მიმართულია ზედაპირის მიმართ საერთო ნორმალის გასწვრივ, მოძრაობის რაოდენობის გეგმილი მხებზე თითოეული რგოლისათვის არ იცვლება.

ამრიგად, $m'_1 V_{1i}^T = m'_1 V_{1i+1}^T$

$$\sin\gamma \cdot x_{1i} \sin\gamma - \dot{z}_{1i} \cos\gamma = \dot{x}_{1i+1} \sin\gamma - \dot{z}_{1i+1} \cos\gamma \quad (21)$$

(18), (19), (20) და (21) არის განტოლებათა სისტემა, საიდანაც განისაზღვრება \dot{x}_{1i+1} ,

$$\dot{z}_{1i+1}, \dot{x}_{1i+1} \text{ და } \dot{z}_{2i+1}.$$

$$\dot{x}_{1i+1} = \frac{(1+\eta)-(1+R_0)\cos^2\gamma}{1+\eta} \dot{x}_{1i} - \frac{(1+R_0)\sin 2\gamma}{2(1+\eta)} \dot{z}_{1i}; \quad (22)$$

$$\dot{z}_{1i+1} = \frac{(1-R_0)+(1+R_0)\cos^2\gamma}{1+\eta} \dot{z}_{1i} - \frac{(1+R_0)\sin 2\gamma}{2(1+\eta)} \dot{x}_{1i}; \quad (23)$$

$$\dot{x}_{2i+1} = \frac{(1+R_0)\eta\cos^2\gamma}{1+\eta} \dot{x}_{1i} - \frac{(1+R_0)\eta\sin 2\gamma}{2(1+\eta)} \dot{x}_{1i}; \quad (24)$$

$$\dot{y}_{2i+1} = \frac{(1+R_0)\eta\sin^2\gamma}{2(1+\eta)} \dot{x}_{1i} + \frac{(1+R_0)\eta\sin^2\gamma}{1+\eta} \dot{z}_{1i}; \quad (25)$$

სადაც.

$$\eta = \frac{m'_1}{m'_2}$$

დარტყმის შემდეგ რგოლების სიჩქარე განსაზღვრა მყისი (ბლანტი) ხახუნის კოეფიციენტის ჰიპოთეზის მიხედვით, რომლის თანახმად დარტყმის იმპულსის ტანგენციალური მდგენელი არაა დამოკიდებული მის ნორმალურ მდგენელზე და განისაზღვრება λ ფიზიკური მუდმივით, რომელიც დამოკიდებულია ზედაპირების თვისებებზე. ამ შემთხვევაში სიჩქარეთა ტანგენციალური მდგენები დარტყმამდე და დარტყმის შემდეგ დაკავშირებულია შემდეგი ტოლობით:

$$V_{1i+1}^{\tau} = (1 - \lambda)V_{1i}^{\tau} \quad (26)$$

სადაც λ არის მყის ხახუნის კოეფიციენტი ($0 \leq \lambda \leq 1$);

$$V_{1i}^{\tau} = \dot{x}_{1i} \sin \gamma - \dot{z}_{1i} \cos \gamma; \quad (27) \quad V_{1i+1}^{\tau} = \dot{x}_{1i+1} \sin \gamma - \dot{z}_{1i+1} \cos \gamma; \quad (28)$$

(27) და (28)-გამოსახულებების გათვალისწინებით (26) მიიღებს სახეს:

$$\dot{x}_{1i+1} \sin \gamma - \dot{z}_{1i+1} \cos \gamma = (1 - \lambda)(\dot{x}_{1i} \sin \gamma - \dot{z}_{1i} \cos \gamma) \quad (29)$$

(22), (23), (24) გამოსახულებებში მნიშვნელობების შეტანით ივიღებთ:

$$\dot{x}_{1i+1} = \frac{(1+\eta)(1-\lambda \sin^2 \gamma) - (1+R_0) \cos^2 \gamma}{1+\eta} \dot{x}_{1i} - \frac{[1+R-\lambda(1+\eta)] \sin 2\gamma}{2(1+\eta)} \dot{z}_{1i}; \quad (30)$$

$$\dot{z}_{1i+1} = \frac{(1+R_0) + (1+R_0 - \lambda - \lambda R_0) \cos^2 \gamma}{1+\eta} \dot{z}_{1i} - \frac{(1+R_0 - \lambda \eta R_0) \sin 2\gamma}{2(1+\eta)} \dot{x}_{1i} \quad (31)$$

$$\dot{x}_{2i+1} = \frac{\lambda \eta (1+\eta) \sin^2 \gamma + \eta (1+R_0) \cos^2 \gamma}{1+\eta} \dot{x}_{1i} - \frac{[1+R_0 - \lambda(1+\eta)] \sin 2\gamma}{2(1+\eta)} \dot{z}_{1i}; \quad (32)$$

$$\dot{z}_{2i+1} = \frac{[\eta(1+R_0) - \eta \lambda (1+\eta)] \sin 2\gamma}{2(1+\eta)} \dot{x}_{1i} + \frac{\lambda \eta (1+\eta) + \eta (1+R_0) \sin^2 \gamma}{1+\eta} \dot{z}_{1i}; \quad (33)$$

დარტყმის შემდეგ რგოლების სიჩქარეთა განსაზღვრა ხდება მშრალი ხახუნის ჰიპოთეზის მიხედვით. ამ ჰიპოთეზის (რაუსის ჰიპოთეზა) მიხედვით დარტყმის დროს ნორმალური და მხები იმპულსები დაკავშირებულია ტოლობით

$$S_{\tau} = f S_n \quad (34)$$

ნორმალური და მხები იმპულსები ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned} m'_1 (V_{1i+1}^{\tau} - V_{1i}^{\tau}) &= S_{\tau} \\ m'_1 (V_{2i+1}^{\tau} - V_{2i}^{\tau}) &= -S_{\tau} \\ m'_1 (V_{1i+1}^n - V_{1i}^n) &= S_n \\ m'_2 (V_{2i+1}^n - V_{2i}^n) &= S_n. \end{aligned} \quad (35)$$

(34)-გამოსახულებიდან (35)-ტოლობის გათვალისწინებით მივიღებთ:

$$V_{1i+1}^{\tau} - V_{1i}^{\tau} = f (V_{1i+1}^n - V_{1i}^n); \quad (36)$$

$$V_{2i+1}^{\tau} - V_{2i}^{\tau} = f (V_{2i+1}^n - V_{2i}^n); \quad (37)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ $V_{2i}^{\tau} = V_{2i}^n = 0$, (36)-დან გვექნება:

$$V_{2i+1}^{\tau} = f V_{2i+1}^n. \quad (39)$$

სიჩქარეთა ნორმალური მდგენელები V_{1i}^n , V_{1i+1}^n და V_{2i+1}^n დაკავშირებულია (17)

$$\text{ტოლობით, ამიტომ } V_{1i+1}^n = V_{2i+1}^n - R_0 V_{1i}^n. \quad (40)$$

(36)-ის გათვალისწინებით (40) მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$V_{1i+1}^{\tau} - V_{1i}^{\tau} = f [V_{2i+1}^n - (1 - R_0) V_{1i}^n]; \quad (41)$$

(39) და (41)-გამოსახულებიდან გამომდინარე,

$$V_{1i+1}^T - V_{1i}^T = V_{2i-1}^T - f(1 + R_0)V_{1i}^T, \quad (42)$$

თუ, (42) გამოსახულებას ჩავსვამთ (10), (27) და (28) გამოსახულებებში, მივიღებთ:

$$\dot{x}_{1i+1} - \dot{x}_{2i+1} \sin \gamma - (\dot{z}_{1i+1} - \dot{z}_{2i+1}) \cos \gamma = \dot{x}_{1i} [\sin \gamma - f(1 + R_0) \cos \gamma] - \dot{z}_{1i} [\cos \gamma + f(1 + R_0) \sin \gamma]; \quad (43)$$

(21), (22), (23) და (25) განტოლებათა სისტემიდან მივიღებთ:

$$\dot{x}_{1i+1} = \frac{(1+\eta)(1-\lambda \sin^2 \gamma) - (1+R_0) \cos^2 \gamma}{1+\eta} \dot{x}_{1i} - \frac{[1+R_0-\lambda(1+\eta)] \sin 2\gamma}{2(1+\eta)} \dot{z}_{1i}; \quad (44)$$

$$\dot{z}_{1i+1} = \frac{(1-R_0) + (1+R_0-\lambda-\lambda\eta) \cos^2 \gamma}{1+\eta} \dot{z}_{1i} - \frac{(1+R_0-\eta-\lambda\eta) \sin 2\gamma}{2(1+\eta)} \dot{x}_{1i}; \quad (45)$$

$$\dot{x}_{2i+1} = \frac{\lambda\eta(1+\eta) \sin^2 \gamma + \eta(1+R_0) \cos^2 \gamma}{1+\eta} \dot{x}_{1i} - \frac{[1+R_0-\lambda(1+\eta)\eta] \sin 2\gamma}{2(1+\eta)} \dot{z}_{1i}; \quad (46)$$

$$\dot{z}_{2i+1} = \frac{[\eta(1+R_0) - \eta(1+\lambda\eta)] \sin 2\gamma}{2(1+\eta)} \dot{x}_{1i} + \frac{\lambda\eta(1+\eta) + \eta(1+R_0-\lambda\eta) \sin^2 \gamma}{1+\eta} \dot{z}_{1i}; \quad (47)$$

თუ (21)-(24), (29)-(32), (43)-(46) გამოსახულებებში შესაბამისად ჩავსვამთ $R_0 = 0$ და $R_0 = 1$ მივიღებთ რგოლების სიჩქარეს დარტყმის შემდეგ არადრეკადი და აბსოლუტურად დრეკადი დარტყმისათვის.

ამრიგად, თანამედროვე პრაქტიკა მოითხოვს უფრო რთული პრობლემების გადაჭრას, რომელიც მოიცავს მაღალსიჩქარიანი მანქანებისა და მექანიზმების დინამიკის შესწავლას, მათი რგოლების მასალების მდგრადი თვისებების, მათ კინემატიკური ჯაჭვებში ღრეჩოების არსებობისა და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით. ჩვენ შევეცადეთ გვეჩვენებია ანალიზი, კინემატიკურ წყვილში ღრეჩოებისა და დარტყმების გათვალისწინებით. ეს დამოკიდებულებები განსაზღვრულია მექანიზმის მოძრაობის განტოლებიდან გამომდინარე.

გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა

1. დ. თავხელიძე, ვ. გოგილაშვილი - მექანიზმების დინამიკური ანალიზი-სახელმძღვანელო; სტუ-ს ბიბლიოთეკა, 2008წ., 250გვ., 621.01(02) / 33;
2. ნ. დავითაშვილი, დ. თავხელიძე და სხვ. - მექანიზმებისა და მანქანების თეორია - სახელმძღვანელო, სტუ-ს ბიბლიოთეკა, 2010წ., 291გვ., 621.01(02) / 35;

3. Алюшин Ю.А., Вержанский П.М. - СТРУКТУРНЫЙ, КИНЕМАТИЧЕСКИЙ И ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ. УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ-МИСиС; 2015г; 978-5-87623-893-1.
4. Oleg Vinogradov - Fundamentals of Kinematics and Dynamics of Machines and Mechanisms-ISBN-13: 978-0849302572.

STUDY OF THE DYNAMICS OF A MECHANISM WITH TAKING INTO ACCOUNT CLEARANCE AND IMPACTS IN KINEMATIC PAIR

Murman Khachidze

Abstract

In the article is considered the features of the mechanisms studied in the field of mechanical engineering, shows the ways to solve complex problems in modern practice that studies the dynamics of high-speed machines and mechanisms, the stability properties of the materials of their links, their kinematic chains, taking into account the existence of clearances and other factors. Of the various problems of the dynamics of mechanisms, the study of the dynamics of mechanisms is discussed, taking into account gaps and impacts in a kinematic pair. These relations are determined on the basis of the equation of motion of the mechanism.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ МЕХАНИЗМА В КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ПАРЕ С УЧЁТОМ ЗАЗОРОВ И УДАРОВ

Мурман Хачидзе

Резюме

В статье описаны особенности механизмов, изучаемых в области машиностроения, показаны пути решения сложных задач в современной практике, изучающей динамику быстроходных машин и механизмов, свойства устойчивости материалов их звеньев, их кинематических цепей с учётом существования зазоров и других факторов. Из различных задач динамики механизмов обсуждается изучение динамики механизмов с учетом зазоров и ударов в кинематической паре. Эти отношения определяются на основе уравнения движения механизма.

უაკ 634.36

**მსუბუქი მერქანპოლიმერული კომპოზიტების
ლენტური ხერხებით ხერხვის პროცესის ძალური
პარამეტრების კვლევა (I ნაწილი)**

იგორ გელაშვილი*, ზაურ ჩიტბე*, თემურ მონიავა***,

მაკა ჟღენტი**, ეკა სარიშვილი***, პაპუნა კაპანაძე****

**პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

***ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

****დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*****მაგისტრანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. № 71, 0175,

თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია მსუბუქი მერქანპოლიმერული კომპოზიციური მასალების (დექას) ლენტური ხერხებით ხერხვის პროცესის კვლევა. კერძოდ, ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე და მათი შედეგების მათემატიკური დამუშავებით მიღებულია რეგრესიის განტოლებები მიწოდების ძალის „Q“ და მასთან ნორმალური ძალის „S“ ჭრის მდგენელი ძალების დამოკიდებულება 3 ცვლად ფაქტორზე: ჭრის სიჩქარეზე „V“; ჭრის სიმაღლეზე „h“ და მიწოდების სიჩქარეზე „U“. აგებულია ჭრის მდგენელი ძალების გრაფიკული დამოკიდებულებები ამ ფაქტორებზე.

საკვანძო სიტყვები: მერქანპოლიმერული კომპოზიტი (მპკ) ჭრის მდგენელი ძალები, რეგრესიის განტოლება.

