

ISSN 1512-3537

N3 (37) 2016

# ტრანსპარენტი და მანქანათმშენებლობა



სამცხენიერო-მთიანეთის  
უნივერსიტეტი

თბილისი



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

ISSN 1512-3537

# ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა

№3 (37) 2016

სასწავლო – მეთოდური და  
სამეცნიერო – კვლევითი ნაშრომების კრებული



გამომცემლობა „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“

თბილისი 2016

# ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა TRANSPORT И МАШИНОСТРОЕНИЕ TRANSPORT AND MACHINEBUILDING

## სარედაქციო კოლეგია

პროფ. გიორგი არჩვაძე; პროფ. იოსებ ბაციკაძე; პროფ. ზურაბ ბოგველიშვილი; პროფ. ბორის ბოკოლიშვილი; პროფ. ნათია ბუთხუზი; პროფ. ალექსი ბურდულაძე; პროფ. ოთარ გელაშვილი (მთავარი რედაქტორი); პროფ. ვახტანგ გოგილაშვილი; პროფ. მერაბ გოცაძე; პროფ. დავით თავხელიძე; პროფ. ჯუმბერ იოსებიძე; პროფ. სერგო კარიბიძისი; პროფ. ვასილ კოპალეიშვილი; პროფ. თამაზ მეგრელიძე; პროფ. მანანა მოისწრაფიშვილი; პროფ. ენვერ მოისწრაფიშვილი; პროფ. თამაზ მორჩაძე; პროფ. თამაზ მჭედლიშვილი; პროფ. გოდერძი ტკეშელაშვილი; პროფ. ჯუმბერ უფლისაშვილი (დამფუძნებელი და გამომცემელი); პროფ. არჩილ შრანგიშვილი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე); პროფ. ავთანდილ შვანგირაძე; პროფ. მიხეილ შილაკაძე; პროფ. მერაბ შვანგირაძე; პროფ. ზაურ ჩიტაძე; პროფ. დავით ძოცენიძე; პროფ. გია ჭელიძე; პროფ. ზურაბ ჯაფარიძე.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

проф. Гиорги Арчвадзе; проф. Иосеб Басикадзе; проф. Зураб Богвелишвили; проф. Борис Боколишвили; проф. Натиа Бутхузи; проф. Алексей Бурдуладзе; проф. ОТАР ГЕЛАШВИЛИ (главный редактор); проф. Вахтанг Гогиллашвили; проф. Мераб Гоцадзе; проф. Давит Тавхелидзе; проф. Джумбер Иосебидзе; проф. Серго Карипидис; проф. Василий Копалейшвили; проф. Тамаз Мегрелидзе; проф. Манана Моисцрапишвили; проф. Енвер Моисцрапишвили; проф. Тамаз Морчадзе; проф. Тамаз Мchedlishvili; проф. Goderdzy Tkeshelashvili; проф. ДЖУМБЕР УПЛИСАШВИЛИ (основатель и издатель); проф. АРЧИЛ ПРАНГИШВИЛИ (зам. главного редактора); проф. Автандил Шарвашидзе; проф. Михаил Шилакадзе; проф. Мераб Швангирадзе; проф. Заур Читидзе; проф. Давид Дзоценидзе; проф. Гия Челидзе; проф. Зураб Джапаридзе.

## EDITORIAL BOARD

Prof. Giorgi Archvadze; Prof. Ioseb Bacikadze; Prof. Zurab bogvelishvili; prof. Boris Bokolishvili; Prof. Natia Butkhuzi; Prof. Alexy Burduladze; Prof. OTAR GELASHVILI (editor-in-chief); Prof. Vakhtang Gogilashvili; Prof. Merab Gotsadze; Prof. Davit Tavkheldize; Prof. Jumber Iosebidze; Prof. Sergo Karibidisi; Prof. Vasil Kopaleishvili; Prof. Tamaz Megrelidze; Prof. Manana Moistsrapishvili; Prof. Enver Moistsrapishvili; Prof. Tamaz Morchadze; Prof. Tamaz Mchedlishvili; Prof. Goderdzy Tkeshelashvili; Prof. JUMBER UPLISASHVILI (Constituent and editor); Prof. ARCHIL PRANGISHVILI (deputy editor-in-chief); Prof. Avtandil Sharvashidze; Prof. Mikheil Shilakadze; Prof. Merab Shvangiradze; Prof. Zaur Chitidze; Prof. David Dzotsenidze; Prof. Gia Chelidze; Prof. Zurab Djaparidze.

ჟურნალის გრაფიკული უზრუნველყოფის პროცესში აქტიურ მონაწილეობას ღებულობს საგამომცემლო ტექნოლოგიების სპეციალობის სტუდენტი **მაქსიმე წულაია**

В процессе графического обеспечения журнала активное участие принимает студент специальности издательской технологии **Максима Цулаия**

In the journal graphical design process take active participation student of publishing technology **Maksime Tsulaia**

რედაქტორი: პროფ. თეა ბარამაშვილი  
редактор: проф. Теа Барамашвили  
editor: Prof. Tea Baramashvili

რედაქციის მისამართი: თბილისი, კოსტავას 77

Адрес редакции: Тбилиси, Костава 77

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

[www.satransporto.gtu.ge](http://www.satransporto.gtu.ge)

Tel: 599 56 48 78; 551 611 611

უპკ 622.8.8:614.8

**ავტომობილის ეკოლოგიურობაზე მავნელ მოქმედი ღიზელის  
საწვავის თვისებების ძირითადი მაჩვენებლების დადგენა**

ჯ. იოსებიძე, ო. გელაშვილი, გ. აბრამიშვილი, დ. ალადაშვილი,  
ნ. დიასამიძე, მ. ხვედელიძე  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77,  
0175, თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** ნაშრომში გაანალიზებულია ავტომობილის გამონაბოლქვი აირების გარემოზე მავნე ზემოქმედებისა და მასზე ღიზელის საწვავის ეკოლოგიურობის გავლენისადმი მიძღვნილი მეცნიერული ლიტერატურული წყაროები, მათ შორის სტატიის ავტორთა ნაშრომები. შედეგად, დადგენილია ბენზინის ის ძირითადი მაჩვენებლები, რომლებიც შედარებით მეტ მავნე გავლენას ახდენენ ავტომობილის გამონაბოლქვი აირების ეკოლოგიურობაზე და ამით-გარემო ჰაერის სისუფთავეზე. ნაჩვენებია აღნიშნული მაჩვენებლების ოპტიმიზირების პერსპექტიული ღონისძიებები.

**საკვანძო სიტყვები:** ავტომობილი, ეკოლოგიურობა, ღიზელის საწვავი, ცეტანური რიცხვი, ფრაქციული შედგენილობა, კვამლიანობა.

### **შეჯამება**

როგორც ცნობილია, ავტომობილიდან გამონაბოლქვი აირების ტოქსიკური კომპონენტები (CO, CH, NO<sub>x</sub>, C, SO<sub>x</sub>) მავნე გავლენას ახდენენ ადამიანის ჯანმრთელობასა და მცენარეულ საფარზე, რის გამოც მათ დასაშვებ ნორმებზე დაწესებულია მუდმივად მზარდი მკაცრი მოთხოვნები [1]. ამასთან, დღეისათვის, არანაკლები ეკოლოგიური საფრთხის მატარებელია ძრავიდან გამონაბოლქვი ქიმიურად ნეიტრალური, მაგრამ – “სათბურის ეფექტის” უნარიანი ნივთიერება – ნახშირორჟანგი (CO<sub>2</sub>), რომლის

ატმოსფეროში დაგროვება ე.წ. “გლობალური დათბობის” ერთ-ერთ მთავარ მიზეზს წარმოადგენს [2]. სამწუხაროდ, მისი დასაშვები რაოდენობის ნორმებზე ჯერჯერობით არაა დაწესებული სტანდარტის დონის მკაცრი მოთხოვნები (გარდა მითითებებისა, რომ ბენზინის ძრავიანი მსუბუქი ავტომობილებისათვის CO<sub>2</sub>-ს გამონაბოლქვი 2013 წლისათვის არ უნდა აღემატებოდეს 120 გ/კმ-ს, ანუ საწვავის ხარჯი უნდა იყოს 5,1 ლ/100კმ [7,8], ეს, ალბათ, იმითაა გახელებული, რომ, თანამედროვე სასაქონლო საწვავების გამოყენების შემთხვევაში, ძრავაში საწვავის წვის პროდუქტებში მისი შემცველობის შემცირება ნიშნავს საწვავის წვის სისრულის შემცირებას, რაც განაპირობებს გამონაბოლქვ აირებში მავნე კომპონენტების შემცველობის პირდაპირპროპორციულად გაზრდას. ამასთან, ავტომობილის ეკოლოგიურობის ამაღლება ნიშნავს გამონაბოლქვ აირებში არაეკოლოგიური კომპონენტების (CO, CH, NO<sub>x</sub>, C, SO<sub>x</sub> და CO<sub>2</sub>) შემცველობის ერთდროულ შემცირებას. ეს კი დღეისათვის, შიგაწვის ძრავებთან მიმართებაში (თეორიულად და პრაქტიკულად), შესაძლებელია მხოლოდ უნახშირბადო ან ნახშირბადის ნაკლებადშემცველი (ე.ი. მსუბუქი ნახშირწყალბადების შემცველი) საწვავების გამოყენებით [4], ასევე უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია საწვავის ხარჯის შემცირება, რადგანაც იგი განაპირობებს და ასახავს ნამწვი აირების და ამით – ნახშირბადის შემცველ ყველა არაეკოლოგიური წვის პროდუქტის ჯამური რაოდენობის შემცირებას [1,2].