შესავალი

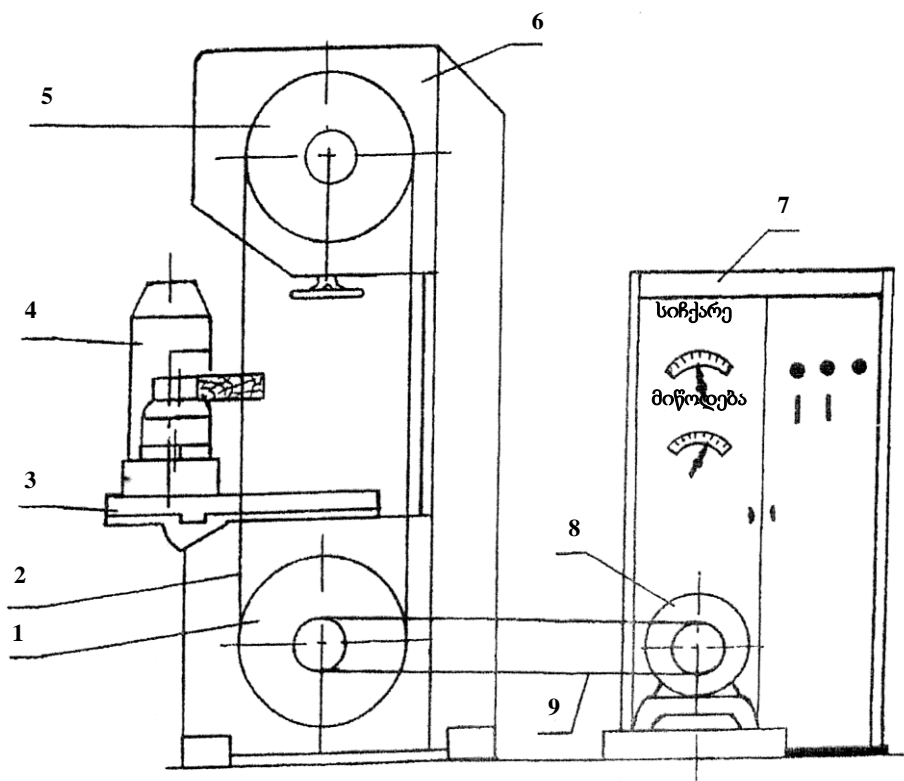
წინა გამოქვეყნებულ სტატიებში (ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ №2 (51) 2021 წ.) დეტალურად იყო აღწერილი ახალი მერქნულ პოლიმერული კომპოზიტის (მპკ) შემცველობა, გამოყენების სფეროები, წარმოების მეთოდები და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები.

ამ სტატიაში ჩვენ ვაგრძელებთ კვლევებს მერქანპოლიმერული კომპოზიტების მექანიკურ დამუშავებაში და კერძოდ ლენტური ხერხებით მსუბუქი

მერქანპოლიმერული კომპოზიტების ხერხვის პროცესის ძალური პარამეტრების კვლევას.

ძირითადი ნაწილი

ექსპერიმენტები ჩატარებული იყო $ЛС-80$ ტიპის ლენტსახერხ ჩარხზე. ჭრის სიჩქარის და მიწოდების სიჩქარის უსაფრთხური რეგულირების მიზნით ზემოაღნიშნული ჩარხი იყო მოდერნიზირებული და მას გააჩნდა ტერიტორიული მართვა.



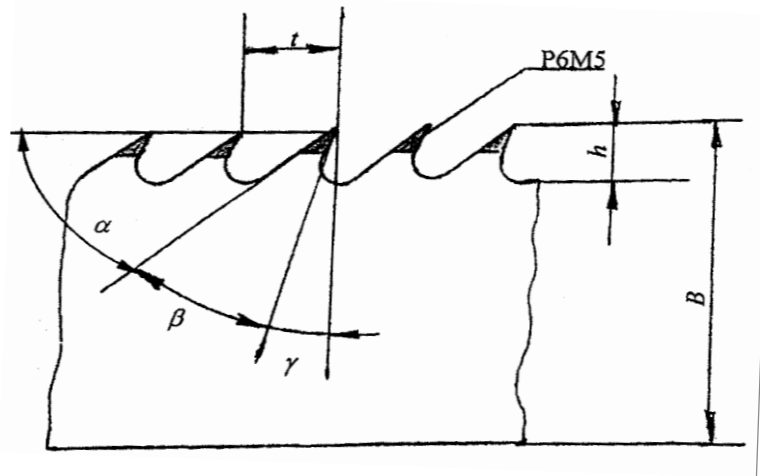
ნახ. 1 $ЛС-80$ ტიპის ლენტსახერხი ჩარხი ტირისტორული მართვით:

1 – წამყვანი დისკი, 2 – ლენტური ხერხი; 3 – ჩარხის მაგიდა, 4 – მიწოდების უსაფრთხო რეგულირების სისტემა; 5 – ამცოლი დისკი, 6 – ჩარხის დგარი, 7 – ელექტრონული მართვის კარადა, 8 – ელექტროძრავი, 9 – სოლენოიდური გადაცემა

დანადგარის ტექნიკური მაჩვენებლები შემდეგია:

1. წამყვანი დისკოს ბრუნთა სიხშირე და მაგიდის გადაადგილების სიჩქარის რეგულირება უსაფრთხურა;
2. წამყვანი დისკოს ბრუნთა სიხშირე: $n = 100 - 1000$ ბრ/წთ;

3. ჭრის სიჩქარე: $V = 5 \div 40$ მ/წმ;
4. მიწოდების სიჩქარე: $U = 5 \div 35$ მ/წთ.



ნახ. 2. ლენტური ხერხის კონსტრუქცია

ნახ. 2-ზე მოცემულია ლენტური ხერხის ელემენტები და მჭრელი კბილების გეომეტრიული პარამეტრები. კერძოდ, ცდების ჩასატარებლად ვიყენებ ლენტურ ხერხებს, რომლის კბილები იყო არმირებული P6M5 მარკის სწრაფმჭრელი ფოლადის ფირფიტებით.

ექსპერიმენტების ჩასატარებლად ოპტიმიზირებული იყო ლენტური ხერხის კბილების შემდეგი გეომეტრიული პარამეტრები: 1) წინა კუთხე $\gamma = 25^\circ$, 2) უკანა კუთხე $\alpha = 20^\circ$; 3) ალესვის კუთხე $\beta = 45^\circ$; 4) მჭრელი კბილების სიმაღლე $h = 5$ მმ; 5) ხერხის სიგანე $B = 40$ მმ; 6) კბილთა შორის ბიჯი $t = 7$ მმ; 7. ხერხის სისქე $S = 0,8$ მმ.

ექსპერიმენტები ჩატარდა სტუ-ს მერქნული მასალების დამზადების და დამუშავების სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრის ლაბორატორიაში JIC-80 ტიპის ჩარხზე.

ცვლადი ფაქტორები იყო:

X_1 – ჭრის სიჩქარე $V = 25 \div 40$ მ/წთ;

X_2 – მიწოდების სიჩქარე $U = 5 \div 32$ მ/წთ;

X_3 – ჭრის სიმაღლე $h = 16 \div 64$ მმ.

ექსპერიმენტებს ვატარებთ ქვემოთ მოყვანილი მეთოდური ბადის გამოყენებით (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცა

ცდის №	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	X ₁ X ₂ X ₃	დაკვირვების რაოდენობა
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	3
2	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	3
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	3
4	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	3
5	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	3
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	3
7	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	3
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	3

გადაყვანა ფაქტიური ცვლადის პირობითზე ხორციელდება შემდეგი ფორმულების გამოყენებით:

$$X_1 = \frac{V - 32,5}{7,5}; \quad X_2 = \frac{U - 18,5}{13,5}; \quad X_3 = \frac{h - 40}{24}. \quad (1)$$

ცხრილი 2-ში მოყვანილია ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცა ნატურალური სახით.

ცხრ. 2-ის მიხედვით ჩავატარეთ ექსპერიმენტები და შედეგები დავამუშავეთ სტატისტიკურად ყოველივე მდგენელ ძალაზე კერძოდ Q და S ძალაზე.

ცხრილი 2

ცდის №	ჭრის სიჩქარე V(მ/წმ)	მიწოდების სიჩქარე U (მ/წთ)	ჭრის სიმაღლე h (მმ)
1	25	5	16
2	25	5	64
3	25	32	16
4	25	32	64
5	40	5	16
6	40	5	64
7	40	32	16
8	40	32	64

რეგრესიის კოეფიციენტის საანგარიშო ცხრილი „Q“
მდგენელი ძალისთვის

ცდის №	\tilde{Y}	X_0 (b_0)	X_1 (b_1)	X_2 (b_2)	X_3 (b_3)	X_1X_2 (b_{12})	X_1X_3 (b_{13})	X_2X_3 (b_{23})	$X_1X_2X_3$ (b_{123})
1	4,41	+4,41	-4,41	-4,41	-4,41	+4,41	+4,41	+4,41	-4,41
2	11,6	+11,6	-11,6	-11,6	+11,6	+11,6	-11,6	-11,6	+11,6
3	9,22	+9,22	-9,22	+9,22	-9,22	-9,22	+9,22	-9,22	+9,22
4	26,5	+26,5	-26,5	+26,5	+26,5	-26,5	-26,5	+26,5	-26,5
5	3,85	+3,85	+3,85	-3,85	-3,85	-3,85	-3,85	+3,85	+3,85
6	10,85	+10,85	+10,85	-10,85	+10,85	-10,85	+10,85	-10,85	-10,85
7	8,05	+8,05	+8,05	+8,05	-8,05	+8,05	-8,05	-8,05	-8,05
8	19,5	+19,5	+19,5	+19,5	+19,5	+19,5	+19,5	+19,5	+19,5
\sum_1^n	93,98	93,98	-9,48	32,56	42,92	-6,86	-6,02	14,54	-5,64
კოეფიციენტები $b_i = \sum_1^n : 8$	-	11,75	-1,19	4,07	5,37	-0,86	-0,76	1,82	-0,71

ჩატარებული ექსპერიმენტები გვაძლევს საშუალებას მივიღოთ რეგრესიის განტოლება შემდეგი სახით:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3, \quad (2)$$

სადაც b_i ($i = 0, 1, 2, 3$) რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტების ცხრილი 3 და 4-ით მიღებული კოეფიციენტების მნიშვნელობებს ვსაზღვრავთ ფიშერის კრიტერიუმით და საბოლოოდ რეგრესიის განტოლება მიიღებს შემდეგ სახე:

„Q“ – მდგენელი ძალისათვის:

$$Q = 11,75 - 1,19X_1 + 4,07X_2 + 5,37X_3 + 1,82X_2X_3. \quad (3)$$

რეგრესიის კოეფიციენტის საანგარიშო ცხრილი „S“
მდგენელი ძალისათვის

ცდის №	\tilde{Y}	X_0 (b_0)	X_1 (b_1)	X_2 (b_2)	X_3 (b_3)	X_1X_2 (b_{12})	X_1X_3 (b_{13})	X_2X_3 (b_{23})	$X_1X_2X_3$ (b_{123})
1	3,87	+3,87	-3,87	-3,87	-3,87	+3,87	+3,87	+3,87	-3,87
2	12,45	+12,45	-12,45	-12,45	+12,45	+12,45	-12,45	-12,45	+12,45
3	10,3	+10,3	-10,3	+10,3	-10,3	-10,3	+10,3	-10,3	+10,3

4	29,8	+29,8	-29,8	+29,8	+29,8	-29,8	-29,8	+29,8	-29,8
5	2,26	+2,26	+2,26	-2,26	-2,26	-2,26	-2,26	+2,26	+2,26
6	10,11	+10,11	+10,11	-10,11	+10,11	-10,11	+10,11	-10,11	-10,11
7	7,72	+7,72	+7,72	+7,72	-7,72	+7,72	-7,72	-7,72	-7,72
8	18,9	+18,9	+18,9	+18,9	+18,9	+18,9	+18,9	+18,9	+18,9
\sum_1^n	94,41	95,41	-17,44	38,04	47,1	-9,54	-9,04	14,24	-7,58
კოეფიციენტები $b_i = \sum_1^n : 8$	-	11,93	-2,18	4,76	5,89	-1,19	-1,13	1,78	-0,95

პირობითი და ფაქტიური ცვლადების გადამყვანი ფორმულების გამოყენებით (1) „Q“ მდგენელი ძალისათვის რეგრესიის განტოლება მიიღებს სახეს

$$Q = 11,75 - 1,19 \left(\frac{V - 32,5}{7,5} \right) + 4,07 \left(\frac{U - 18,5}{13,5} \right) + 5,37 \left(\frac{h - 40}{24} \right) + 1,34 \left(\frac{U - 18,5}{13,5} \right) \left(\frac{h - 40}{24} \right). \quad (4)$$

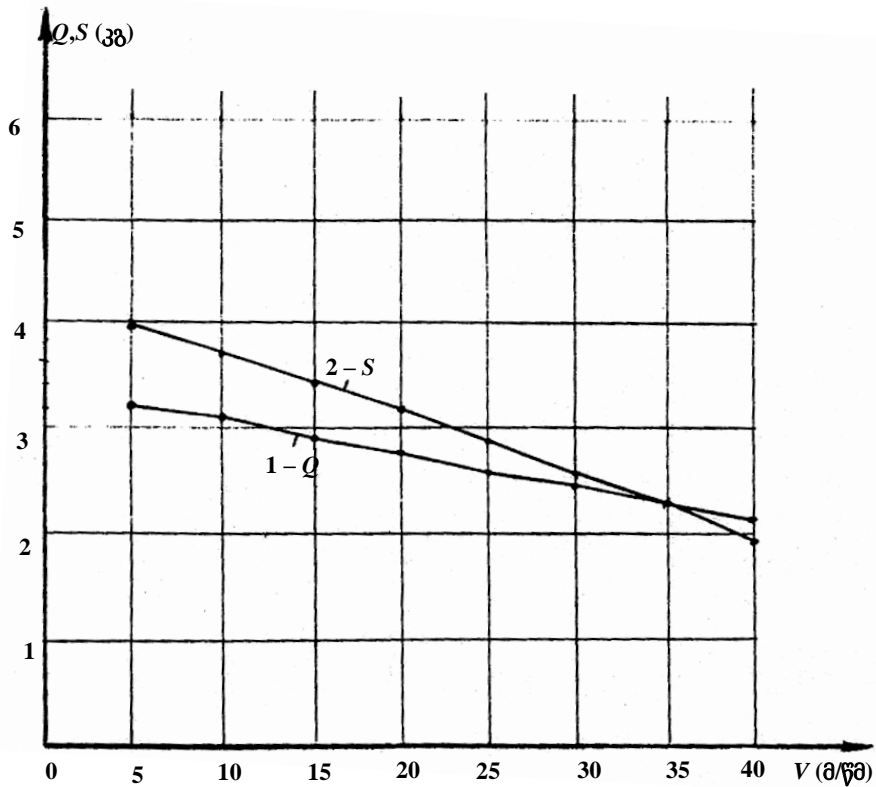
„S“ – მდგენელი ძალისათვის რეგრესიის განტოლება მიიღებს სახეს

$$S = 11,93 - 2,18 X_1 + 4,76 X_2 + 5,89 X_3 - 1,19 X_1 X_2 - 1,13 X_1 X_3 + 1,78 X_2 X_3. \quad (5)$$

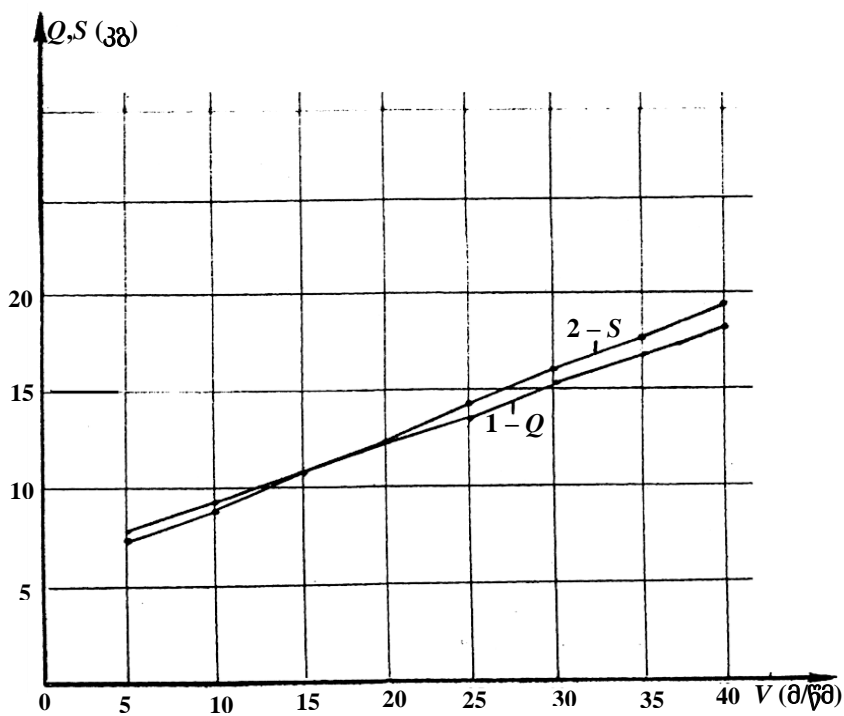
პირობითი სახიდან ფაქტიურ სახეში გადაყვანის შემდეგ მივიღებთ:

$$S_{\text{ფაქტ}} = 11,93 - 2,18 \left(\frac{V - 32,5}{7,5} \right) + 4,76 \left(\frac{U - 18,5}{13,5} \right) + 5,89 \left(\frac{h - 40}{24} \right) - 1,19 \left(\frac{V - 32,5}{7,5} \right) \left(\frac{U - 18,5}{13,5} \right) - 1,13 \left(\frac{V - 32,5}{7,5} \right) \left(\frac{h - 40}{24} \right) + 1,78 \left(\frac{U - 18,5}{13,5} \right) \left(\frac{h - 40}{24} \right). \quad (6)$$

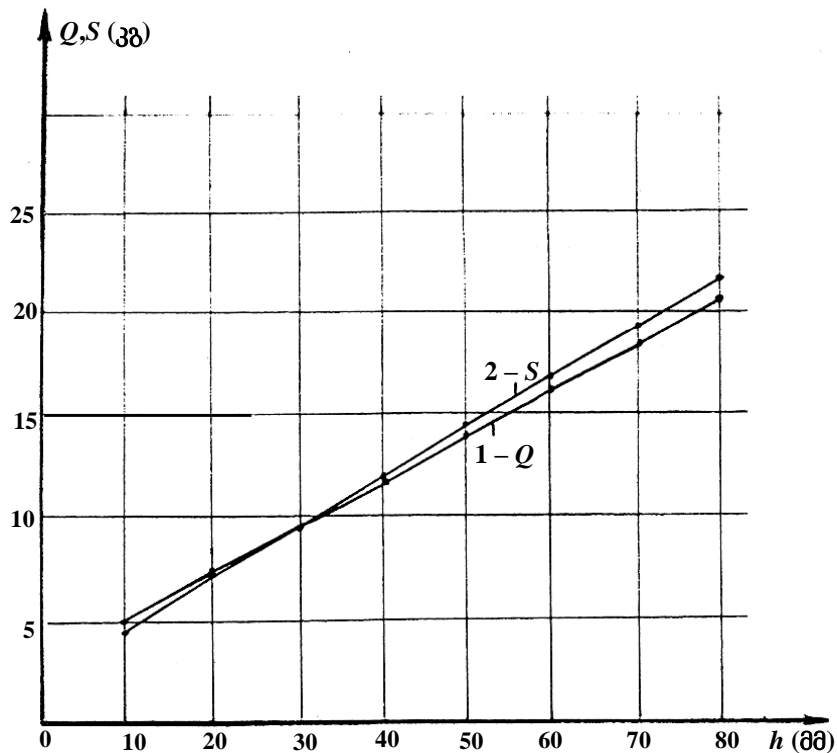
მიღებული განტოლებების მიხედვით აიგება სათანადო გრაფიკები:



ნახ. 3. $1-Q$ და $2-S$ ჭრის ძალის მდგენელების დამოკიდებულება ჭრის სიჩქარეზე V დასამუშავებელი მასალა მსუბუქი მ.პ.კ. მიწოდების სიჩქარე $U_{საშ.} = 18,5$ მ/წმ; ჭრის სიმაღლე $h_{საშ.} = 40$ მმ



ნახ. 4. $1-Q$ და $2-S$ ჭრის ძალის მდგენელების დამოკიდებულება მიწოდების სიჩქარეზე U დასამუშავებელი მასალა მსუბუქი მ.პ.კ. ჭრის სიჩქარე $V_{საშ.} = 32,5$ მ/წმ; ჭრის სიმაღლე $h_{საშ.} = 40$ მმ



ნახ. 5. 1-Q და 2-S ჭრის ძალის მდგენელების დამოკიდებულება ჭრის სიმაღლეზე h დასამუშავებელი მასალა მსუბუქი მ.ბ.ფ; ჭრის სიჩქარე $V_{საშ.} = 32,5$ /წმ; მიწოდების სიჩქარე $U_{საშ.} = 18,5$ მ/წთ

დასკვნები

1. მერქნული მასალების ჭრის პროცესების ექსპერიმენტალური და ანალიტიკური კვლევის საფუძველზე იყო დადგენილი ჭრის მდგენელი ძალების დამოკიდებულება ძირითად ფაქტორებზე;
2. მიღებული შედეგების სტატისტიკური დამუშავების მეთოდებით გამოყვანილია რეგრესიის განტოლებები, რომელიც ასახავს ჭრის მდგენელი ძალების დამოკიდებულებას ჭრის რეჟიმის ფაქტორებზე (ჭრის სიჩქარეზე V მ/წმ; მიწოდების სიჩქარეზე U მ/წთ; ჭრის სიმაღლეზე h მმ).
3. მიღებული რეგრესიის განტოლებების საფუძველზე აგებულია გრაფიკული დამოკიდებულებები ჭრის მდგენელი ძალებისა ჭრის რეჟიმებზე.
4. მიღებული გრაფიკების საშუალებით შეგვიძლია დავადგინოთ მკვ ხერხვის ოპტიმალური ჭრის რეჟიმები

გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა

1. Sequoia. Ru /ru/ Энциклопедия – ДПК;
2. Sequoia. Ru /ru/ Применение – ДПК;
3. ზ. ჩიტძე, ი. გელაშვილი, მ. ჟღენტა, ვ. აბაიშვილი - მშრალი ფიჭვის ლენტური ხერხებით ხერხვის პროცესის დინამიკური პარამეტრები კვლევა; ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“; № 1(38) 2017.

**RESEARCH OF FORCE PARAMETERS OF BAND SAWING PROCESS BY
LIGHTWEIGHT WOOD-POLYMER COMPOSITES (PART I)**

**Igor Gelashvili, Zaur Chitidze, Temur Moniava,
Maka Zhgenti, Eka Sarishvili, Papuna Kapanadze**

Abstract

In the article is considered the process of sawing by ribbon saws of lightweight wood-polymer composite materials. In particular, based on the conducted experiments and the mathematical processing of their results, the equations of regression are obtained for supply force “Q” and normal to it “S” force cutting components relation on 3 variable factors: cutting velocity “V”, cutting height "h" and the supply speed "U". The graphical dependencies of the cutting forces on these factors are constructed.

**Исследование силовых параметров ленточного пиления
легких древеснополимерных компонентов (Часть I)**

**Игорь Гелашвили, Заур Читидзе, Темур Мониава,
Мака Жгенти, Эка Саришвили, Папуна Капанадзе**

Резюме

В статье рассмотрено исследование процесса ленточного пиления легких древеснополимерных композитов. В частности на основании проведенных экспериментов и их последующей математической обработке получены уравнения регрессии для «Q» и «S» составляющих сил резания в зависимости от трех переменных факторов: скорости резания «V»; высоты пропила «h» и скорости подачи «U». Построены графики зависимости составляющих сил резания от этих факторов.

უაკ 634.36

**მძიმე მერქანპოლიმერული კომპოზიტების ლენტური
ხერხებით ხერხვის პროცესის ძალური
პარამეტრების კვლევა (II ნაწილი)**

იგორ გელაშვილი*, ზაურ ჩიტაძე*, თემურ მონიავა*,
მაკა ჟღენტი**, ეკა სარიშვილი***, პაპუნა კაპანაძე******

**პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

***ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

****დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*****მაგისტრანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

**(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. № 71, 0175,
თბილისი, საქართველო)**

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია მძიმე მერქანპოლიმერული კომპოზიციური მასალების (დექას) ლენტური ხერხებით ხერხვის პროცესის კვლევა. კერძოდ, ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე და მათი შედეგების მათემატიკური დამუშავებით მიღებულია რეგრესიის განტოლებები მიწოდების ძალის „Q“ და მასთან ნორმალური ძალის „S“ ჭრის მდგენელი ძალების დამოკიდებულება სამ ცვლად ფაქტორზე: ჭრის სიჩქარეზე „V“; ჭრის სიმაღლეზე „h“ და მიწოდების სიჩქარეზე „U“. აგებულია ჭრის მდგენელი ძალების გრაფიკული დამოკიდებულებები ამ ფაქტორებზე.

საკვანძო სიტყვები: მერქანპოლიმერული კომპოზიტი (მკკ) ჭრის მდგენელი ძალები, რეგრესიის განტოლება.

შესავალი

სტატიის I ნაწილში იყო აღწერილი ექსპერიმენტალური დანადგარი – ლენტსახერხი ჩარხი JIC-80 ტიპის, მჭრელი ინსტრუმენტი – ლენტური ხერხი და ექსპერიმენტებს სატარების მეთოდისა, აგრეთვე ექსპერიმენტებს ვატარებდით მსუბუქი სერიის მერქანს პოლიმერულ კომპოზიტებზე.

სტატიის II ნაწილში ექსპერიმენტებს ვატარებთ მძიმე მერქანპოლიმერულ კომპოზიტებზე იგივე მეთოდით და ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცით.

ცხრილი 1

რეგრესიის კოეფიციენტის საანგარიშო ცხრილი „Q“ მდგენელი ძაღისთვის

ცდის №	\tilde{Y}	X_0 (b_0)	X_1 (b_1)	X_2 (b_2)	X_3 (b_3)	X_1X_2 (b_{12})	X_1X_3 (b_{13})	X_2X_3 (b_{23})	$X_1X_2X_3$ (b_{123})
1	7,31	+7,31	-7,31	-7,31	-7,31	+7,31	+7,31	+7,31	-7,31
2	13,4	+13,4	-13,4	-13,4	+13,4	+13,4	-13,4	-13,4	+13,4
3	11,32	+11,32	-11,32	+11,32	-11,32	-11,32	+11,32	-11,32	+11,32
4	32,3	+32,3	-32,3	+32,3	+32,3	-32,3	-32,3	+32,3	-32,3
5	5,85	+5,85	+5,85	-5,85	-5,85	-5,85	-5,85	+5,85	+5,85
6	13,55	+13,55	+13,55	-13,55	+13,55	-13,55	+13,55	-13,55	-13,55
7	10,35	+10,35	+10,35	+10,35	-10,35	+10,35	-10,35	-10,35	-10,35
8	24,2	+24,2	+24,2	+24,2	+24,2	+24,2	+24,2	+24,2	+24,2
\sum_1^n	118,28	118,28	-9,78	38,66	48,02	-7,16	-6,12	20,44	-9,34
კოეფიციენტები $b_i = \sum_1^n : 8$	-	14,78	-1,22	4,83	6,00	-0,89	-0,77	2,56	-1,17

ცხრილი 2

რეგრესიის კოეფიციენტის საანგარიშო ცხრილი „S“ მდგენელი ძაღისათვის

ცდის №	\tilde{Y}	X_0 (b_0)	X_1 (b_1)	X_2 (b_2)	X_3 (b_3)	X_1X_2 (b_{12})	X_1X_3 (b_{13})	X_2X_3 (b_{23})	$X_1X_2X_3$ (b_{123})
1	5,78	+5,78	-5,78	-5,78	-5,78	+5,78	-5,78	+5,78	-5,78
2	16,75	+16,75	-16,75	-16,75	+16,75	+16,75	-16,75	-16,75	+16,75
3	13,2	+13,2	-13,2	+13,2	-13,2	-13,2	+13,2	-13,2	+13,2
4	34,8	+34,8	-34,8	+34,8	+34,8	-34,8	-34,8	+34,8	-34,8
5	3,46	+3,46	+3,46	-3,46	-3,46	-3,46	-3,46	+3,46	+3,46
6	13,11	+13,11	+13,11	-13,11	+13,11	-13,11	-13,11	-13,11	-13,11
7	10,52	+10,52	+10,52	+10,52	-10,52	+10,52	-10,52	-10,52	-10,52
8	21,9	+21,9	+21,9	+21,9	+21,9	+21,9	+21,9	+21,9	+21,9
\sum_1^n	119,22	119,22	-21,84	41,02	53,3	-9,92	-11,84	12,06	-9,2
კოეფიციენტები $b_i = \sum_1^n : 8$	-	14,9	-2,73	5,13	6,66	-1,24	-1,48	1,50	-1,15

სტატის I ნაწილში მოყვანილი ცხრ. 2-ის მიხედვით ჩავატარეთ ექსპერიმენტები და შედეგები დავამუშავეთ სტატისტიკურად ყოველივე მდგენელ ძალაზე კერძოდ Q და S ძალაზე.