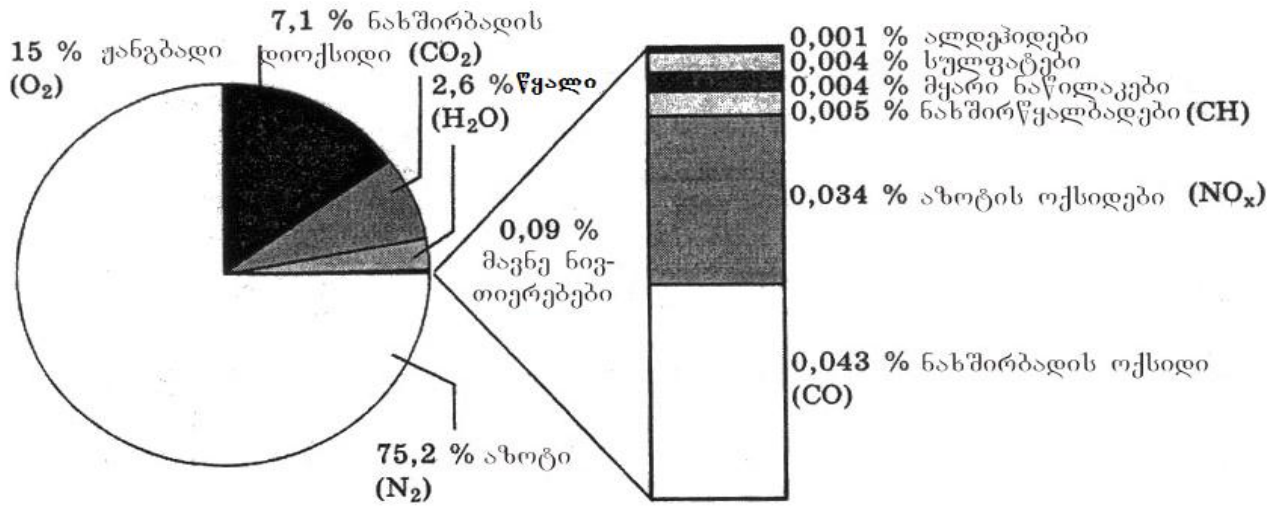
აღნიშნულ ასპექტში, შედარებით უფრო ეკოლოგიურად შეიძლება იქნეს მიჩნეული დიზელის საწვავის გამოყენება ავტომობილებზე, რამდენადაც საავტომობილო დიზელის ძრავებისათვის საწვავის კუთრი ხარჯი 30%-ით მცირეა, ვიდრე ბენზინზე მომუშავე ძრავებისათვის. მიუხედავად ან უპირატესობისა, დიზელის საწვავების ეკოლოგიურობისადმი წაყენებული სულ უფრო მზარდი მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად (უპირველეს ყოვლისა გამონაბოლქვში ჰვარტლის შემცველობის შემცირების თვალსაზრისით), საჭიროა ამ საწვავების შემადგენლობის სრულყოფა ავტომობილის ეკოლოგიურობაზე მავნედ მოქმედი მათი თვისებების ოპტიმიზირებისათვის.

შესაბამისად, უაღრესად აქტუალურ მეცნიერულ პრობლემად იკვეთება პირველ რიგში დიზელის საწვავის თვისებების იმ მაჩვენებლების დადგენა, რომლებიც ყველაზე მეტად ახდენენ მავნე გავლენას ავტომობილის ეკოლოგიურობაზე.

ძირითადი ნაწილი

ცნობილია, რომ ავტომობილიდან გამონაბოლქვი აირების ტოქსიკურობაზე კანცეროგენულობასა და ე.წ. – “სათბურისებრ ეფექტიანობაზე” გავლენას ახდენს დიზელი საწვავის შემადგენლობა და ძრავას წვის საკანში მისი დაწვის სისრულე. მაგრამ დღეისათვის კონცეპტუალურად, თეორიულად ან ექსპერიმენტულად არაა დადგენილი აღნიშნული საწვავის ის ძირითადი მაჩვენებლები, რომლებიც ყველაზე მეტად ახდენენ მავნე გავლენას ავტომობილის გამონაბოლქვში – CO, C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>, NO<sub>x</sub>, C და CO<sub>2</sub> – ის შემცველობაზე.

თეორიულად, საწვავის სრული წვისას, წარმოიქმნება ნახშირორჟანგი და წყლის ორთქლი (ასევე, გოგირდის ჟანგულებიც, თუ საწვავი გოგირდს შეიცავს). პრაქტიკულად კი, ავტომობილის ძრავას ცილინდრებში ადგილი აქვს საწვავის არასრულ წვას, რის გამოც ნამუშევარი აირების ნამდვილი შედგენილობა 200 მავნე კომპონენტზე მეტს შეიცავს. [5]. კერძოდ, დიზელის ძრავიანი მსუბუქი ავტომობილების გამონაბოლქვი აირების შედგენილობა შეიძლება ნახ. 1-ზე ნაჩვენები დიაგრამის სახით იქნეს წარმოდგენილი. როგორც ცხრ. 1-ის და ნახ. 1-ის [5] მონაცემებიდან ჩანს, დიზელის ძრავიანი ავტომობილის გამონაბოლქვი აირები წვის არაეკოლოგიური პროდუქტებიდან, ბენზინზე მომუშავე ძრავებთან მიმართებაში, შეიცავს CO<sub>2</sub>-ის, CO-ის, CH-ის, NO<sub>x</sub>-ის და ბენზ(ა)პირენის შედარებით მცირე რაოდენობას, ხოლო გოგირდის ოქსიდების და ჭვარტლის შედარებით მეტ რაოდენობას, ამასთან, მათ შორის, CO-ს შემცველობა დიზელის ძრავას გამონაბოლქვში თითქმის 10-და მეტჯერ ნაკლებია, ხოლო ჭვარტლისა – 100-და მეტჯერ მეტი. ასევე საყურადღებოა, რომ დიზელის ძრავას გამონაბოლქვში შედარებით ნაკლებია “სათბურის ეფექტის” მატარებელი კომპონენტის CO<sub>2</sub>-ის შემცველობა, რაც ძნელი ასახსნელია, რადგანაც დიზელის საწვავი ბენზინთან შედარებით უფრო მეტ მძიმე, ანუ ნახშირბადით მდიდარ, ნახშირწყალბადებს შეიცავს. ეს, ალბათ, მაინც უნდა აიხსნას დიზელის ძრავების მაღალი კვამლიანობით, რაც მიანიშნებს იმაზე, რომ, სავარაუდოდ, ნახშირბადის ნაწილის CO<sub>2</sub>-მდე დაუანგვა ვერ ხორციელდება ძრავას ცილინდრებში საწვავი ნარევის წვის დროს და იგი “გამოიყოფა” ჭვარტლის სახით.



ნახ. 1. დიზელის ძრავიანი მსუბუქი ავტომობილების ნამუშევარი აირების შემადგენელი კომპონენტები

აღნიშნული მოვლენის რეალურობის დასადაგენად, მიზანშეწონილია სპეციალური ექსპერიმენტული გამოკვლევის ჩატარება, რომლის კონკრეტული მიზანი იქნება დიზელის ძრავაში საწვავის წვის პროცესში წარმოქმნილი (ან გამონაბოლქვში შემავალი) CO<sub>2</sub>-ისა და ჭვარტლის რაოდენობებს შორის კორელაციური დამოკიდებულების დამყარება. ამ მოვლენის ახსნა საინტერესოა პირველ რიგში იმ თვალსაზრისით, რომ CO<sub>2</sub>-ის შემცველობის შემცირება ავტომობილის გამონაბოლქვში სასარგებლოა „გლობალური დათბობის“ წარმოქმნის რისკების შემცირების თვალსაზრისით. ხოლო გამონაბოლქვის კვამლიანობის გაზრდა უარყოფითად მოქმედებს ადამიანების და ცხოველთა ჯამრთელობაზე. თუ ეს მაჩვენებლები ერთმანეთთან კავშირშია დიზელის საწვავის ავტომობილის ძრავაში წვის შემთხვევაში, მაშინ საჭირო იქნება ამ ურთიერთსაწინააღმდეგო ეფექტის მატარებელი ორი მაჩვენებლის სიდიდეების კომპრომისულად ოპტიმიზირება. უკანასკნელის მისაღწევად, ამჟამად შესაძლებელია ორი ღონისძიების გამოყენება - დიზელის საწვავში ნახშირბადით მდიდარი ნახშირწყალბადების შემცველობის შემცირება და საწვავის ხარჯის შემცირება.

ზემოაღნიშნულის თვალსაზრისით, ბენზინზე მომუშავე საავტომობილო ძრავებთან შედარებით, დიზელის ძრავიან ავტომობილებს გააჩნია ორი უპირატესობა – გამონაბოლქვში CO<sub>2</sub>-ის მცირე შემცველობა და საწვავის მცირე ხარჯი. უკანასკნელი

კი, თავის მხრივ, ნიშნავს ჭვარტლისა და კიდევ დამატებით CO<sub>2</sub>-ის გამონაბოლქვების რაოდენობის შემცირებას.

ცხრილი 1.