ჩატარებული ექსპერიმენტები გვამღევს საშუალებას მივიღოთ რეგრესიის განტოლება შემდეგი სახით:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3, \quad (1)$$

სადაც b_i ($i = 0, 1, 2, 3$) რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტებია ცხრილი 1 და 2-ით მიღებული კოეფიციენტების მნიშვნელობებს ვსაზღვრავთ ფიშერის კრიტერიუმით და საბოლოოდ რეგრესიის განტოლება მიიღებს შემდეგ სახე:

„ Q “ – მდგენელი ძალისათვის:

$$Q = 14,79 - 1,22X_1 + 4,83X_2 + 6,00X_3 + 2,56X_{12} - 1,17 X_1X_2X_3. \quad (2)$$

პირობითი და ფაქტიური ცვლადების გადამყვანი ფორმულების გამოყენებით „ Q “ მდგენელი ძალისათვის რეგრესიის განტოლება მიიღებს სახეს:

$$Q = 14,78 - 1,22\left(\frac{V - 32,5}{7,5}\right) + 4,83\left(\frac{U - 18,5}{13,5}\right) + 6\left(\frac{h - 40}{24}\right) + 2,56\left(\frac{U - 18,5}{13,5}\right)\left(\frac{h - 40}{24}\right) - 1,17\left(\frac{V - 32,5}{7,5}\right)\left(\frac{U - 18,5}{13,5}\right)\left(\frac{h - 40}{24}\right). \quad (3)$$

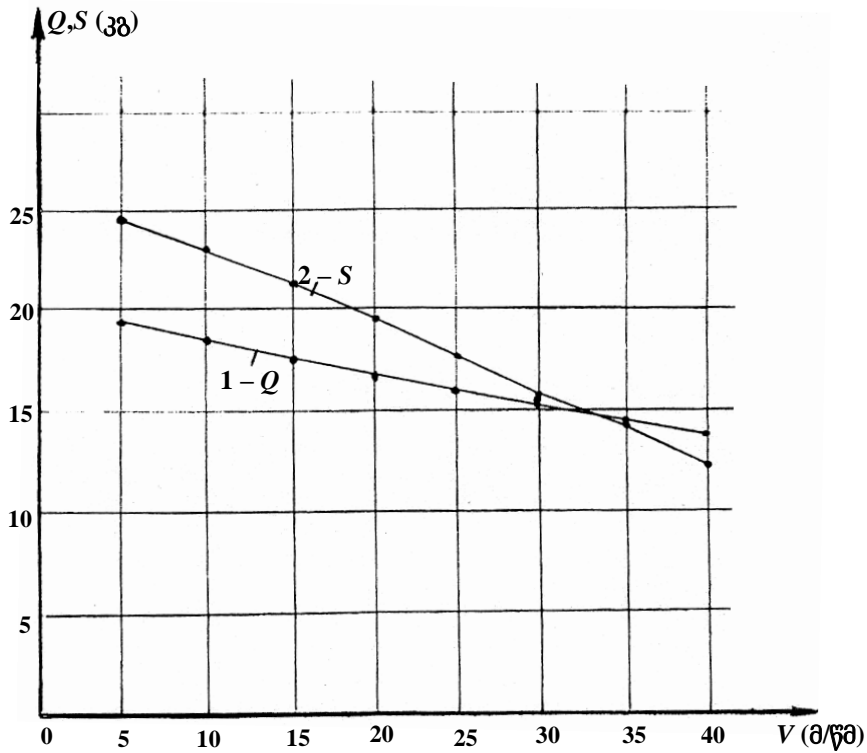
„ S “ – მდგენელი ძალისათვის რეგრესიის განტოლება მიიღებს სახეს

$$S = 14,9 - 2,73X_1 + 5,13X_2 + 6,66X_3. \quad (4)$$

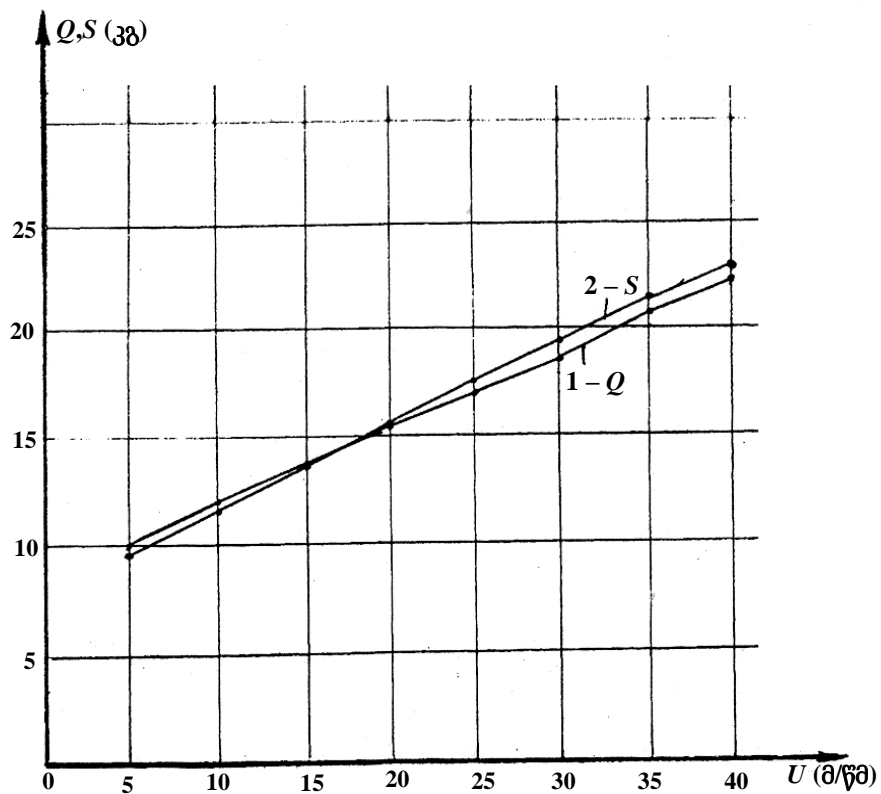
პირობითი სახიდან ფაქტიურ სახეში გადაყვანის შემდეგ მივიღებთ:

$$Q_{\text{ფაქტ}} = 14,9 - 2,73\left(\frac{V - 32,5}{7,5}\right) + 5,13\left(\frac{U - 18,5}{13,5}\right) + 6,66\left(\frac{h - 40}{24}\right). \quad (5)$$

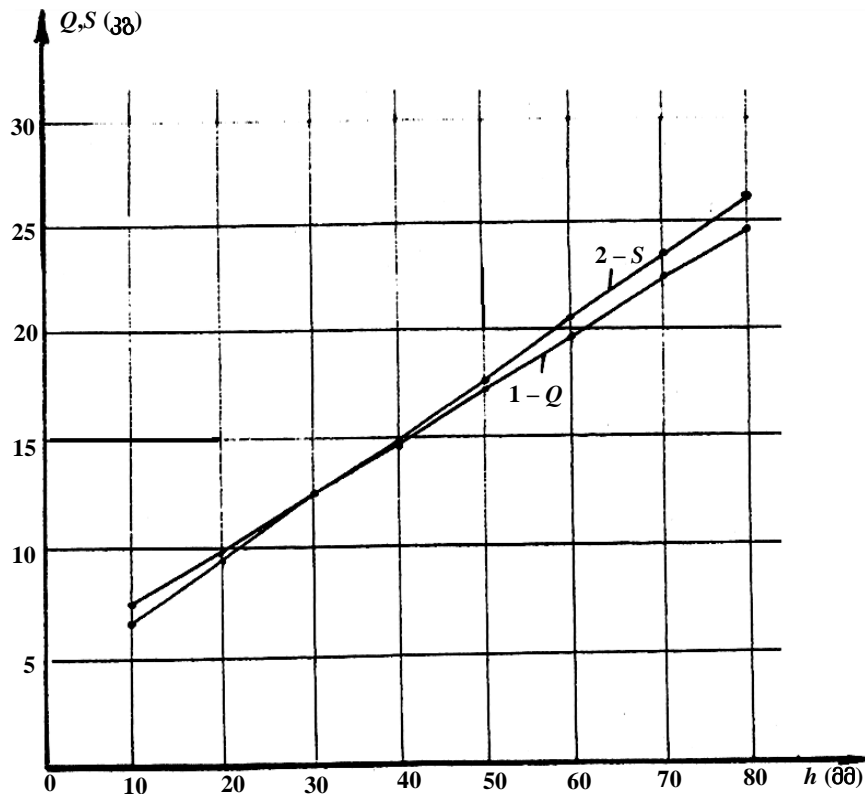
მიღებული განტოლებების მიხედვით აიგება სათანადო გრაფიკები:



ნახ. 1. 1-Q და 2-S ჭრის ძალის მდგენელების დამოკიდებულება ჭრის სიჩქარეზე V, დასამუშავებელი მასალა: მძიმე მ.პ.კ., მიწოდების სიჩქარე $U_{საშ.} = 18,5$ მ/წთ; ჭრის სიმაღლე $h_{საშ.} = 40$ მმ



ნახ. 2. 1-Q და 2-S ჭრის ძალის მდგენელების დამოკიდებულება მიწოდების სიჩქარეზე U, დასამუშავებელი მასალა: მძიმე მ.პ.კ., ჭრის სიჩქარე $V_{საშ.} = 32,5$ მ/წთ; ჭრის სიმაღლე $h_{საშ.} = 40$ მმ



ნახ. 3. 1-Q და 2-S ჭრის ძალის მდგენელების დამოკიდებულება ჭრის სიმაღლეზე h, დასამუშავებელი მასალა: მძიმე მ.პ.კ; ჭრის სიჩქარე $V_{საშ.} = 32,5$ მ/წმ; მიწოდების სიჩქარე $U_{საშ.} = 18,5$ მ/წთ

დასკვნები

1. ჭრის სიჩქარის ზრდა იწვევს ჭრის მდგენელი ძალების შემცირებას, რაც აიხსნება იმით, რომ ჭრის სიჩქარის ზრდის თანავე იზრდება ინერციული საყრდენი და მასალა ნაკლებად გადაიხრება, შესაბამისად კონტაქტის ზონა და ჭრის ძალები წახნაგზე მცირდება.
2. მოცემული მასალების ჭრისას მიწოდების სიჩქარის ზრდა იწვევს მდგენელი ძალების ზრდას რათა მიწოდება ერთ კბილზე ზრდის ჭრის ძალებს.
3. ჭრის სიმაღლის ზრდა იწვევს ჭრის მდგენელი ძალების მკვეთრ ზრდას, რათა ერთდროულად მომუშავე კბილების რაოდენობა განახერხში მატულობს, რითაც შეგვიძლია ამ მასალების ოპტიმალური ჭრის რეჟიმების დადგენა.

გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა

1. Sequoia. Ru /ru/ Энциклопедия – ДПК.
2. Sequoia. Ru /ru/ Применение – ДПК.

3. ზ. ჩიტძე, ი. გელაშვილი, მ. ჟღენტი, ვ. აბაიშვილი - მშრალი ფიჭვის ლენტური ხერხებით ხერხვის პროცესის დინამიკური პარამეტრები კვლევა; ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“; № 1(38) 2017.

**RESEARCH OF FORCE PARAMETERS OF THE BAND SAWING PROCESS
BY HEAVY WOOD-POLYMER COMPOSITES (PART II)**

**Igor Gelashvili, Zaur Chitidze, Temur Moniava,
Maka Zhgenti, Eka Sarishvili, Papuna Kapanadze**

Abstract

In the article is the process of sawing heavy-duty composite materials with ribbon saws. In particular, based on the conducted experiments and the mathematical processing of their results, the equations of regression are obtained for supply force “Q” and normal to it “S” force cutting components relation on 3three variable factors: cutting velocity “V”, cutting height "h" and the supply speed "U". The graphical dependencies of the cutting forces on these factors are constructed.

**Исследование силовых параметров ленточного пиления
тяжелых древеснополимерных компонентов (Часть II)**

**Игорь Гелашвили, Заур Читидзе, Темур Мониава,
Мака Жгенти, Эка Саришвили, Папуна Капанадзе**

Резюме

В статье рассмотрено исследование процесса ленточного пиления тяжелых древеснополимерных композитов. В частности на основании проведенных экспериментов и их последующей математической обработке получены уравнения регрессии для «Q» и «S» составляющих сил резания в зависимости от трех переменных факторов: скорости резания «V»; высоты пропила «h» и скорости подачи «U». Построены графики зависимости составляющих сил резания от этих факторов.