საავტომობილო ძრავების ნამუშევარი აირებში ძირითადი კომპონენტების  
საორიენტაციო შემცველობა

კომპონენტები	განზომილება	ძრავების ნამუშევარი აირების კომპონენტთა კონცენტრაციების ზღვრები	
		ბენზინზე მომუშავე ძრავა	დიზელის ძრავა
წყლის ორთქლი, H <sub>2</sub> O	მოცულობის %	3,0...13,5	0,5...10,0
ნახშირბადის ორჟანგი, CO <sub>2</sub>		5,0...12,0	1...12,0
ნახშირწყალბადები, CH (ჯამურად)		0,2...3,0	0,01...0,50
ნახშირბადის ოქსიდი, CO		0,1...10,0	0,01...0,30
აზოტის ოქსიდი NO <sub>x</sub>		0,0...0,6	0,005...0,200
გოგირდის ოქსიდები (ჯამურად)	მგ/მ <sup>3</sup>	0,0...0,003	0,0...0,015
ჭვარტლი		0,0...100	0,0...20000
ბენზ(ა)პირენი		0,0...25	0,0...10,0

მაგრამ, მიუხედავად აღნიშნული უპირატესობებისა, ვერც თანამედროვე საავტომობილო დიზელის ძრავები და მათი საწვავები აკმაყოფილებენ წაყენებულ მკაცრ მოთხოვნებს და კვლავ დგება დიზელის საწვავების ეკოლოგიური თვისებების მთავარი მაჩვენებლების დადგენისა და მათი (ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით) მიზნობრივი ოპტიმიზირების საკითხი.

კვლევის შედეგად დადგენილი იქნა, რომ დიზელის საწვავის მიდრეკილება წვის დროს CO<sub>2</sub>-ის გამოყოფისადმი, შეიძლება მისი ისეთი მაჩვენებლის სიდიდით იქნეს



შეფასებული, როგორცაა კუთრი წონა ( $C=74,06+15\rho_4^{20}$ ). რადგანაც უკანასკნელის სიდიდე ასახავს საწვავის მოლეკულებში C-ს ატომების კუთრ შემცველობას [4]. ამასთან,  $\rho_4^{20}$ -ის გაზრდით, გაიზრდება გამონაბოლქვში არა მარტო CO<sub>2</sub>-ის, არამედ ნახშირბადის შემცველი მავნე პროდუქტების (მათ შორის ჭვარტლის) შემცველობაც და ეს მოხდება საწვავის წვის სისრულის ნებისმიერ დონეზე) შესაბამისად, დიზელის საწვავის კუთრი წონა შეიძლება მიჩნეული იქნეს მის ერთ-ერთ ძირითად და კრთადერთ “უნივერსალურ” ეკოლოგიურ მაჩვენებლად, რადგანაც სხვა მაჩვენებლების ოპტიმიზირება ემსახურება ძირითადად საწვავის წვის სისრულის გაზრდას, რაც ( $\rho_4^{20}$ -საგან განსხვავებით) განაპირობებს მხოლოდ წვის მავნე პროდუქტების წარმოქმნის ინტენსიურობის შემცირებას და პირიქით აისახება CO<sub>2</sub>-ის წარმოქმნაზე.

დადგენილი იქნა დიზელი საწვავის ძირითადი მაჩვენებლები, რომლებიც პირდაპირ გავლენას ახდენენ ავტომობილის ძრავაში წარმოქმნილი მავნე პროდუქტების საერთო რაოდენობაზე. ბევრი სხვა მაჩვენებელი კი უშუალო გავლენას ახდენს თავად ძირითად მაჩვენებლებზე, რის გამოც მათი გათვალისწინება აუცილებელია დიზელის საწვავის ძირითადი ეკოლოგიური მაჩვენებლების ოპტიმიზირების დროს.

ქვემოთ, ძრავას ცილინდრებში წარმოქმნილი არასრული წვის მავნე პროდუქტების რაოდენობის შეფასებისათვის, გამოყენებულია ისეთი საექსპლუატაციო მაჩვენებელი, როგორცაა საწვავის ხარჯი.

ავტომობილის ეკოლოგიურობაზე გავლენით, დიზელის საწვავის სიმკვრივე ბევრად აღემატება მეორე ცნობილი საექსპლუატაციო მაჩვენებლის – სიბლანტის გავლენას, რამდენადაც სიმკვრივის 5%-ით გაზრდის შემთხვევაში, საწვავის კუთრი ხარჯი და გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობა იზრდება, შესაბამისად, 27 და 20%-ით, მაშინ, როცა იგივე ეფექტი მიიღწევა სიბლანტის 89%-ით გაზრდისას [6].

საქართველოს სტანდარტის სსტ 51:200-ის თანახმად, დიზელის საწვავის L-02-62-ის სიმკვრივე 20°C-ზე უნდა შეადგენდეს არაუმეტეს 860 კგ/მ<sup>3</sup>-ს.

დიზელის ძრავას გამონაბოლქვის ეკოლოგიურობაზე, ჩვენი კვლევების შედეგების თანახმად, “გადამწვევტ” უშუალო გავლენას ახდენს საწვავი ნარევის მომზადების ხარისხი და სამუშაო ნარევის თვითაალების დაყოვნების პერიოდი (ნახ.2) [6]. ქვემოთ განხილულია თითოეულ მათგანზე უმნიშვნელოვანესი გავლენის მქონე მაჩვენებლები.

დიზელის ძრავას ცილინდრებში წარმოქმნილი საწვავი ნარევის ხარისხზე დიდ გავლენას ახდენს საწვავის ფრაქციული შემადგენლობა და ნაჯერი ორთქლის წნევა. უკანასკნელის მაჩვენებელი არ შედის დიზელის საწვავებისადმი წაყენებულ ოფიციალურ მოთხოვნებში, მაშინ როცა ნორმირებულია ფრაქციული შემადგენლობის ისეთი მაჩვენებლები, როგორცაა მისი 50 და 96%-ის გამოსხდის შესაბამის ტემპერატურათა სიდიდეები. ბენზინისაგან განსხვავებით, დიზელის საწვავის გამშვებ თვისებებს გარკვეულწილად ახასიათებს მისი 50%-ის ამოორთქლების შესაბამისი ტემპერატურა  $t_{50}$ . ძრავის ამუშავებისას მუხლა ლილვის დაბრუნების დრო შედარებით მეტია მძიმე ფრაქციების შემცველი საწვავის გამოყენებისას. ამის გამო,  $t_{50}$ -ის სიდიდის გაზრდის შესაბამისად იზრდება საწვავის ხარჯი და გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობა, რამდენადაც იზრდება მუშა ნარევის მომზადების დრო და ამით – ძრავას გაშვების ხანგრძლივობა.

თუ მაღალია  $t_{90}$  და  $t_{96}$ -ის მნიშვნელობანი, საავტომობილო სწრაფსვლიან დიზელებში ვერ ესწრება გაფრქვეული საწვავის წვეთების ნაწილის აორთქლება და დაწვა წვის კამერაში, რაც იწვევს საწვავის ხარჯის და გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობის, ასევე ინტენსიურობის გაზრდას. დაუწვავი საწვავის თხევადი წვეთები იწვევს ცილინდრის კედლებიდან ზეთის ჩამორეცხვას, რაც განაპირობებს ცვეთის ინტენსიურობის გაზრდას (ცვეთის გამო კი ხდება კომპრესიის დაცემა და ფაქტიური კუმშვის ხარისხის შემცირება, წვის საკანში ზეთის მოხვედრის გაადვილება და ა.შ. რაც საბოლოო ანგარიშით ხელს უწყობს საწვავის არასრულ წვის მავნე პროდუქტების წარმოქმნას).

საქართველოს სტანდარტის თანახმად,  $t_{50}$  და  $t_{96}$ -ის სიდიდეები უნდა იყოს არა უმეტეს 280 და 360°C, შესაბამისად.

საწვავი ნარევის ხარისხზე უარყოფით გავლენას ახდენს დიზელის საწვავის ნამწვწარმოქმნისადმი მიდრეკილება, რაც შესაბამისად, უარყოფითად აისახება დიზელის ძრავას საწვავეკონომიურობასა და ეკოლოგიურობაზე. ბენზინზე მომუშავე ძრავებისაგან განსხვავებით, დიზელის ძრავაში პირველ რიგში ყურადსაღებია ნაწვის ფიზიკური დაგროვება ფრქვევანაზე (გამფრქვევზე და გამფრქვევის ნემსაზე), რაც იწვევს ნარევეწარმოქმნის გაუარესებას. შედეგად, კლებულობს წვის სისრულე, რის გამოც იზრდება საწვავის ხარჯი და გამონაბოლქვ აირებში მავნე კომპონენტების, პირველ რიგში, ჭვარტლის შემცველობა.



მაჩვენებლების სიდიდეები დადგენილ ნორმებშია, მაგალითად, სსტ 51:2003-ის მიხედვით, გოგირდისა და მერკაპტანული გოგირდის მასობრივი წილი არ აღემატება 0.20 და 0,01 %-ს, ფაქტიური ფისებისა 25 მგ/სმ<sup>3</sup>-ს, ნაცრიანობა 0,01 %-ს, 10%-იანი ნარჩენის კოქსვალობა კი 0,20-ს, მაშინ საწვავი უზრუნველყოფს ძრავას მუშაობას ყველა რეჟიმზე ნაწვის მცირე წარმოქმნით. საწვავი ნარევის ხარისხზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს აგრეთვე დიზელის საწვავის კოროზიული აგრესიულობა, რადგანაც იგი იწვევს დეტალების ცვეთის ინტენსიურობის გაზრდას. სახელდობრ, მაღალი წნევის ტუმბოს ცვეთა ამცირებს მის ერთ სვლაზე ძრავას წვის კამერაში შეფრქვეული საწვავის რაოდენობას და აუარესებს ჩირადნის პარამეტრების (გაფრქვევის სიშორე, წვეთების ზომები) ოპტიმალურობას, ხოლო დგუშის საკომპრესიო რგოლების ცვეთა იწვევს რეალური კუმშვის ხარისხის შემცირებას. ეს ჯამში განაპირობებს ნარევეწარმოქმნისა და ამით წვის პროცესის გაუარესებას. შედეგად, შემცირდება მუშა ნარევის წვის სისრულე, რაც გამოიწვევს ძრავას სიმძლავრითი, საწვავეკონომიურობის და ეკოლოგიური მაჩვენებლების გაუარესებას. დიზელის საწვავის კოროზიულ აგრესიულობას განაპირობებენ ისეთი პარამეტრები, როგორცაა გოგირდის საერთო შემცველობა, მერკაპტანული გოგირდის და გოგირდწყალბადის შემცველობა, მჟავიანობა და წყლის შემცველობა. პირველი ორი მაჩვენებლის დასაშვები სიდიდეები ზემოთ იყო ნაჩვენები, ხოლო მჟავიანობა არ უნდა აღემატებოდეს 5მგ KOH/100სმ<sup>3</sup> საწვავზე. რაც შეეხება დანარჩენ მაჩვენებლებს – საწვავი არ უნდა შეიცავდეს გოგირდწყალბადს, წყალს, წყალში ხსნად მჟავებსა და ტუტეებს.

დიზელის საწვავის კოროზიულ აგრესიულობაზე ძირითად გავლენას ახდენს მერკაპტანული გოგირდის შემცველობა (მისი გაზრდის ნორმიდან-0,01% 0,06%-მდე, კოროზია მატულობს 2-ზე მეტჯერ). ასევე მჟავიანობის გაზრდა 4-დან 5მგ KOH/100მლ-ე იწვევს ფრქვევანას მწარმოებლურობის %-ით და ძრავას სიმძლავრის %-ით შემცირებას (ყვინთას და I საკომპრესიო რგოლის ცვეთის გაზრდის გამო) [6].

ძრავას ზეთებში ანტიკოროზიული დანამატების შეტანა უზრუნველყოფს ძრავას ზემოთ აღნიშნული დეტალების ცვეთის შემცირებას, რაც გამოიწვევს ძრავას ეკოლოგიურობის ამაღლებას.

დიზელის ძრავას წვის კამერაში სამუშაო ნარევის თვითაალების დაყოვნების პერიოდის სიდიდე უშუალო გავლენას ახდენს წვის პროცესის მიმდინარეობის სიჩქარეზე, სისრულეზე და ა.შ., რაც გამოიწვევს ამ პერიოდში თვითაალებისათვის საწვავის მომზადების განმაპირობებელი ქიმიური პროცესების მიმდინარეობის

ხასიათით [7]. რაც უფრო სწრაფად მიმდინარეობს ეს პროცესები, მით მცირეა საწვავის თვითაალების დაყოვნების პერიოდის ქიმიური მდგენელი  $t_{ქი}$ , რომელზეც უშუალო და ძირითად გავლენას ახდენს ცეტანური რიცხვი. რაც შეეხება მის ფიზიკურ მდგენელს –  $t_{ფი}$ , როგორც ცნობილია, იგი ხასიათდება დროით, რაც იხარჯება შეფრქვეული საწვავის ჭავლის წვეთებად დაშლაზე, მათ აორთქლებაზე, ჰაერთან შერევაზე. მასზე ძირითად გავლენას ახდენს ძრავას კონსტრუქციის თავისებურება, კუმშვის ხარისხი, საწვავის ფრაქციული შემადგენლობა, სიბლანტე, სიმკვრივე და არა საწვავის ცეტანური რიცხვი.

რაც მეტია ცეტანური რიცხვი, მით ნაკლებია საწვავის თვითაალების დაყოვნების პერიოდი, ე.ი. მით ნაკლები რაოდენობის საწვავი აალებს ერთდროულად და წნევის ზრდას ექნება უფრო მდოვრი ხასიათი, უმჯობესდება საწვავეკონომიურობა და ეკოლოგიურობა. მაგრამ თუ ცეტანური რიცხვი ნორმას მნიშვნელოვნად აღემატება, მაშინ საწვავი შეიძლება თითქმის შეფრქვევისთანავე აალებს და მისი დანარჩენი ულუფები შეიფრქვევა რა ფაქტიურად უკვე ნამწვ აირებში, სწრაფად ვეღარ აალებს, რაც შეამცირებს წვის სისრულეს და გამოიწვევს ძრავას სიმძლავრის შემცირებას, საწვავეკონომიურობისა და ეკოლოგიურობის გაუარესებას. ნორმაზე დაბალი ცეტანური რიცხვის შემთხვევაში კი ადგილი აქვს თვითაალების დაყოვნების პერიოდის გაზრდას და ძრავას ხისტ მუშაობას.

რაც უფრო მეტ პარაფინულ და ნაკლებ არომატულ ნახშირწყალბადებს შეიცავს დიზელის საწვავი და რაც უფრო მაღალია მათი მოლეკულური მასა, მით უფრო დიდია ცეტანური რიცხვის მნიშვნელობა, საქართველოს და რუსეთის სტანდარტების თანახმად, დიზელის საწვავის ცეტანური რიცხვი არ უნდა იყოს 45-ზე ნაკლები, ხოლო ევროპული სტანდარტების მიხედვით, ცეტანური რიცხვის ქვედა ზღვარი არ უნდა იყოს 48 ერთეულზე მცირე [6].

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე ავტომობილების ეკოლოგიურობის ამაღლებისათვის დიზელის საწვავის ძირითადი ეკოლოგიური მაჩვენებლების გაუმჯობესების მიზნით, მისი შემადგენლობის მიმართ შეიძლება ჩამოყალიბდეს შემდეგი პერსპექტიული მოთხოვნები:

1. ამაღლდეს დიზელის საწვავის საწვავდამზოვი თვისებები სპეციალური მისართების გამოყენებით და საწვავის ქიმიური შემადგენლობის ოპტიმიზირებით, რაც უზრუნველყოფს გამონაბოლქვი არაეკოლოგიური პროდუქტების რაოდენობის ერთდროულ შემცირებას.

2. შემცირდეს საწვავში არომატული ნახშირწყალბადების (პირველ რიგში კი ორ – და სამ ციკლური არომატული ნახშირწყალბადების) შემცველობა, რაც განაპირობებს გამონაბოლქვი ჭვარტლის და ნაწვის წარმოქმნის შემცირებას, დააქვეითებს  $CO_2$  და  $NO_x$ -ის წარმოქმნის ინტენსიურობას, აამაღლებს ცეტანურ რიცხვს და, რაც მეტად მნიშვნელოვანია, იმავე დროს შეამცირებს საწვავის კუთრ ხარჯს (წონით ერთეულებში).

3. შემცირდეს საწვავში გოგირდის შემცველობა 0,2-დან 0,03%-მდე, რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს გამონაბოლქვი მავნე კომპონენტის  $SO_2$ -ის რაოდენობას, მაგრამ ასევე დააქვეითებს საწვავის შემზეთ თვისებებს, რისი კომპენსირებაც შესაძლებელია ზეთის სათანადო მისართების გამოყენებით.

## დასკვნა

კვლევების საფუძველზე კონცეპტუალურად იქნა დადგენილი ავტომობილის ეკოლოგიურობაზე ყველაზე მნიშვნელოვანი გავლენის მქონე დიზელის საწვავის ძირითადი თვისებები და მათი მაჩვენებლები, რომელთა ოპტიმიზირება – განაპირობებს ავტომობილის მავნე გამონაბოლქვის საერთო რაოდენობის და მისი ისეთი კომპონენტების ერთდროულ შემცირებას, როგორცაა  $CO$ ,  $C_mH_n$ ,  $C$ , და  $CO_2$ . აღნიშნული მაჩვენებლები განაპირობებენ დიზელის საწვავის ნაწვწარმოქმნისადმი მიდრეკილებას და კოროზიულ აგრესიულობას, რომლებიც ფრიქციულ შემადგენლობასთან ერთად, ძირითად გავლენას ახდენენ საწვავი ნარევის ხარისხზე. მსგავსი ეფექტის მიღწევა შესაძლებელია საწვავი ნარევის წვის სისრულის ხარისხის ამაღლების და საწვავში ნახშირბადით მდიდარი ნახშირწყალბადების შემცველობის მინიმიზირების მიღწევის შემთხვევაში.

საწვავის წვის სისრულე ძირითადად დამოკიდებულია საწვავი ნარევის ხარისხსა და მისი თვითაალების დაყოვნების პერიოდის სიდიდეზე. პირველი ფაქტორის დონეს განაპირობებს საწვავის ფრაქციული შედგენილობა, მისი მიდრეკილება ნაწვწარმოქმნისადმი და კოროზიული აგრესიულობა, ხოლო მეორე ფაქტორის დონეს – ცეტანური რიცხვი და ნაწილობრივ საწვავის ბოლო ორი თვისება. აღნიშნულის შესაბამისად, ავტომობილის ეკოლოგიურობაზე ძირითადი გავლენის მქონე საწვავის მაჩვენებლად მიჩნეული უნდა იქნას ცეტანური რიცხვი;

სიმკვრივე; ფრაქციული შედგენილობის პარამეტრები –  $t_{50}\%$  და  $t_{96}\%$ ; ფაქტიური ფისების, მერკაპტანული გოგირდის, გოგირდის და არომატული ნახშირწყალბადების შემცველობა.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. იოსებიძე ჯ., აბრამიშვილი გ., ჩხეიძე ა., აფაქიძე თ., დიასამიძე ნ., ხვედელიძე მ., საექსპლუატაციო მასალები. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2013, 251 გვ.
2. ჯ. იოსებიძე, გ. აბრამიშვილი, გ. მიქაძე, ა. ჩხეიძე, თ. აფაქიძე, ხ. მღებრიშვილი. ავტომობილის ექსპლუატაცია და ეკოლოგია. გამომცემლობა სტუ, თბილისი, 2009, 115 გვ.
3. ჯ. იოსებიძე, თ. გელაშვილი, რ. თედორაძე, რ. კენკიშვილი, ნ. დიასამიძე, დ. ალადაშვილი, ავტომობილის ეკოლოგიურობის ამაღლება დიზელის ძრავის აირდიზელად კონვერტირებისა და უკანასკნელის კვების სისტემის სრულყოფის გზით. „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, №2 (27), 2013, სტუ, გვ. 13-18.
4. Магарил Е.Р., Магарил Р.З. Влияние качества моторных топлив. на эксплуатационные и экологические характеристики автомобилей. “Книжный дом”, Москва, 2008, 159 с.
5. Болбас М.М., Савич Е.Л., Кухаренок Г.М., Поклад Л.Н. Экология и ресурсосбережение на транспорте. Изд. “Адукацыя и выхивание”, Минск, 2011, 295 с.
6. J. Iosebidge, T. Natriashvili, O. Gelashvili, G. Abramishvili, Elaboration of the model of logistical system “ecological safety of automobiles-diesel oil properties”. Международный научный журнал “Проблемы механики”, Тбилиси, #4(37), 2009.
7. Sethi D., Racioppi F., Mitis F. Preventing Injuries in Europe. Copenhagen:WHO Regional Office for Europe, 2010, 88p.
8. First Global Ministerial Conference on Road Safety. Geneva: World Health Organization, 2009, 41p.