საქართველოს ტრანსპორტის მდგომარეობა და პერსპექტივა

ნინო ოსაძე*

**დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. № 71, 0175,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია საქართველოს ტრანსპორტის მდგომარეობა და პერსპექტივა ეკონომიკური და სოციალური განვითარების განმსაზღვრელი სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარების დონე. სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განხილვისას ძირითად ყურადღებას ვამახვილებთ სატვირთო გადაზიდვების საკითხზე, თუმცა არანაკლებ მნიშვნელოვანია სამგზავრო გადაყვანები, სატრანსპორტო მომსახურების უსაფრთხოება, სატრანსპორტო ქსელის დახვეწა და ა.შ. მსოფლიო ბანკის მიერ, რეგულარულად ხდება მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნების სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის შეფასება, კერძოდ კი თითოეული ქვეყნისათვის ლოგისტიკის (Logistics Performance Index – LPI) ეფექტიანობის ინდექსის გამოანგარიშება და ამ კოეფიციენტის მიხედვით ქვეყნების რეიტინგის განსაზღვრა.

საკვანძო სიტყვები: ეკონომიკა, მენეჯმენტი, ტრანსპორტი, ლოჯისტიკა,

შესავალი

ტრანსპორტი, ლათინურად *Transportare*, ნიშნავს გადაზიდვას. დღეისათვის ტრანსპორტი გულისხმობს ტვირთის გადაზიდვებსაც და მგზავრთა გადაყვანებსაც.

კაცობრიობის ცივილიზაციას თან სდევს ტრანსპორტის და შესაბამისად სატრანსპორტო საშუალებების განვითარებაც. დღეისათვის მეცნიერულ-

ტექნიკური პროგრესის განვითარებამ იმ დონეს მიაღწია, რომ ცალკეული სახელმწიფოები სპეციალიზდებიან ამა თუ იმ სახის პროდუქციის შექმნაზე წარმოების დანახარჯების შემცირების მიზნის მიღწევის სურვილით, შესაბამისად ნაწარმის ტრანსპორტირება ხორციელდება დიდი მასშტაბებით შორეულ მანძილებზე.

ამდენად წარმოიშობება უდიდესი ტვირთნაკადები აღმოსავლეთ-დასავლეთის და ჩრდილოეთ-სამხრეთის მიმართულებებზე. ამ ნაკადების ტრანსპორტირებისათვის გამოიყენება, როგორც სახმელეთო, ისე საზღვაო ტრანსპორტი. შესაბამისად მაღალია კონკურენცია, როგორც ტრანსპორტის ცალკეულ სახეობებს, ასევე სახელმწიფოებს შორისაც ტვირთებია მოზიდვის თავალსაზრისით. ამ მიმართებით საქართველოს გეოპოლიტიკური მდებარეობა ქმნის ხელსაყრელ პირობებს მსოფლიო ტვირთნაკადებში საქართველოს განსაკუთრებული ადგილის დამკვიდრებისათვის.

შესავალი

საქართველოს ეკონომიკური მდგომარეობა მართალია თანდათან უმჯობესდება, მაგრამ იგი მაინც შორსაა სასურველისაგან. საკმარისია ითქვას, რომ ერთ სულ მოსახლეზე გაანგარიშებით მშპ-ის მოცულობით ჩვენ რამდენჯერმე ჩამოვრჩებით არა მარტო მოწინავე - ინდუსტრიულად განვითარებულ სახელმწიფოებს, არამედ მსოფლიოს საშუალო მაჩვენებლებსაც კი. საერთაშორისო ფინანსური ორგანიზაციების და გაეროს შეფასებით, აღნიშნული მაჩვენებლით ასე გამოვიყურებით (იხ. ცხრილი 1).

ბუნებრივია ასეთი ჩამორჩენილი ეკონომიკური მდგომარეობის გამო აუცილებელია სწრაფი ეკონომიკური განვითარების მიღწევა, დაახლოებით იმ ტემპების უზრუნველყოფა, რომელიც 1990-2010 წწ-ში გააჩნდათ „აზიის ვეფხვებად“ წოდებულ ქვეყნებს და აქვთ ამ ბოლო წლებში ესპანეთს, ირლანდიას და სხვა მსგავს სახელმწიფოებს. ეს კი მიღწევადია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც

მაქსიმალურად სრულად იქნება გამოყენებული არსებული რესურსები. აქ იგულისხმება ბუნებრივი, ფინანსური, გეოგრაფიული, ადამიანური და სხვა რესურსი. ერთ-ერთ ასეთ რესურსს წარმოადგენს საქართველოს გეოპოლიტიკურად ხელსაყრელი მდებარეობა.

საქართველო ტერიტორიით პატარა და მოსახლეობით მცირერიცხოვანი სახელმწიფოა, მაგრამ მის ტერიტორიაზე გადი ევროპა-აზიის დამაკავშირებელი უმოკლესი გზა, რომლის სათანადოდ გამოყენება ხდებოდა უხსოვარი დროიდან, ჯერ კიდევ ელინური და რომაული ცივილიზაციის პერიოდიდან. მაშინაც, როცა საქართველო დაწინაურებული იყო ეკონომიკურად და პოლიტიკურად შუა საუკუნეებში. მაშინაც კი, როდესაც საქართველო რუსეთის იმპერიის შემადგენლობაში იყო. გამოიყენება დღესაც-დამოუკიდებლობის მოპოვების შემდგომაც, მაგრამ როგორც ჩანს არასაკმარისად. შედეგად ტრანსპორტის წილი საქართველოს მშპ-ში მოკრძალებულია და ესეც მწირი ეკონომიკის ფონზე, მაშინ, როცა ეკონომიკის ამ დარგს ხელშესახები შედეგების მოტანა ძალუძს, მითუმეტეს, თუ გავითვალისწინებთ ქვეყნის საზღვაო ქვეყნის სტატუსსაც, რომლის ფუფუნებაც მსოფლიოს მრავალ ქვეყანას არ გააჩნია.

































ცხრილი 1

მშპ ზოგიერთ სახელმწიფოში

ათასი \$/კაცი¹

საერთაშორისო სავალუტო ფონდის შეფასებით			მსოფლიო ბანკის შეფასებით			გაეროს შეფასებით		
1	 ლუქსემბურგი	105803	1	 ლუქსემბურგი	104,103	1	 მონაკო	173 377
2	 შვეიცარია	80590	2	 მაკაო	80,893	2	 ლიხტენშტეინი	152 933
—	 მაკაო	77451	3	 შვეიცარია	80,190	3	 ლუქსემბურგი	113 373
3	 ნორვეგია	74940	4	 ნორვეგია	75,505			

¹ List of countries by GDP (nominal) per capita. საიტი: [https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_\(nominal\)_per_capita](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_(nominal)_per_capita). გადამოწმებულია 12.02.2019.

4	 ირლანდია	70638	5	 ისლანდია	70,057	4	 ნორვეგია	103 586
5	 ესპანეთი	70332	6	 ირლანდია	69,331	5	 ყადარი	93 352
6	 ყადარი	60804	7	 ყადარი	63,506	-	 მაკაო	91 377
7	 აშშ	59501	8	 აშშ	59,532	6	 შვეიცარია	84 854
8	 სინგაპური	57713	9	 სინგაპური	57,714	7	 ავსტრალია	65 600
9	 დანია	56444	10	 დომენიკი	56,308	8	 შვეცია	60 566
10	 ავსტრალია	55707	11	 ავსტრალია	53,800	9	 დანია	59 921
11	 შვეცია	53217	12	 შვედეთი	53,442	10	 სან-მარინო	57 293
12	 ნიდერლანდები	48345	13	 სან-მარინო	49,664	11	 სინგაპური	54 649
13	 სან-მარინო	47405	-	საშუალო	10714	12	 აშშ	52 392
-	საშუალო	10038	108	 საქართველო	4078	13	 კანადა	52 270
110	 საქართველო	4098				-	საშუალო	10553
						117	 საქართველო	3875

ძირითადი ნაწილი

საქართველოში სატრანსპორტო დარგის დინამიკა ბოლო წლებში დადებითი ტრენდით ხასიათდება. რისი გამომწვევი მიზეზებიც უამრავია. მათგან გამოვყოთ ორი მიმართულება: სატრანზიტო ტვირთების მოზიდვაზე არასაკმარისი ორგანიზაციული სამუშაოების წარმართვა და შიგა ეკონომიკის იმპორტირებულ ნედლეულზე, მასალებსა და მაკომპლექტებელ ნაკეთობებზე მოთხოვნის შემცირება.

ტრანსპორტის დინამიკა ოფიციალური სტატისტიკით ნაჩვენებია ცხრილ 2 და ცხრილ 3-ში.

როგორც მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს ტვირთის გადატანა საერთო სარგებლობის ტრანსპორტით ჯამურად შემცირდა 2011 წ-ის 48926,8 ათ. ტ-ნიდან

41507,4 ათ. ტ-მდე 2017 წლისათვის. უფრო საგანგებოდ გამოიყურება ტვირთბრუნვის მაჩვენებელი სადაც ანალოგიურ პერიოდებში შემცირდა ტვირთბრუნვა 6690,0 მლნ. ტონა-კმ-დან 3796,1 მლნ. ტონა-კმ.-დე, ანუ თითქმის 2-ჯერ.

ცხრილი 2

ტვირთის გადატანა საერთო სარგებლობის ტრანსპორტის სახეების მიხედვით (ათასი ტონა)²

წლები	სულ	მათ შორის			
		სარკინიგზო	საავტომობილო	საზღვაო	საჰაერო
2011	48 926.8	20 123.4	28 794.1	8.1	1.2
2012	49 190.8	20 076.0	29 110.8	3.6	0.4
2013	47 616.4	18 185.0	29 431.0	-	0.4
2014	46 445.1	16 673.3	29 754.7	-	17.1
2015	44 247.1	14 142.7	30 082.0	-	22.4
2016	42 318.9	11 881.7	30 412.9	-	24.3
2017	41 507.4	10 672.5	30 747.4	-	87.5

ცხრილი 3

საერთო სარგებლობის ტრანსპორტის ტვირთბრუნვა ტრანსპორტის სახეების მიხედვით (მლნ. ტონა-კმ)

წლები	სულ	მათ შორის			
		სარკინიგზო	საავტომობილო	საზღვაო	საჰაერო
2011	6 690.0	6 054.8	628.4	5.3	1.5
2012	6 616.8	5 976.6	637.3	2.4	0.5
2013	6 172.4	5 525.9	646.1	-	0.4
2014	5 672.4	4 987.6	655.1	-	29.7
2015	4 966.9	4 261.3	664.3	-	41.3
2016	4 140.9	3423.1	673.6	-	44.2
2017	3 796.1	2 963.3	683.0	-	149.8

შემცირება ძირითადად გამოწვეულია სარკინიგზო ტრანსპორტის მაჩვენებლის გაუარესებით, სადაც 2011 წ-ს გადატანილი იქნა 20 123.4 ათასი ტ. ტვირთი, ხოლო 2017 წ-ს - მხოლოდ 10 672.5 ათასი ტ. ანუ გადატანილი ტვირთების

² საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. სტატისტიკური წელიწადური 2018.თბ. 2018. გვ.99

მოცულობა განახევრდა, ხოლო რაც შეეხება ტვირთბრუნვას აქაც დაახლოებით იგივე მდგომარეობაა.

ცალკე აღნიშვნის ღირსია საზღვაო ტრანსპორტის მაჩვენებლები. საქართველო იმ იშვიათ სახელმწიფოს წარმოადგენს, რომელსაც აქვს ზღვაზე გასასვლელი, ფლობს ორ მოქმედ ბათუმის და ფოთის პორტებს, ყულევის და სუფსის ტერმინალებს, მაგრამ არ გააჩნია საზღვაო ფლოტი. შესაბამისად საზღვაო ტრანსპორტით გადაზიდული ტვირთების მოცულობა სტატისტიკურად 2012 წ-ის შემდეგ ნულოვანია.

საზღვაო პორტების და ტერმინალების საერთო მახასიათებლები შემდეგია:

1. ბათუმის პორტი - 2015 წელს გადამუშავებული ტვირთების რაოდენობა – 5,7 მლნ ტონა; 2015 წელს გადამუშავებული კონტეინერების რაოდენობა - 54,695 TEU (1 TEU-20 ფუტი - 6,1 მეტრი); საკონტეინერო ტერმინალის გამტარუნარიანობა - 100 000 TEU წელიწადში; სამგზავრო ტერმინალის გამტარუნარიანობა - 180 000 მგზავრი წელიწადში; 2008 წლის თებერვალში სს "ყაზტრანსოილის" შვილობილმა კომპანიამ - შპს Batumi Industrial Holding-მა ბათუმის საზღვაო ნავსადგურის 49 წლით ექსკლუზიური მართვის უფლება და ბათუმის ნავთობტერმინალის აქციების 100%-იანი პაკეტი შეიძინა.
2. ფოთის პორტი - 2015 წელს გადამუშავებული ტვირთების რაოდენობა – 6,8 მლნ ტონა; 2015 წელს გადამუშავებული კონტეინერების რაოდენობა – 325,121 TEU; საკონტეინერო ტერმინალის გამტარუნარიანობა - 400 000 TEU წელიწადში. 2008 წელს ფოთის პორტის აქციების 51% და პორტის მართვის უფლება 49-წლიანი ვადით არაბულმა კომპანია "რაკიამ" (RAK Investment Authority) შეიძინა. შემდეგ კომპანიამ პორტის აქციების დარჩენილი წილიც იყიდა და აქციების 100%-იანი პაკეტის მფლობელი გახდა. 2011 წლის აპრილში "რაკიამ" ფოთის პორტის აქციების 80% დანიურ გიგანტს AP Moller-Maersk Group-ის შვილობილ APM Terminals-ს მიჰყიდა და პორტის მართვიდან გავიდა.