**DETERMINATION OF BASIC INDICES OF PROPERTIES OF DIESEL  
FUEL HAVING NEGATIVE INFLUENCE ON ECOLOGICAL  
COMPATIBILITY OF CAR**

**J. Iosebidge, O. GelaSvili, G. AbramiSvili, D. Aladashvili, N. Diasamidze,  
M. Khvedelidze, L. Zurabishvili**

**Summary**

In this work, on the basis of analysis of scientific literature sources, including the works of authors of this article, are determined basic indices and properties of diesel fuel, which have direct and significant negative impact on ecological compatibility of worked out vehicle gases. At the same time, are demonstrated some prospective methods of optimization of mentioned indices.

**УСТАНОВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВОЙСТВ  
ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА, ОТРИЦАТЕЛЬНО ВЛИЯЮЩИХ НА  
ЭКОЛОГИЧНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ**

**Иосебидзе Д.С., Гелашвили О.Г., Абрамишвили Г.С., Аладашвили Д.Д.,  
Диасамидзе Н.Н., Хведелидзе М.Т., Зурабишвили Л. А.**

**Резюме**

В работе, на основе анализа научных литературных источников, в том числе работ авторов статьи, установлены основные показатели свойств дизельного топлива, которые непосредственно оказывают значительное отрицательное влияние на экологичность отработавших газов автомобилей. Вместе с тем, показаны некоторые перспективные методы оптимизации указанных показателей.



УДК 629.113

## ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ СОПЕЛ НА РАБОТУ ОЧИСТИТЕЛЯ

Г.З. Пириев

(Азербайджанский архитектурно - строительный университет, ул. Айна  
Султанова 5, 1073, Баку, Азербайджан)

**Резюме:** *В основу теоретического обоснования формирования режимов работы и повышение срока службы гидросистем дорожных машин в эксплуатации положены методы очистки от загрязнителей рабочих жидкостей гидравлических систем машин, используемых в дорожном строительстве. В работе показано, что повышение надежности гидроэлементов и срока их эксплуатации путём очистки рабочих жидкостей от загрязнителей, является самым рациональным и надежным методом. В статье рассмотрены вопросы влияния формы сопел на работу центробежного очистителя гидросистем дорожных машин, с целью повышения реактивной силы, а следовательно, угловой скорости ротора.*

**Ключевие слова:** сопло, центробежный, ротор, дорожные машины, гидросистема.

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных мероприятий, увеличивающих срок эксплуатации и надежность гидроэлементов, и в целом, машин, является очистка от загрязнителей (особенно абразивных) рабочих жидкостей гидравлических систем машин, используемых в дорожном строительстве. Так-же надо отметить, что повышение надежности гидроэлементов и срока их эксплуатации путём очистки рабочих жидкостей от загрязнителей, является самым рациональным и надежным методом. Так, Григорьев М.А. отмечает, что использование полнопоточных центрифуг для очистки масла позволяет в 2–3 раза сократить износ основных деталей не повышая при этом производственных расходов. В связи с этим очень актуально создание еще более эффективной системы очистки гидравлических приводов машин, используемых в дорожном строительстве и их дальнейшее усовершенствование.

Одним из главных вопросов при усовершенствовании конструкций устройств для очистки рабочих жидкостей гидравлических систем машин, является выбор оптимальной формы сопла.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Проведённые исследования [1] показали, что опыты над несколькими формами и размерами сопел, позволили выбрать оптимальную форму. Это, в свою очередь, позволило повысить на 31,6% реактивную мощность ротора и на 20% число оборотов и, таким образом, повысить степень очистки рабочей жидкости.

Но с целью повышения вышеуказанных показателей, решение некоторых теоретических вопросов также предоставляет интерес. С этой позиции влияние формы сопел на работу очистительных установок должно быть обосновано с теоретической точки зрения и предложена оптимальная форма.

Для выявления влияния формы сопла на скоростную и гидравлическую характеристику ротора были исследованы сопла различных форм [2, 3].

В показанных наконечниках жидкость с частицами ударяется на стенки наконечников и хочет вернуться назад (рис. 1). Это явление отрицательно действует на работу ротора [1, 2].

В данной работе определяется оптимальная форма наконечника.

В наконечнике сопла на частицу действуют силы: вес частицы; сила трения.

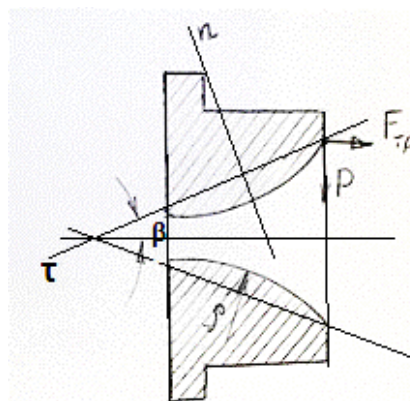


Рис. 1. Расчетная схема наконечника

Когда частица попадает в наконечник сопла, частица меняет своё движение и описывает свою траекторию. Эта траектория частицы будет оптимальной формой внутренней части наконечника сопла.

В данном случае частицы будут двигаться приблизительно по дуге окружности радиусом  $\rho$ . С целью определения радиуса кривизны и закона движения частицы в наконечнике сопла напишем уравнения движения частицы по Эйлеру [4]:

$$\left. \begin{aligned} m \frac{dv}{dt} &= F_{\tau} \\ m \frac{v^2}{\rho} &= F_{n} \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

где,  $m$  – масса частицы;  $v$  – скорость частицы в наконечнике;  $F_{\tau}$  – сумма проекции действующих сил на ось  $\tau$ ;  $F_{n}$  – сумма проекции всех сил на ось  $n$ .

В данном случае на частицу действуют сила тяжести частицы и силы трения. Тогда из уравнения (1) получим вид:

$$\left. \begin{aligned} m \frac{dv}{dt} &= mg \sin \beta - \mu v \cos \beta \\ m \frac{v^2}{\rho} &= mg \cos \beta - \mu v \sin \beta \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где,  $F_{\tau} = \mu v$  – сила трения между частицами и жидкостью;  $\mu$  – коэффициент пропорциональности;  $\beta$  – угол конусности (угол  $\beta$  очень мало изменяется, поэтому, этот угол приравниваем к углу конусности).

Из первого уравнения (3) получим

$$\frac{dv}{dt} = g \sin \beta \left( 1 - \frac{\mu v}{m \tan \beta} \right)$$

Обозначая  $k = \frac{\mu}{m \tan \beta}$  и разделяя последнее по переменным получим

$$\frac{dv}{(kv - 1)} = -g \sin \beta dt \quad (3)$$

Решение данного дифференциального уравнения, можем представить в виде:

$$\ln (kv - 1) = -kg \sin \beta \cdot t + C$$

Здесь,  $C$  – интегральная постоянная. Она определяется по следующим начальным условиям. При  $t = 0$   $v = v_0$ ;  $v_0$  – начальная скорость при входе частиц с жидкостью. Тогда  $C = \ln (kv_0 - 1)$ . Таким образом, получим:

$$\ln \frac{kv - 1}{kv_0 - 1} = -kgt \sin \beta$$

Отсюда определяем, что

$$kv - 1 = (kv_0 - 1)e^{-kgt \sin \beta}$$

или

$$v = \frac{1}{k} \left[ 1 + (kv_0 - 1) \cdot e^{-kgt \sin \beta} \right] \quad (4)$$

Формула (4) закон изменения скорости частицы в наконечнике соплы.

Учитывая, что  $v = \frac{ds}{dt}$  и учитывая ее в формуле (4), получим

$$\frac{ds}{dt} = \frac{1}{k} [1 + (kv_o - 1) \cdot e^{-gkt \sin \beta}] \quad (5)$$

Где  $s$  – пройденная путь частицы

Умножая каждую сторону уравнения (5), на  $dt$ , интегрируя, получим

$$\int_0^s ds = \frac{1}{k} \int_0^t [1 + (kv_o - 1) \cdot e^{-gkt \sin \beta}] dt$$

После интегрирования, получим:

$$s = \frac{1}{k} \left[ t + \frac{kv_o - 1}{gk \sin \beta} (1 - e^{-gkt \sin \beta}) \right] \quad (6)$$

Формула (6) является уравнением движения частицы в наконечнике.