3. ყულევის ტერმინალი - 2015 წლის განმავლობაში გადამუშავებული ტვირთების რაოდენობა - 2,5 მილიონი ტონა; ტერმინალის გამტარუნარიანობა წელიწადში - 10 მლნ ტონამდე; ყულევის ნავთობტერმინალი 2007 წლის იანვარში აზერბაიჯანის სახელმწიფო ნავთობკომპანია "სოკარმა" შეიძინა.
4. სუფსის ტერმინალი - 2015 წელს გადამუშავებული ტვირთების რაოდენობა - 4,2 მლნ ტონა; წლიური გამტარუნარიანობა - 7 მილიონი ტონა; 1999 წლის 17 აპრილს სუფსაში გაიხსნა სუფსის ტერმინალი, ბაქო-სუფსის ნავთობსადენის ბოლო წერტილი. ტერმინალის შემადგენლობაში შედის 4 რეზერვუარი, თითო - 40 000 ტონა ნავთობის ტევადობით.

საქართველოში მოქმედი ორივე პორტის დაღმავება არ იძლევა საშუალებას დიდი წყალწყვის გემების მომსახურებისათვის. ბათუმის პორტის მაქსიმალური სიღრმე 11,5 მ-ია, ხოლო ფოთის მხოლოდ 12,5 მ. მაგრამ ეს უკანასკნელი ისილება და პერმანენტულ გასუფთავებას საჭიროებს, რაც ამ ბოლო წლებში ვერ ხერხდება, ამიტომ ფოთის პორტში შემოსული გემების მაქსიმალური დაღრმავება არ აღემატება 8,4 მ-ს.

ბუნებრივია არასაკმარისი სიღრმე იწვევს გარკვეულ შეფერხებებს, რამდენადაც საზღვაო გადაზიდვების მოცულობა და ინტენსივობა განუწყვეტლივ იზრდება, შედეგად გამოყენებადია მალალი წყალწყვის გემები, რომეთა მომსახურება საქართველოში მოქმედ პორტებს არ ძალუძს.

საქართველოს საზღვაო პორტების ძირითადი კონკურენტებია რუსეთის ფედერაციის ნოვოროსისკის და ტუაფსეს და თურქეთის სამსუნგის პორტება. ნოვოროსისკის პორტის სიმძლავრე, ბოლოს განხორციელებული მოდერნიზაციის შედეგად გაიზარდა 140 მლნ. ტ-მდე წლიურად და მისი თითქმის 100%-იანი ათვისება ხდება. დაღმავების მაქსიმალური სიდიდე 24,5 მ, რაც ნებისმიერი წყალწყვის გემების მიღების საშუალებას იძლევა. ტუაფსეს პორტის შესაძლებლობები შედარებით მოკძალებულია და მისი სიმძლავრე მხოლოდ 20 მლნ. ტ. ტვირთის გადამუშავებაა წლიურად. რაც შეეხება სამსუნგის პორტს, მისი სიმძლავრე რეკონსტრუქციის შედეგად გაზრდილია 40 მლნ. ტ-მდე.

საქართველოს საზღვაო შესაძლებლობების ათვისება შესაძლებელია ანაკლიის ღრმაწყლოვანი პორტის მშენებლობით, რომლის განხორციელება დაიწყო კიდევაც, მაგრამ ბოლო დროს განვითარებული მოვლენების ფონზე დიდი წინააღმდეგობებით მიმდინარეობს. ამასთან ბიზნეს გარემოს გაუმჯობესების მიზნით გათვალისწინებული იყო ანაკლიის პორტისათვის სპეციალური შეღავათების დაწესება, რაც მის მნიშვნელობას გაზრდიდა.

საქართველოს ტრანსპორტში სრულყოფილად მხოლოდ მილსადენები მუშაობს. სატრანზიტო დერეფანი, რომელიც საქართველოს კვეთს წარმოადგენს კასპიის ნახშირწყალბადების ყველაზე მიმზიდველ მიწოდების მარშრუტს საერთაშორისო ბაზრებზე.

საქართველოს გავლით ხორციელდება ნავთობის, ნავთობპროდუქტებისა და გაზის ტრანსპორტირება ძირითადად მილსადენებით. აზერბაიჯანი, ისევე როგორც მთლიანად კასპიის რეგიონი, რომელიც ფლობს ენერჯო რესურსების მდიდარ მარაგებს, იზოლირებულია მსოფლიოს ბაზრების მომხმარებლებისგან და მოტივირებულია შეარჩიოს დამოუკიდებელი საექსპორტო მარშრუტები და გვერდი აუაროს სხვა მწარმოებელ (შესაბამისად კონკურენტ) ქვეყნებს.

საქართველოს გააჩნია მნიშვნელოვანი სატრანზიტო პოტენციალი, იმისათვის რომ საერთაშორისო ბაზრებს მომავალში დამატებით მიაწოდოს აზერბაიჯანული და მთლიანად კასპიის რეგიონის ნახშირწყალბადების რესურსები.

აზერბაიჯანს, საქართველოსა და თურქეთს შორის ჩამოყალიბდა სტრატეგიული თანამშრომლობა კასპიის ენერჯო რესურსების სატრანზიტო პროექტების, კერძოდ, ბაქო-სუფსის (WREP), ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის (BTC) და ბაქო-თბილისი-ერზრუმის (SCP) მილსადენების სახით.

ასევე საქართველოზე გადის ე.წ ჩრდილოეთ-სამხრეთის მაგისტრალური გაზის მილსადენი, საიდანაც გაზი რუსეთიდან სასომხეთს მიეწოდება.

რაც შეეხება საავტომობილო ტრანსპორტს, მის მიერ გადაზიდული ტვირთის მოცულობა საკმაოდ მაღალია (30 747.4 მლნ. ტ. 2017 წ-ს), მაგრამ მისი აბსოლუტური უმრავლესობა შიგა გადაზიდვებზე მოდის, ხოლო ტრანზიტულ ტვირთბრუნვაში საქართველოს ავტოტრანსპორტის წილი შედარებით უმნიშვნელოა. ამიტომაც

ტვირთბრუნვის მაჩვენებელი შედარებით დაბალია, სულ 683.0 მლნ. ტ.-კმ, რაც 5-ჯერ ჩამორჩება რკინიგზის ანალოგიურ მაჩვენებელსაც კი.

მიზეზები, რომლებიც განაპირობებენ საქართველოში სატრანსპორტო სფეროს ჩამორჩენილობას ძირითადად შემდეგია:

- საგზაო ინფრასტრუქტურის არასაკამარისი განვითარება და გამართულობა;
- სატრანსპორტო საშუალებების დაბალი ტექნიკური პარამეტრები და შეუსაბამობა ევროპის სტანდარტებთან;
- ტვირთის გადაზიდვის მაღალი ტარიფები;
- ტრანსპორტში ბიზნეს გარემოს ნაკლოვანებები, რომელიც არ ასტიმულირებს ეკონომიკის სატრანსპორტო სექტორის დაჩქარებულ განვითარებას;
- მენეჯმენტის და ლოგისტიკის თანამედროვე-მოწინავე მეთოდების გამოყენების სირთულეები და სხვ.

დასკვნა

იმ მიზნით, რომ მაქსიმალურად იქნას გამოყენებული საქართველოს სატრანსპორტო და სატრანზიტო პოტენციალი, უპირველესად საჭიროა მაკროეკონომიკური გარემოს გაუმჯობესება, რაც გამოიხატება შემდეგ ჯგუფებში:

— საბაზრო ინფრასტრუქტურის განვითარება - საქართველოში დეკლარირებულია თავისუფალი საბაზრო ურთიერთობები, მაგრამ ვერ ფუნქციონირებს ვერცერთი სასაქონლო ბირჟა, არ არსებობს შრომითი ბირჟები, ხოლო ფასიანი ქაღალდების ბირჟაზე კოტირებული აქციების მოცულობა კრიტიკულად მცირეა;

— საგადასახადო სისტემა - იგი შესაბამისობაშია დასავლეთ ევროპის და ევროკავშირის წევრი ქვეყნების საგადასახადო ტარიფებთან, მაგრამ არ ითვალისწინებს დიფერენცირებულ მიდგომას გარდა იმ ტერიტორიული ერთეულებისა, რომელთაც მინიჭებული აქვთ თავისუფალი ეკონომიკური ზონის სტატუსი. ჩვენი საგადასახადო სისტემა არ ითვალისწინებს საგადასახადო ტარიფების დიფერენცირებას დარგობრივ ჭრილში, რაც უარყოფითად აისახება იმ

სექტორების განვითარებაზე, რომელთათვისაც ქვეყანას ხელსაყრელი გეოგრაფიული და ბუნებრივი პირობები გააჩნია;

— საკრედიტო-საფინანსო სისტემის გაუმართაობა - საქართველოში მაღალია ეროვნული ვალუტის ლარის კურსის მერყევის ამპლიტუდა თავისუფლად კონვერტირებად ვალუტებთან მიმართებაში, ამასთან მაღალია საბანკო სესხის საპროცენტო განაკვეთი და იგი ბიზნესის განვითარებას ნაკლებად ახალისებს;

— ბიზნესის სამართლებრივი რეგულირების და დავების გადაწყვეტის მოუქნელი სისტემა - ქვეყანაში არ არსებობს ერთიანი სააბიტრაჟო სასამართლო და სამეურნეო სუბიექტებს შორის დავებს განიხილავს საერთო სასამართლოების სამოქალაქო საქმეთა კოლეგია, სადაც საქმეთა განხილვა უსაშველოდ ჭიანჭურდება და რამდენიმე წელიც კი გრძელდება.

გამოყენებული ლიტერატურა და წყაროები

1. List of countries by GDP (nominal) per capita. საიტი:
[https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_\(nominal\)_per_capita;](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_(nominal)_per_capita;)
2. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. სტატისტიკური წელიწრეული 2018. თბილისი, 2018;
3. ინტერნეტ გამოცემა bpn. საქართველოს პორტები. საიტი:
[https://www.bpn.ge/article/20177-sakartvelos-portebi/;](https://www.bpn.ge/article/20177-sakartvelos-portebi/)
4. ქოქოლაძე ტ. საქართველოს საზღვაო პორტების მდგომარეობა და განვითარების პრობლემები. დისერტაცია. თბ. 2012. გვ. 38, 58;
5. Wikipedia. Новороссииск. საიტი: <https://en.wikipedia.org/wiki/Novorossiysk;>
6. საიტი:
https://web.archive.org/web/20140328134911/http://www.tcdd.gov.tr/tcdding/samsun_ing.html;
7. მამუკა ხაზარაძე - ანაკლიის პორტს თავისი კანონმდებლობა ექნება - გვინდა, რომ ამ ზონაში იყოს ლონდონის არბიტრაჟის ანალოგი. მ. ხაზარაძის გამოსვლა კავკასიის უნივერსიტეტში. საიტი:

<https://www.interpressnews.ge/ka/article/533208-mamuka-xazaraze-anakliis-ports-tavisi-kanonmdebloba-ekneba-gvinda-rom-am-zonashi-iqos-londonis-arbitrazhis-analogi>. გადამოწმებულია 20.02.2019;

8. გოჩიტაშვილი თ. ნავთობისა და გაზის სატრანზიტო მილსადენები (არსებული და პერსპექტიული). თბილისი 2014. საიტზე:

<http://weg.ge/sites/default/files/1.-energy-transit-projects.pdf>.

გადამოწმებულია 20.02.2019.

Condition and perspective of Georgian transport

Nino Osadze

Abstract

The paper discusses the state of transport in Georgia and the perspective on the level of development of transport infrastructure that determines economic and social development. When discussing transport infrastructure, we focus on the issue of freight transportation, although no less important are passenger transportation, security of transport services, refinement of the transport network, etc. The World Bank regularly evaluates the transport infrastructure of different countries of the world, in particular, calculates the Logistics Performance Index (LPI) for each country and determines the ranking of countries according to this ratio.

Состояние и перспективы грузинского транспорта

Нино Осадзе

Резюме

В статье обсуждается состояние транспорта в Грузии и перспективы уровня развития транспортной инфраструктуры, определяющей экономическое и социальное развитие. При обсуждении транспортной инфраструктуры мы акцентируем внимание на вопросе грузовых перевозок, хотя не менее важными являются пассажирские перевозки, безопасность транспортных услуг, усовершенствование транспортной сети и др. Всемирный банк регулярно проводит оценку транспортной инфраструктуры разных стран мира, в частности, рассчитывает индекс эффективности логистики (LPI) для каждой страны и определяет рейтинг стран по этому коэффициенту.

უკ 330; 650

რეგიონალური ჰაბის ჩამოყალიბების

პერსპექტივები საქართველოში

ნინო ოსაძე*

**დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. № 71, 0175,

თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია საქართველოს რეგიონალური ჰაბის როლი და შესაძლებლობა ბიზნესის განვითარებისთვის. საქართველო წარმოადგენს ევროპა-სამხრეთ კავკასია ცენტრალური აზიის სატრანსპორტო სისტემის საკვანძო ქვეყანას. სტრატეგიულად მნიშვნელოვანი გეოგრაფიული მდებარეობის გამო საქართველოს მთელს კავკასიაში და მის ფარგლებს გარეთაც საკვანძო სატრანზიტო ფუნქცია აქვს. სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის და სატრანსპორტო საშუალებების გაუმჯობესება აუცილებელი წინაპირობა არის ქვეყნის ეკონომიკური და სოციალური განვითარებისთვის. სწორედ ამიტომ, ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს ევროკავშირთან ასოცირების შეთანხმებაში ტრანსპორტთან დაკავშირებული მოცემულობების შესწავლას და შემდგომში მათ თანდათანობით დანერგვას.

საკვანძო სიტყვები: ეკონომიკა, მენეჯმენტი, ტრანსპორტი, ჰაბი, ინფრასტრუქტურა.

შესავალი

თემის აქტუალობა საქართველო წარმოადგენს ევროპა-სამხრეთ კავკასია-ცენტრალური აზიის სატრანსპორტო სისტემის საკვანძო ქვეყანას. საქართველოს გეოპოლიტიკურმა მდებარეობამ განაპირობა მისი დასავლეთისა და აღმოსავლეთის, ჩრდილოეთისა და სამხრეთის ქვეყნებს შორის საერთაშორისო გადაზიდვების სატრანზიტო ქვეყნად ჩამოყალიბება, ამიტომ ყველა პირობა უნდა შეიქმნას იმისათვის, რომ აღნიშნულ ქვეყნებს შორის სატრანზიტო გადაზიდვები ხდებოდეს საქართველოს ტერიტორიის გავლით კეთილმოწყობილი

საერთაშორისო დონის შესაბამისი სარკინიგზო და საავტომობილო მაგისტრალებით, რაც რეალურად შესაძლებელი და ყველა ქვეყნისათვის ხელსაყრელია, როგორც უმოკლესი და ეკონომიური გზა.

ხელსაყრელი გეოპოლიტიკური ადგილმდებარეობიდან გამომდინარე, საქართველოს უჩნდება რეალური შანსი გაატაროს და გადაამუშაოს დამატებითი ტვირთები, რაც საგრძნობლად გაზრდის ქვეყნის შემოსავლებს, შექმნის მეტ სამუშაო ადგილს, ხელს შეუწყობს წარმოებას და ვაჭრობის განვითარებას, რაც თავის მხრივ უმნიშვნელოვანეს როლს ითამაშებს ისეთი დარგების აღორძინებისათვის, როგორცაა სოფლის მეურნეობა, ვაჭრობა, ტურიზმი და სხვ.

თემის მიზანია განვიხილოთ ტრასეკა, რომელიც არის საქართველოს ეკონომიკაში უმნიშვნელოვანესი პროცესი, ასევე ქვეყნის სამომავლო განვითარების რეალური ორიენტირი. აღნიშნული პროექტი საქართველოს საგარეო-ეკონომიკური განვითარების მზარდი ფაქტორია და განსაზღვრავს ქვეყნის მეურნეობის განვითარების 6 სტრატეგიულ მიმართულებას.

ტრასეკას მარშრუტის მიმართულება უძველესი დროიდან იყო ცნობილი როგორც სავაჭრო გზა, იგი მოიხსენიება, როგორც “აბრეშუმის გზა”, და აკავშირებდა დასავლეთისა და აღმოსავლეთის ცივილიზაციებს. მსოფლიოს “დიდი აბრეშუმის გზა” შავი ზღვით და ხმელთაშუა ზღვით გადის ევროპაში, აფრიკაში და ატლანტის ოკეანით ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკაში. ეს გზა მნიშვნელოვნად ამცირებს სახმელეთო და საზღვაო გზას იაპონიიდან და ჩინეთიდან ევროპამდე და ამერიკამდე. ახალი გზა ასევე უმოკლესი იქნება წყნარ ოკეანესა და ევროპის დამაკავშირებელ გზებს შორის. სწორედ ამ რეალობიდან გამომდინარე ევროკავშირმა მიიღო პროგრამა სატრანსპორტო დერეფანი ევროპიდან კავკასიისა და შუა აზიის გავლით (ტრასეკა), ამ რეგიონში ტრანსპორტირებისა და ვაჭრობის განვითარების სპეციალური სტრატეგიული მიზნით.

გამართული სატრანსპორტო სისტემა იწვევს მაღალი ხარისხის სერვისს, იაფ და ეფექტიურ მიწოდების ქსელს. საქართველოს საგარეო ეკონომიკური ურთიერთობების განვითარების ძირითად მატერიალურ საფუძველს წარმოადგენს სხვადასხვა სახის ტრანსპორტი. მისი დანიშნულება არის მსოფლიოს სხვადასხვა

ბიზნეს გაერთიანების შორის კავშირის დამყარება კოორდინაციის, საერთაშორისო კონვენციებისა და სახელმწიფოთაშორისი ხელშეკრულების საფუძველზე. საქართველოზე გამავალი ევროპის და აზიის დამაკავშირებელი სატრანსპორტო დერეფანი „ტრასეკა“ აღიარებულია როგორც პრიორიტეტული და დატანილია გლობალური სატრანსპორტო ქსელების ევრაზიულ რუქებზე.

ამ სატრანსპორტო დერეფანში შავ ზღვას ერთ-ერთი ძირითადი ადგილი უჭირავს. მასზე გადის ევროპისა და აზიის ქვეყნების დამაკავშირებელი სახმელეთო და საზღვაო მაგისტრალები, საქართველოს საზღვაო პორტები კი წარმოადგენენ უმნიშვნელოვანეს სატრანსპორტო ლოჯისტიკურ ცენტრებს. აქვე უნდა ავლნიშნოთ, რომ საქართველოს გეოგრაფიული მდებარეობა არ უნდა იქნეს გამოყენებული მხოლოდ ტრანზიტისთვის.

საქართველოს მეტი პოტენციალი გააჩნია, აქვს რესურსი იყოს რეგიონალური ჰაბი. აქ შექმნილია სათანადო გარემო 7 საერთაშორისო კომპანიების შექმნისათვის და რეგიონალური საფინანსო და ლოჯისტიკური ცენტრის ჩამოყალიბებისათვის.

კვლევის მეთოდოლოგია ნაშრომში თეორიული პრინციპები და წესები წარმოდგენილია მეთოდოლოგიის საშუალებით. თემაში განსაზღვრულია მიზნის მისაღწევი კონკრეტული პრაქტიკული ხერხები, რჩევები და რეკომენდაციები. რაც შეეხება მეთოდოლოგიას, თემაში გამოყენებულია მეთოდოლოგიის, როგორც თვისობრივი ასევე რაოდენობრივი ფორმა.

გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა

1. მღებრიშვილი ბ. - საქართველოს სავაჭრო ურთიერთობები უმსხვილეს პარტნიორ ქვეყნებთან;
2. გედენიძე მ. - აბრეშუმის გზა ტრასეკა, თბილისი, 2013წ.;
3. ლორთქიფანიძე ო. - ანტიკურ ხანაში ინდოეთიდან შავი ზღვისაკენ მიმავალი სატრანსპორტო-სავაჭრო გზის შესახებ., თბილისი, 1997წ.;

4. საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროს ოფიციალური მონაცემები.;
5. <http://www.batumioilterminal.com/?lang=en>
6. <http://www.kulevioilterminal.com/>
7. <http://www.apmterminalsputi.com>
8. <http://www.economy.ge/?page=projects&s=31>
9. Traceka:1993-2014, Transport corridor Europe-the Caucasus-Azia, 20014
10. <https://matsne.gov.ge/ka/document/download/3796698/0/ge/> 53
11. http://www.economy.ge/uploads/files/2017/foreign_trade/tavisufali_vachrobis_shetanxmeba_georgia_china/shetankhmeba_2018/1_china_georgia_fta_geo
12. <http://www.economy.ge/?page=news&nw=695&s=-saqartvelosa-da-eftasshoris-tavisufali-vachrobis-shetanxmeba-1li-maisidan-srulad-amoqmeddeba>
13. World order written by henry Kissinger
14. who rules the world written by Naom Chomsky
15. <https://www.geostat.ge/>
16. The Economist 2017.05.13
17. The Willing World: Shaping and Sharing a Sustainable Global Prosperity
18. A Crisis of Beliefs: Investor Psychology and Financial Fragility, by Nicola Gennaioli and Andrei Shleifer, Princeton, 2018
19. Giggged: the Gig Economy, the End of the Job and the Future of Work, by Sarah Kessler, Random House Business, 2018
20. Prosperity: Better Business Makes the Greater Good, by Colin Mayer, Oxford.

Prospects for the establishment of a regional hub in Georgia

Nino Osadze

Abstract

The paper discusses the role of a regional hub in Georgia and the opportunity for business development. Georgia is a key country in Europe, the South Caucasus and Central Asia. Due to its strategically important geographical location, Georgia has a key transit function

throughout the Caucasus and beyond. Improving transport infrastructure and vehicles is a necessary precondition for the economic and social development of the country. That is why it is very important to study the data related to transport in the Association Agreement with the European Union and to introduce them gradually.

Состояние и перспективы регионального хаба в Грузии

Нино Осадзе

Резюме

Перспективы создания регионального хаба в Грузии Краткое содержание: В статье обсуждается роль регионального хаба в Грузии и возможности для развития бизнеса. Грузия является ключевой страной в Европе, на Южном Кавказе и в Центральной Азии. Благодаря своему стратегически важному географическому положению, Грузия выполняет ключевую транзитную функцию на всем Кавказе и за его пределами. Улучшение транспортной инфраструктуры и транспортных средств является необходимой предпосылкой экономического и социального развития страны. Вот почему очень важно изучить данные, касающиеся транспорта в Соглашении об ассоциации с Европейским союзом, и вводить их постепенно.

უაკ 330; 650

საქართველოს ერთიანი სატრანსპორტო სისტემა და მისი გავლენა ბიზნესის კონკურენტუნარიანობის ამაღლებაზე ნინო ოსაძე*

**დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. № 71, 0175,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სადისერტაციო ნაშრომის მიზანია საქართველოს სატრანსპორტო ფუნქციის გამოკვლევა, მის პრაქტიკულ რეალიზაციაში არსებული დადებითი და უარყოფითი მხარეების შეფასება, კონკურენტუნარიანი სატრანსპორტო დერეფნის შექმნის წინადადებების შემუშავება, რაც განაპირობებს მის აქტუალობას, რამდენადაც საქართველოს სატრანსპორტო-სატრანზიტო ფუნქციების გაძლიერებასთან დაკავშირებული ღონისძიებები პირდაპირ კავშირშია ქვეყანაში ბიზნეს საქმიანობის გააქტიურებასთან, კერძოდ ისეთი დარგების განვითარებასთან, როგორც არის ყველა სახის სატრანსპორტო მიმოსვლები (ტვირთების გადატანა და მგზავრთა გადაყვანა), ასევე ტურისტული, სავაჭრო და საყოფაცხოვრებო და სხვა სერვისული მომსახურეობა, სადაც უკანასკნელ წლებში შემოსავლების სერიოზული ზრდა ფიქსირდება, რაც ახალი სამუშაო ადგილების შექმნას, მოსახლეობის დასაქმებას და მათი და მთლიანად ქვეყნის კეთილდღეობის შემდგომ ზრდას უწყობს ხელს. ამასთან ერთად, რაც არანაკლებ მნიშვნელოვანია, იგი კიდევ უფრო განამტკიცებს ამ დერეფნის მონაწილე სახელმწიფოთა შორის ეკონომიკურ, კულტურულ და სხვა კავშირებს.

საკვანძო სიტყვები: ეკონომიკა, მენეჯმენტი, ტრანსპორტი.

შესავალი

ნაშრომის შესავალში დასაბუთებულია საკვლევი პრობლემის აქტუალობა, კვლევის მიზანი და ამოცანები, საგანი და ობიექტი, პრობლემის შესწავლის

თანამედროვე მდგომარეობა, კვლევის შედეგები და სიახლეები, კვლევის მეთოდი და მეთოდოლოგია და სხვა. აღნიშნულია, რომ საქართველოს სატრანსპორტო-სატრანზიტო ფუნქციების გაძლიერება პირდაპირ დაკავშირებულია ქვეყანაში ბიზნეს საქმიანობის ისეთი დარგების გააქტიურებასთან, როგორც არის ყველა სახის ტრანსპორტი, ტურისტული, სავაჭრო, საყოფაცხოვრებო მომსახურეობა და მთლიანად ქვეყნის ეკონომიკის ის სფეროები სადაც იქმნება ახალი სამუშაო ადგილები, იზრდება შემოსავლები, უმჯობესდება ხალხისა და ქვეყნის ეკონომიკური მდგომარეობა. 8 ლიტერატურის მიმოხილვაში განხილულია ქართველი და უცხოელი ავტორების ნაშრომები, რომლებიც მნიშვნელოვანი იყო პრობლემების ცალკეული კვლევის თვალსაზრისით.

ძირითადი ნაწილი

კვლევის ობიექტი: გამოკვლევის საგანია ზოგადად საქართველოს გეოპოლიტიკური და გეოეკონომიკური ფაქტორები და მათი მნიშვნელობა ქვეყნის ეკონომიკურ და სოციალურ განვითარებაში, ობიექტი კი - საქართველოს სატრანსპორტო სისტემა და მისი როლი სატრანზიტო დერეფანში. თემა საკმაოდ შესწავლილია. საზღვარგარეთელი მეცნიერებიდან, რომელთაც ნაშრომები აქვთ ტრანსპორტის პრობლემებზე უნდა აღინიშნოს: რ. მ. მონსტრა, რ. ნ ჰოლდფილდი, ლ. გ. გუინიპერო, ე.ა. რესი, ლიზა ბ. რეინი, ჰალ ტურტონი, ტომ თეკერი, ვ.ს. ლუგინსკი, ი. აფანსიევი, ვ.ლოსევი, პ. სავიტოვა, ბ. ბაბკოვი, ბ. კამენსკი და სხვა. 6 ქართველი ავტორებიდან აღსანიშნავია ჯ. იოსებიძის, ო. გელაშვილის, ვ. ლეკიაშვილის, გ. ტყეშელაშვილის, მ. ზუბიაშვილის, მზ. ზუბიაშვილის და სხვათა ნაშრომები. ამასთან, დღევანდელი რეალობიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია, არა მარტო სატრანზიტო დერეფნის მომსახურე ოპტიმალური სატრანსპორტო სისტემის ჩამოყალიბებისა და ფუნქციონირების ტექნიკურ-ორგანიზაციული საკითხების შესწავლა გაანალიზება, არამედ საქართველოსთან მიმართებაში მთლიანად ამ დერეფნის კონკურენტუნარიანობის ამაღლების გზებისა და მეთოდების ძიება და ჩამოყალიბება, რაზედაც მწირი ლიტერატურული მასალა

მოგვეპოვება, და რამაც რიგი თეორიული და პრაქტიკული ხასიათის საკითხების ახლიდან შესწავლა და გამოკვლევების ჩატარება მოითხოვა. კვლევის ძირითადი მეთოდები: კვლევის ძირითადი მეთოდებია სამეცნიერო ლიტერატურის, ქართველი და უცხოური მკვლევარების ნაშრომების, სტატისტიკური მონაცემების და ინტერნეტის ქსელის მასალების შესწავლა და განზოგადება. ნაშრომი ეფუძნება მოცემულ საკითხზე არსებულ ქართულ და უცხოენოვან ლიტერატურას, აგრეთვე, საქართველოს მთავრობის 4-პუნქტიან გეგმას 2016-2020 წლებში, რომელიც სივრცითი მოწყობის ნაწილში ითვალისწინებს სატრანსპორტო დერეფნისა და ლოჯისტიკის ფუნქციის გაძლიერებას, სატრანსპორტო ქსელის განვითარებას. მეცნიერული სიახლე: სადისერტაციო ნაშრომის მეცნიერული სიახლე მდგომარეობს შემდეგში: 1. გაანალიზებულია საქართველოს სატრანსპორტო-სატრანზიტო გზები და ზოგადად ქვეყანის თანამედროვე გეოპოლიტიკური და გეოეკონომიკური მდგომარეობა და გაკეთებულია შესაბამისი დასკვნები ქვეყნის აქტიურად ჩართვისათვის ისტორიული ტრანსკავკასიური კორიდორის განვითარებაში. 2. განხილულია საქართველოს სატრანსპორტო-სატრანზიტო გზების ისტორიული წანამძღვრები, და გაკეთებულია ავტორისეული დასკვნები მათი განსაკუთრებული როლის შესახებ ქვეყნის განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე. 7 3. პირველად ქართულ სამეცნიერო ლიტერატურაში კომპლექსურადაა შესწავლილი საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული მიწოდების ჯაჭვის ყველა შემაერთებელი რგოლის: სარკინიგზო, საპორტო, საჰაერო და საავტომობილო ინფრასტრუქტურისა და ლოჯისტიკური ცენტრების საქმიანობა, რომლის შედეგად შემუშავებულია წინადადებები მათი შემდგომი განვითარება/ადაპტირებაზე, რაც მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს ქვეყანაში ბიზნეს საქმიანობის გააქტიურებას, მოსახლეობის დასაქმებას და მათი ეკონომიკური და სოციალური.