Из второго уравнения (2) определяем значение радиуса кривизны в следующем виде:

$$\rho = \frac{v^2}{g \cos \beta - \frac{\mu v}{m} \sin \beta} \quad (7)$$

Учитывая формулы (4) в формуле (7), определим значение закона изменения радиуса кривизны внутренней формы наконечника, в следующем виде:

$$\rho = \frac{\frac{1}{k^2} [1 + (kv_o - 1)e^{-gkt \sin \beta}]^2}{g \cos \beta - \frac{\mu v \sin \beta}{mk} [1 + (kv_o - 1)e^{-gkt \sin \beta}]} \quad (8)$$

или

$$\rho = \frac{\frac{1}{k^2} [1 + (kv_o - 1)e^{-gkt \sin \beta}]^2}{g \cos \beta - g \operatorname{tg} \beta \cdot \sin \beta [1 + (kv_o - 1)e^{-gkt \sin \beta}]} \quad (9)$$

Значение  $e^{-gkt \sin \beta}$  приблизительно равно единице. Тогда получим, что

$$\rho = \frac{v_o^2}{g(\cos \beta - kv_o \sin \beta \cdot \operatorname{tg} \beta)} \quad (10)$$

Как видно из формулы (10)  $\cos \beta$  должно быть больше, чем  $\sqrt{kv_o} \sin \beta$

$$\cos \beta > \sqrt{kv_o} \sin \beta$$

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После проведения данного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Как видно из формулы (10) с увеличением значение  $\cos \beta$  радиус кривизны траектории частиц уменьшается.
2. При  $\cos \beta = kv_o \sin \beta \cdot \operatorname{tg} \beta$  радиус кривизны траектории частиц равняется бесконечности

$\rho = \infty$ . Это означает, что внутри наконечника можно изготовить как конус.

3. При  $\cos \beta < kv_0 \sin \beta \cdot tg \beta$  радиус кривизны траектории частиц получает отрицательное значение. Это означает, что форма траектории частиц будет в противоположной стороне от пунктирной линии, показанной на рис. 1.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Селдуха Г.А., Шарифов А.Р., Будагов Ф.К. – Силовые центробежные очистители рабочей жидкости гидросистем строительных машин. Л. 1971, с. 24.
2. М.А.Григорьев, Г.П.Покровский. Автомобильные и тракторные центрифуги. М., «Машгиз», 1961, 183 стр.
3. М.А.Григорьев. Очистка масла и топлива в автотракторных двигателях. М., 1970, 271 стр.
4. В.М.Старжинский. Теоретическая механика. Москва «Наука», 1980, 404 стр.

### საქმენების ფორმების გავლენა გამწმენლის მუშაობაზე

გ.ზ. პირიევი

რეზიუმე

ექსპლუატაციაში ჰიდრაულიკური საგზაო მანქანების მუშაობის რეჟიმების ფორმირების თეორიული დასაბუთების და მომსახურების ვადის გაზრდის საფუძვლად ძვეს გზების მშენებლობაში გამოყენებული მანქანების ჰიდრაულიკური სისტემების მუშა სითხეების დამაბინძურებლებისაგან გამწმენდის მეთოდები. სამუშაოში ნაჩვენებია, რომ ჰიდრაულიკური ელემენტების საიმედოობის და მათი ექსპლუატაციის ვადის გაზრდა სამუშაო სითხეებში დამაბინძურებლებისაგან გასუფთავებით, არის ყველაზე ეფექტური და საიმედო მეთოდი. სტატიაში განხილულია საქმენების ფორმის ზემოქმედების საკითხები საგზაო მანქანების ჰიდრაულიკური სისტემების ცენტრიდანული გამწმენდის მუშაობაზე, რეაქტიული ძალის და, შესაბამისად, როტორის კუთხური სიჩქარის გაზრდის მიზნით.

### INFLUENCE OF NOZZLES SHAPES ON OPERATION OF CLEANER

G.Z. Piriev

Summary

The theoretical justification of formation of operating modes and increase in the service life of hydraulic road machines into operation are put methods for purification of contaminants of working fluids of hydraulic systems of machines, used in road construction. In the work is shown that increasing in the reliability of hydraulic elements and their useful life by cleaning the working fluids of contaminants, is the most efficient and reliable method. In the article are considered the issues of influence of the shape of nozzles on the operation of the centrifugal cleaner of hydraulic road vehicles, in order to increase the reaction force, and therefore the angular speed of rotor.

УДК 621.923

**К ОПТИМИЗАЦИОННОМУ СИНТЕЗУ  
ЭЛЕКТРОГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИВодОВ С  
УПРУГИМИ ЗВЕНЬЯМИ В МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ**

**Мchedlishvili T.F., Marsagishvili L.G., Talakvadze M.G.,  
Nikvashvili N.K., Beriashvili B.N.**

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

**Резюме:** *Динамические исследования современных быстродействующих электрогидромеханических следящих приводов сопряжены с учетом упругих свойств механической части привода, что в свою очередь требует дальнейшего совершенствования методов и методик динамических исследований. В настоящей работе рассматриваются вопросы, связанные с дальнейшим совершенствованием методов динамического синтеза исследуемых систем.*

**Ключевые слова:** уравнение динамики, структурная схема, обратные связи, выходная координата.

**ВВЕДЕНИЕ**

В предшествующих работах [1, 2] рассмотрены вопросы моделирования динамики электрогидромеханических следящих приводов с упругими звеньями в механической части системы. Получены необходимые математические зависимости для дальнейших исследований.

В настоящей работе рассматриваются задачи, связанные с оптимизационным синтезом исследуемых систем.

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Структурная схема исследуемой системы с учетом результатов из работы [3] в укрупненной форме может быть представлена в виде приведенном на рис. 1.

Соответственно система уравнений динамики запишется так:

$$U_1 = K_{pn} \Delta u = K_{pn} (u_{ex} - K_{oc} \cdot \varphi_2), \quad (1)$$

$$\varepsilon_c = u_1 - K_c \dot{\varphi}_1$$

$$T_{pc} \dot{u}_c = K_{pc} T_{pc} \dot{\varepsilon}_c + K_{pc} \varepsilon_c, \quad (2)$$

$$i = K_{yнт} \cdot u_c,$$

$$T_{энт} \dot{x} + x = K_{энт} i, \quad (3)$$

$$T_{p\delta} \frac{dp\delta}{dt} + p\delta = K_{gx} x - K_{\delta\varphi} \dot{\varphi}_1, \quad (4)$$

$$I_1 \ddot{\varphi}_1 + b_{\varphi_1} \dot{\varphi}_1 + c_{12} \varphi_1 = K_m p\delta + b_{12} \dot{\varphi}_2 + c_{12} \varphi_2, \quad (5)$$

$$I_2 \ddot{\varphi}_2 + b_{\varphi_2} \dot{\varphi}_2 + c_{12} \varphi_2 = -M_n + b_{12} \dot{\varphi}_1 + c_{12} \varphi_1. \quad (6)$$

Здесь же отметим, что с целью краткости изложения большинство приведенных в работе условных обозначений будут заимствованы из работ [1-3].

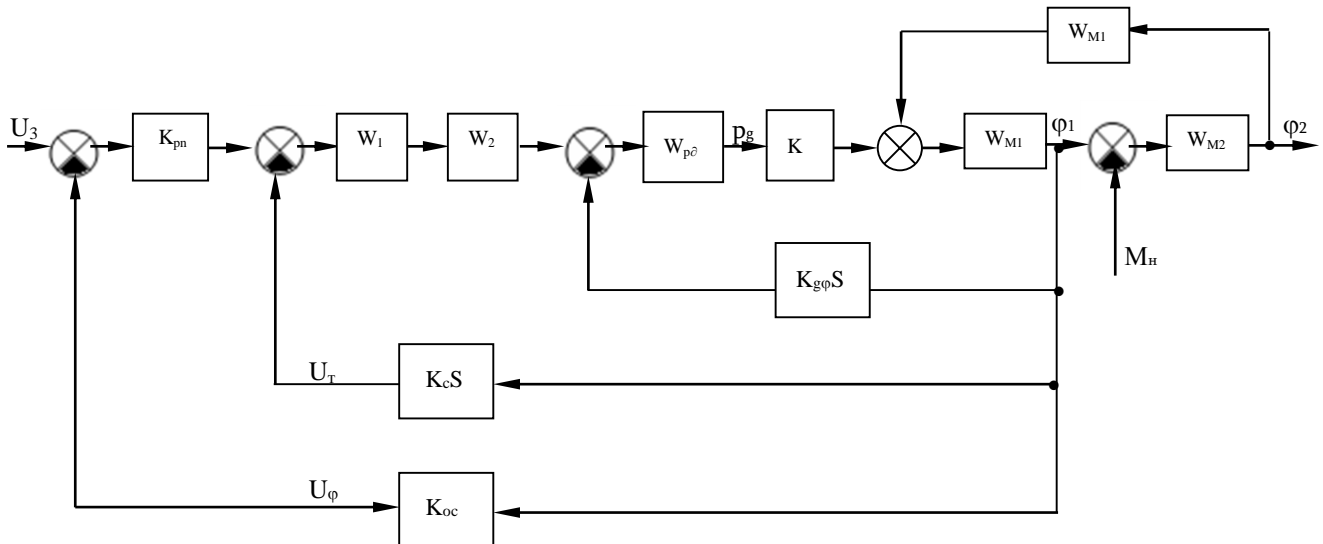


Рис. 1. Структурная схема системы

В соответствии с системой дифференциальных уравнений (1-6) передаточные функции, приведенные на рис. 1, в свою очередь можно представить в виде:

$$W_1 = \frac{U_c(s)}{\varepsilon_c(s)} = W_{yнт} \frac{1 + T_{pc}s}{T_{pc}s};$$

$$W_2 = \frac{K_{энт}}{T_{энт}s + 1} = \frac{x(s)}{i(s)};$$

$$W_{M1} = \frac{1}{I_1 s^2 + b_{\varphi_1} s + c_{12}};$$

$$W_{M_2} = \frac{1}{I_2 s^2 + b_{\varphi_2} s + c_{12}};$$

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

где:  $s$  – оператор преобразований Лапласа.

Рассмотрим задачу структурно-параметрического синтеза с введением в ее структуру параллельных корректирующих связей согласно теории модального управления [4].

В приложении к последнему в математической модели (1-6) уравнение (7) примет вид:

$$U_1 = K_{pn} \Delta u = K_{pn} [u_1 - K_{oc} \varphi_2 - g(t)],$$

где  $g(t)$  – дополнительное воздействие, реализуемое обратными связями.

Согласно работы [5] для синтеза системы по заданным переходным процессам в первую очередь задаем желаемую выходную координату  $\dot{\varphi}_{2*}(t)$  и во взаимосвязи с ней все желаемые промежуточные координаты. В общем случае таковыми являются координаты  $\dot{\varphi}_1$ ,  $\Delta\varphi_1$ ,  $p_\delta$  и  $x$ .

Можем записать:

$$\dot{\varphi}_{1*} = \frac{I_2 s^3 + b_{\varphi_2} s^2 + c_{12} s}{b_{12} s + c_{12}} \varphi_{2*} = W_{\varphi_1}(s) \varphi_{2*}; \quad (7)$$

$$\Delta\varphi_* = \left( \frac{I_2 s^2 + b_{\varphi} s^2 + c_{12}}{b_{12} s + c_{12}} - 1 \right) \varphi_{2*} = W_{\Delta\varphi}(s) \varphi_{2*}; \quad (8)$$

$$P_{\delta*} = \left[ \frac{(I_1 s^2 + b_{\varphi_1} s + c_{12})(I_2 s^2 + b_{\varphi_2} s + c_{12})}{K_M (b_{12} s + c_{12})} - \frac{b_{12} s + c_{12}}{K_M} \right] \varphi_{2*} = W_{p\delta}(s) \varphi_{2*}, \quad (9)$$

$$x_* = \frac{T_{p\delta} \dot{P}_{\delta*} + P_{\delta*} - K_{\delta\varphi} \dot{\varphi}_{1*}}{K_{gx}} = \frac{1}{K_{gx}} [T_{p\delta} s W_{p\delta}(s) + W_{p\delta}(s) - K_{\delta\varphi} W_{\varphi_1}(s)] \varphi_{2*} = W_x(s) \varphi_{2*}. \quad (10)$$

И если принять  $b_{\varphi_1} = b_{\varphi_2} = b_{12}$ , то в таком случае

$$\Delta\varphi(s) = \frac{I_2 s^2}{b_{12} s + c_{12}} \varphi_{2*}. \quad (11)$$

Используя полученные выражения координат, включаемых в обратные связи, формируем в общем виде дополнительное воздействие

$$g(t) = K_{\varphi_1} \dot{\varphi}_1 + K_{\varphi_2} \dot{\varphi}_2 + k_{\Delta\varphi} \Delta\varphi + K_p p_\delta + K_x x = [K_{\varphi_1} W_{\varphi_1} + K_{\varphi_2} s + K_{\Delta\varphi} W_{\Delta\varphi} + K_p W_{p\delta} + K_x W_x] \varphi_{2*} = W_{koc}(s) \varphi_{2*}, \quad (12)$$

где:  $K_{\varphi_1}$ ,  $K_{\varphi_2}$ ,  $K_{\Delta\varphi}$ ,  $K_p$ ,  $K_x$  синтезируемые коэффициенты обратных связей.



С учетом полученных зависимостей структурную схему с параллельными корректирующими звеньями без учета внешнего воздействия  $M_n$  можно представить в преобразованном виде, приведенном на рис. 2.

Здесь

$$W_I(s) = W_{kc} K_{y_{\text{уп}}} W_2, \quad (13)$$

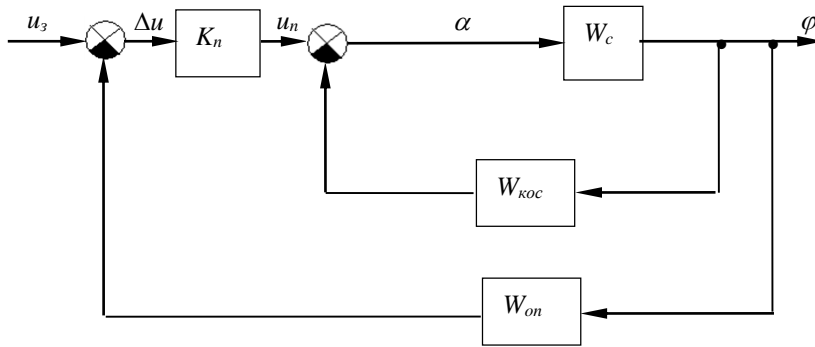


Рис. 2. Укрупненная структурная схема

$$W_c(s) = \frac{W_I W_{II}}{1 + W_I W_{II} K_c \frac{W_{12}}{W_{M2}}}; \quad (14)$$

$$W_{II}(s) = \frac{W_{p\phi} K_M W_M}{1 + W_{p\phi} K_M W_M K_{\phi} s \frac{W_{12}}{W_{M2}}}; \quad (15)$$

$$W_M(s) = \frac{W_{M1} K_{M2} W_{12}}{1 - W_{M1} W_{M2} W_{12} W_{21}}. \quad (16)$$

В свою очередь общая передаточная функция всей системы запишется в виде:

$$W_0(s) = \frac{\varphi_2(s)}{U_1(s)} = \frac{K_{pn} W_{III}}{1 + K_{on} K_n W_{III}}, \quad (17)$$

где:

$$W_{III}(s) = \frac{\varphi_2(s)}{U_n(s)} = \frac{W_c}{1 + W_c W_{koc}}.$$

Или в развернутой форме:

$$W_0(s) = \frac{K_{pn} W_c}{1 + W_c (W_{koc} + K_{on} K_{pn})}. \quad (18)$$

Используя выражение (18) переходим к задаче синтеза системы по заданным переходным процессам с использованием аппарата характеристик мнимых частот [5].

В этой связи в соответствии с заданным желаемым процессом  $\varphi_{2*}(t)$  записываем исходное приближенное равенство между регулируемой  $\varphi_1(t)$  и желаемой  $\varphi_{2*}(t)$  координатами, которое в преобразованиях Лапласа примет вид:

$$\varphi_2(s) \approx \varphi_{2*}(z_m s) = \frac{M(z_m s)}{N(z_m s)} u_1(s), \quad (19)$$

где:  $M$  и  $N$  – соответственно числитель и знаменатель изображения желаемой координаты,  $z_m$  – масштабный коэффициент времени, необходимый для осуществления вариации желаемого процесса.

С использованием (19) записываем:

$$[1 + W_c(W_{koc} + K_{on}K_{pn})]M_*(z_m s) = W_c K_n N_*(z_m s), \quad (20)$$

или учитывая зависимость

$$W_c(s) = \frac{A_c(s)}{B_c(s)},$$

зависимость (20) принимает вид:

$$M_* A_c (W_{\dot{\varphi}_1} K_{\dot{\varphi}_1} + z_m s K_{\dot{\varphi}_2} + W_{\Delta\varphi} K_{\Delta\varphi} + W_{p\theta} K_{p\theta} + W_x K_x + K_{on} K_n) - N_* B_c K_n + M_* B_c = 0. \quad (21)$$

Более укрупненно будем иметь:

$$\Phi_1(z_m s) K_{\dot{\varphi}_1} + \Phi_2(z_m s) K_{\dot{\varphi}_2} + \Phi_3(z_m s) K_{\Delta\varphi} + \Phi_4(z_m s) K_{p\theta} + \Phi_5(z_m s) K_x + \Phi_6(z_m s) K_{pn} + \Phi_0(z_m s) = 0, \quad (22)$$

где:

$$\Phi_1 = M_* A_c W_{\dot{\varphi}_1};$$

$$\Phi_2 = M_* A_c z_m s;$$

$$\Phi_3 = M_* A_c W_{\Delta\varphi};$$

$$\Phi_4 = M_* A_c W_{p\theta};$$

$$\Phi_5 = M_* A_c W_x;$$

$$\Phi_6 = M_* A_c K_{on} - N_x A_c K_{pn};$$

$$\Phi_0 = M_* B_c.$$

Переходя к характеристикам мнимых частот: записываем систему условные уравнения в аппроксимационных точках  $\delta_i$  мнимых частот, снабжаем последние весовыми коэффициентами  $\gamma_v$  [6, 7], и обрабатывая их по методу наименьших квадратов, приходим систему нормальных алгебраических уравнений, записанных относительно искусственных коэффициентов  $K_{\phi_2}$ ,  $K_{\phi_1}$ ,  $K_{\Delta\phi}$ ,  $K_x$ ,  $K_{p\delta}$  и  $K_{pn}$ .

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований получены математические зависимости, позволяющие осуществлять оптимизационно структурно-параметрическим синтез исследуемой системы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. **Мchedlishvili Т.Ф., Марсагишвили Л.Г.** К моделированию динамики электрогидромеханической следящей системы с упругими связями в механической части привода // Транспорт и машиностроение № 2(24), Тбилиси, 2012, с. 14-19.
2. **Мchedlishvili Т.Ф., Марсагишвили Л.Г., Зубиашвили Г.М., Балахадзе Д.Д.** К вопросу динамики электрогидравлической следящей системы с упругими связями в механической части привода // Труды международной конференции “Basic paradigms in science and technology development for the 21<sup>st</sup> century”, Тбилиси, 2012, с. 196-199.
3. **Лещенко В.А.** Гидравлические следящие приводы станков с программным управлением. М.: Машиностроение, 1975, 288 с.
4. **Мchedlishvili Т.Ф., Мchedlishvili Н.П.** К вопросу оптимизационного синтеза сложных систем регулирования по заданным переходным процессам // Транспорт и машиностроение, № 1(23), Тбилиси, 2012, с. 22-28.
5. **Мchedlishvili Т.Ф., Гвиниашвили З.М., Диасамидзе Т.А., Романадзе И.Р.** К вопросу синтеза систем регулирования по заданным переходным процессам // Транспорт и машиностроение № 1(24), Тбилиси, 2012, с. 81-86.
6. **Мchedlishvili Т.Ф.** Научные основы и прикладные задачи теории синтеза нелинейных систем приводов по заданным переходным процессам. Тбилиси, «Технический университет», 2008, 273 с.