დასკვნა

საქართველო რომელიც ოდითგანვე დასავლეთისა და აღმოსავლეთის, ჩრდილოეთისა და სამხრეთის ცივილიზაციების დამაკავშირებელ ხიდს

წარმოადგენდა, და რომელზეც გადიოდა ევროპა – აზიის შემაერთებელი უძველესი სატრანსპორტო მაგისტრალი – ძველი აბრეშუმის გზა, თავისი ხელსაყრელი სატრანსპორტო-გეოგრაფიული მდებარეობის გამო დღესაც ინარჩუნებს საერთაშორისო სატრანსპორტო გზაჯვარედინის ფუნქციას. რომლიც ბევრ სხვა ფაქტორებთან ერთად, მეტად მნიშვნელოვანია ქვეყანაში ბიზნეს საქმიანობის გააქტიურებისა და ქვეყნის ეკონომიკური და სოციალური განვითარების დაჩქარების უზრუნველსაყოფად. ამ თვალსაზრისით, უპირველეს ყოვლისა აქტუალური ხდება საქართველოს სატრანსპორტო ქსელში მსოფლიო ტვირთნაკადების მოქცევის შესაძლებლობა, რაშიც მას ძლიერ კონკურენციას უწევს, ტრანსციმბირის მაგისტრალი, ტრანსაზიური რკინიგზის ჩრდილოეთის მიმართულება, ჩინეთის პორტებიდან ევროპის მიმართულებით საზღვაო დერეფანი და თურქეთ-ირანზე გამავალი სამხრეთის დერეფანი ინდოეთის მიმართულებით და სხვა. ასეთი მკაცრი კონკურენციის პირობებში გამოიკვეთა საქართველოზე გამავალი სატრანსპორტო ფუნქციის კონკურენტუნარიანობის ამაღლების ისეთი მნიშვნელოვანი ფაქტორების ოპტიმიზაციის აუცილებლობა როგორცაა: სატრანსპორტო-სამომოსვლო ინფრასტრუქტურის შემდგომი განვითარება, დერეფანში ტვირთების მოძრაობის სიჩქარის ზრდა, ფასების ოპტიმიზაცია უსაფრთხოების უზრუნველყოფა და სხვა. 2. საქართველოს სატრანსპორტო დერეფანში ტვირთების მოძრაობა როგორც ცნობილია, ძირითადად ხორციელდება სარკინიგზო, საავტომობილო და საჰაერო ტრანსპორტით და მისადენებით. რომელთა შერჩევა დამოკიდებულია მათთვის დამახასიათებელ ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებზე, ტვირთის სახეობებზე და მდგომარეობაზე, რასაც აკმაყოფილებს საქართველოს სატრანსპორტო სისტემა

გამოყენებული ლიტერატურა და წყაროები

1. მ. პაპიაშვილი - „საქართველოს სატრანზიტო დერეფანი და მისი ეფექტიანობის ამაღლების გზები“; სტუს შრომები; N4(506), 2017წ.; გვ. 49-74; <http://www.gtu.ge/publishhouse>;
2. ნ. ცანავა, მ. პაპიაშვილი, ს. ყიფიანი - „სასწავლო პროცესის მენეჯმენტის სისტემის მაჩვენებლები და კრიტერიუმები“; პირველი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „უმაღლესი განათლების ინტერნაციონალიზაცია, სტრატეგიები და გამოწვევები“, მოხსენებათა კრებული; ოქტომბერი; თბილისი; 2017 წ.; გვ. 130-137. <http://www.gtu.ge/publishhouse>;
3. გ. ტყემელაშვილი, მ. პაპიაშვილი, ნ. ნაკაშიძე - „TRASEKA -ს სატრანსპორტო კორიდორის განვითარება და მასში საქართველოს როლი“; ნაშრომების კრებული „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“; N3(34)2015წ.; გვ 45-51;
4. გ. ტყემელაშვილი, მ. პაპიაშვილი - „საქართველოს სატრანზიტო ტვირტების მოცულობის ზრდის შესაძლებლობები“; სამეცნიერო ჟურნალი „ბიზნეს-ინჟინერინგი“; N1, 2015 წ.; გვ. 246-248;
5. მ. სულაშვილი, ს. ჯაფარიძე, ბ. ხოტენაშვილი, მ.პ აპიაშვილი - „საზღვარგარეთის ქვეყნების საგადასახადო სისტემების ზოგადი დახასიათება“; სამეცნიერო ჟურნალი „ბიზნეს-ინჟინერინგი“; N4, 2013 წ.; გვ. 181-183;
6. მ. პაპიაშვილი - „ლოჯისტიკური ობიექტების განვითარების შესაძლებლობები“; სტუდენტთა მე-10 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია, საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი; გვ. 39; 25-26 მაისი, 2016 წ.;
7. ნ. ცანავა, ლ. გრიგალაშვილი, მ. პაპიაშვილი - „ლოჯისტიკური ცენტრების შექმნის შესაძლებლობათა ანალიზი საქართველოში“; საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „გლობალიზაცია და ბიზნესის თანამედროვე გამოწვევები“ 25-26 მაისი, 2018წ.; თბილისი; <http://www.gtu.ge/publishhouse>.

**Georgia's unified transport system and its Impact on increasing
the competitiveness of the business**

Nino Osadze

Abstract

The aim of the dissertation is to study the transit function of Georgia, to evaluate the pros and cons of its practical implementation, to develop proposals for the creation of a competitive transport corridor, which determines its relevance in relation to the strong development of industries such as all types of transport (freight and passenger transport), as well as tourism, trade and household and other services, where in recent years there has been a significant increase in revenue, creating new jobs, employment and prosperity for the population and the country as a whole. Promotes further growth. At the same time, what is no less important, it will further strengthen the economic, cultural and other ties between the states participating in this corridor.

**Единая транспортная система Грузии и ее Влияние на
повышение конкурентоспособности бизнеса**

Нино Осадзе

Резюме

Целью диссертации является изучение транзитной функции Грузии, оценка плюсов и минусов ее практической реализации, разработка предложений по созданию конкурентоспособного транспортного коридора, что определяет его актуальность в отношении сильного С. развитие таких отраслей, как все виды транспорта (грузовой и пассажирский), а также туризм, торгово-бытовые и другие услуги, где в последние годы наблюдается значительный рост доходов, создание новых рабочих мест, занятости и благосостояния населения. населения и страны в целом, способствует дальнейшему росту. В то же время, что не менее важно, это еще больше укрепит экономические, культурные и другие связи между государствами-участниками этого коридора.

სამეცნიერო ნაშრომის რედაქციაში წარმოდგენის წესი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის ჟურნალში - “ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა” სამეცნიერო ნაშრომის წარმოდგენა ხდება ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე, რომლებიც უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

1. ნაშრომი უნდა შესრულდეს A4 ფორმატის ქაღალდის 1,5 ინტერვალით ნაბეჭდ გვერდზე ISO სტანდარტის მოთხოვნის მიხედვით:

ა) ნაშრომი უნდა მომზადდეს Microsoft Word-ში ცხრილებისა და ფორმულების რედაქტორების გამოყენებით; შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს Microsoft Excel-ის პროგრამა;

ბ) სამუშაო ქაღალდის მინდვრის ზომები: ზედა - 25 მმ, ქვედა - 25 მმ, მარცხენა - 25 მმ, მარჯვენა - 25 მმ;

გ) ქართულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი უნდა აიწყოს Sylfaen – ის გარნიტურის შრიფტით, ინგლისურ და რუსულ ენებზე შესრულებული ნაშრომი კი - Times New Roman შრიფტით;

დ) ნაშრომის დასახელება უნდა აიწყოს Sylfaen გარნიტურის შრიფტით (18B); ავტორის სახელი და გვარი - Sylfaen გარნიტურის შრიფტით (14B); დასახელება ორგანიზაციის, სადაც შესრულდა სამუშაო, უნდა მიეთითოს ფრჩხილებში - შრიფტით 12B; ნაშრომის რეზიუმე უნდა შესრულდეს კურსივი შრიფტით 12; საკვანძო სიტყვები - შრიფტით 12; ნაშრომის ტექსტი - 12; რუსულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი - შრიფტით 12; ლიტერატურის ჩამონათვალის შემდეგ ერთვის რეზიუმე ინგლისურ და რუსულ ენებზე შემდეგი მითითებით: ნაშრომის დასახელება, ავტორის (ავტორების) სახელი (სრულად) და გვარი. რეზიუმეს მოცულობა უნდა იყოს 5-15 სტრიქონი;

2. ნაშრომი წარმოდგენილი უნდა იყოს კომპაქტ დისკზე (CD-R) და ერთ ეგზემპლარად A4 ფორმატის ქაღალდზე (მკაფიოდ) დაბეჭდილი;

3. ნაშრომს თან უნდა ერთვოდეს მონაცემები ავტორის (ავტორების) შესახებ: აკადემიური ხარისხი/სამეცნიერო ხარისხი, თანამდებობა და სამუშაო ადგილი;

4. ჟურნალში ქვეყნდება მხოლოდ რეცენზირებადი ნაშრომები;

5. რედაქცია მხარს დაუჭერს ერთ ჟურნალში ერთი და იგივე ავტორების მიერ შესრულებულ არაუმეტეს სამი სტატიის გამოქვეყნებას;

6. ნაშრომის გვერდების რაოდენობა განისაზღვრება 5-დან 30 გვერდამდე;

7. ავტორი პასუხს აგებს ნაშრომის შინაარსსა და ხარისხზე; იბეჭდება ავტორთა ხარჯით.

FOR AUTHIORS

procedure for submission of scientific papers in journal

In the Journal “Transport and Machine Building” of Transport and Mechanical Engineering Faculty of Georgian Technical University manuscripts will be submitted in Georgian, English and Russian languages with satisfying of the following conditions:

1. The paper must be performed on A4 page format with interval 1,5 by requirements of ISO standard:

a) The paper must be prepared in Microsoft Word with using of redactor for the tables and formulae; is possible to use the program Microsoft Excel.

b) Margins: top – 25 mm, bottom – 25 mm, left – 25 mm, right – 25 mm.

c) Performed in Georgian paper must be typed in Sylfaen, performed in English and Russian papers – in Times New Roman.

d) Title of paper must be typed in Sylfaen (18B); name and surname of author – in Sylfaen (14B); affiliation, in parenthesis – in 13B; abstract must be performed in italic 12; keywords – in 12; body-type – in 12; performed in Russian paper – in 12; after references should have the abstracts in English and Russian with following: title of paper, name and surname of author (authors). The abstract should not exceed 5-15 lines;

2. The paper must be submitted on compact-disk (CD-R) and one copy (legible) printed on format A4;

3. The paper should be accompanied with the information about author (authors): scientific degree, rank and position;

4. Only the peer reviewed works are published in the journal;

5. The editorial supports the publishing of no more than three articles published by the same authors in one journal;

6. Size of paper’s sheet is determined in range from 5 up to 30 pages;

7. The author is wholly responsible for the contents and quality of the paper; Printed by authors.

ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №1 (53) 2022

TRANSPORT AND MACHINEBUILDING №1 (53) 2022

ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ №1 (53) 2022

სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი
SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

გამოდის პერიოდულობით წელიწადში სამჯერ

Published periodically for three times a year

Журнал выходит в год три раза

გამომცემლობა „ტრანსპორტი & მანქანათმშენებლობა“
Publishing House „TRANSPORT & MACHINEBUILDING“
Издательство „ТРАНСПОРТ & МАШИНОСТРОЕНИЕ“

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 2022წ. 27 მარტი;
გამოცემის ფორმატი 60X84 1/8; ფიზიკური ნაბეჭდი
თაბახი 11.25; საბეჭდი ქაღალდი - ოფსეტური №1.
Signed for printing 27: 03: 2022; Editor size 60X84 1/8; printed
sheet 11.25; printing paper - Offset N1.
Подписано к печати 27: 03: 2022г; Формат издания л. 60X84 1/8;
Физичесих печатных листов 11.25; Печатная бумага - офсетная №1.