7. Анализ и оптимизационный синтез на ЭВМ систем управления / Под ред. А.А. Воронова и И.А. Огурка. М.: Наука, 1984, 344 с.

**ამპრაპთა ელექტრომექანიკური სისტემები ოპტიმიზაციური  
სინთეზი დრეკადი რბოლები ბათვალისწინებით  
მექანიკურ ნაწილში**

თ. მჭედლიშვილი, ლ. მარსაგიშვილი, მ. თალაკვაძე,

ნ. ნიკვაშვილი, ბ. ბერიაშვილი

**რეზიუმე**

თანამედროვე სწრაფქმედი ელექტროჰიდრომექანიკური მოთვალთვალე ამპრაპების დინამიკური კვლევები პირდაპირ კავშირში არიან მექანიკური ნაწილის დრეკადი თვისებების გათვალისწინებასთან, რაც თავის მხრივ მოითხოვს დინამიკური კვლევების მეთოდებისა და მეთოდიკების შემდგომ სრულყოფას. წარმოდგენილ ნაშრომში განიხილებიან საკვლევი სისტემების შემდგომი სრულყოფისთან დაკავშირებული საკითხები.

**OPTIMIZATION SYNTHESIS OF DRIVE'S ELECTROMECHANICAL  
SYSTEMS WITH TAKING INTO ACCOUNT THE ELASTICITY OF RINGS  
IN MECHANICAL PARTS**

**T. Mchedlishvili, L. Marsagishvili, M. Talakvadze,**

**N. Nikvashvili, B. Beriashvili**

**Summary**

The dynamic studies of modern rapid action electrohydraulic follow-up drives are directly related to the consideration of elastic properties of the mechanical part that in turn requires a further improvement of methods and techniques of dynamic researches. In the presented paper are considered issues related to the further improvement of the systems under study.

УДК 621.923

**К ОПТИМИЗАЦИОННОМУ СИНТЕЗУ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО  
СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА С УПРУГИМИ ЗВЕНЬЯМИ В  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ**

**Мчедlishvili Т.Ф., Иобадзе В.Ш., Гварамадзе Т.М.,  
Микадзе З.И., Сурмава З.С.**

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

**Резюме:** *Динамические исследования современных быстродействующих электромеханических следящих приводов сопряжены с учетом упругих свойств механических передаточных элементов, что, в свою очередь, требует дальнейшего совершенствования методов и методик, связанных с оптимизационным параметрическим и структурным синтезом исследуемых систем. В настоящей работе рассматриваются методологические подходы и исходные математические зависимости, направленные на дальнейшее совершенствование методов динамического синтеза систем приводов с упругими звеньями в механической части.*

**Ключевые слова:** система регулирования, параметрический синтез, корректирующие звенья, характеристическое уравнение, желаемый процесс.

**ВВЕДЕНИЕ**

В предшествующих работах [1-5] рассмотрены вопросы динамического синтеза сложных систем регулирования, в том числе, и с упругими звеньями в механической части привода, с использованием цифровых расчетных зависимостей, построенных на матричных зависимостях между желаемыми процессами и желаемыми выходными координатами корректирующих звеньев.

В настоящей работы оптимизационная задача решается на основе выявления параметров корректирующих звеньев из условия равенства характеристических уравнений желаемых и реализуемых в системе переходных процессов.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На рис. 1 приведена одна из возможных структурных схем системы с упругими связями в механической части привода, характеризующаяся тем, что в структуре системы присутствует П-регулятор положения а механическая часть аппроксимирована двухмассовой дигамической моделью.

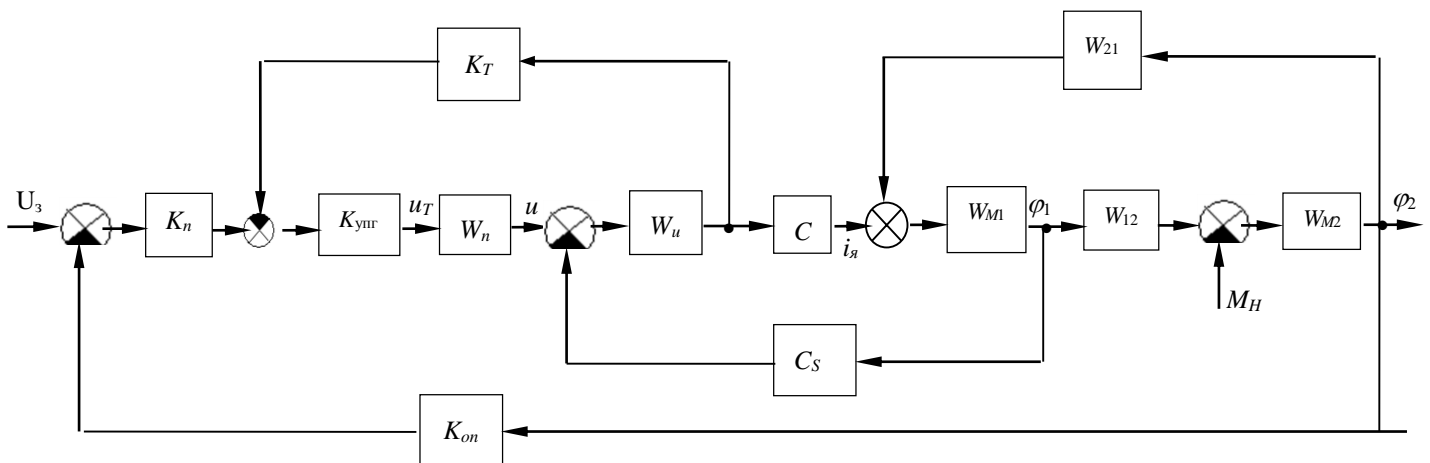


Рис. 1. Структурная схема системы

Рассматриваем задачу улучшения качественных показателей переходного процесса введением в структуру системы параллельных корректирующих звеньев согласно теории модального управления [1].

Здесь же отметим, что с целью краткости изложения все последующие приводимые в настоящей работе условные обозначения будут заимствованы из работ [2, 3].

Согласно работы [4] передаточную функцию замкнутого контура тока можем представить в аппроксимационной форме вида

$$W_{km}(s) = \frac{K_{am}}{2\tau s + 1} = \frac{i(s)}{u_n(s)},$$

где:  $K_{\tau} = \frac{1}{K_r}$ ,  $\tau$  – постоянна времени тиристорного преобразователя.

С учетом последнего и пренебрежением индукционной обратной связи передаточная функция между рассогласованием  $U_c(t)$  и выходной координатой при условии  $M_H = 0$  может быть записано так:

$$W_{npl}(s) = \frac{\varphi(s)}{U_n(s)} = W_{KT}(s)CW_M(s), \quad (1)$$

где:

$$W_M(s) = \frac{W_{M_1}(s)W_{M_2}(s)}{1 - W_{M_1}(s)W_{M_2}(s)W_{12}(s)}, \quad (2)$$

$$W_{M_1}(s) = \frac{1}{I_1s^2 + b_{12}s + c_{12}}, \quad (3)$$

$$W_{M_2}(s) = \frac{b_{12}s + c_{12}}{I_1s^2 + b_{12}s + c_{12}}, \quad (4)$$

$$W_{21}(s) = b_{12}s + c_{12}. \quad (5)$$

Отметим, что в зависимостях (3-5):  $I_1$  и  $I_2$  – моменты инерции,  $b_{12}$  и  $c_{12}$  – соответственно коэффициент диссипаций и жесткости, а  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  угловые координаты в двухмассовой динамической модели механической части привода.

С учетом вышеизложенных зависимостей имеем:

$$W_M(s) = \frac{b_{12}s + c_{12}}{a_4s^4 + a_3s^3 + a_2s^2}, \quad (6)$$

$$W_{npl}(s) = \frac{K_{\tau}C(b_{12}s + c_{12})}{A_5s^5 + A_4s^4 + A_3s^3 + A_2s^2}, \quad (7)$$

где:  $a_4 = I_1I_2$ ;

$$a_3 = b_{12}(I_1 + I_2);$$

$$a_2 = c_{12}(I_1 + I_2);$$

$$A_5 = 2\pi a_4;$$

$$A_4 = 2\pi a_3 + a_4;$$

$$A_3 = 2\pi a_2 + a_3;$$

$$A_2 = 2a_2.$$

Для решения задачи синтеза по заданным переходным процессам задаем выражение желаемого процесса  $\varphi_2(t)$ , и на его основе рассчитываем выражения желаемых координат  $i_*(t)$ ,  $\Delta\varphi_*(t)$ ,  $\dot{\varphi}_{1*}(t)$ , и с помощью последних реализуем параллельные корректирующие обратные связи [5].

Можем записать:

$$i_*(s) = \frac{a_4s^4 + a_3s^3 + a_2s^2}{b_{12}s + c_{12}}\varphi_{2*}(s); \quad (8)$$

$$\Delta\varphi_*(s) = \frac{I_2s^2}{I_{12}s + c_{12}}\varphi_{2*}(s), \quad (9)$$

$$\dot{\varphi}_{1*}(s) = \frac{I_2 s^2 + b_{12} s + c_{12}}{b_{12} s + c_{12}} \varphi_{2*}(s). \quad (10)$$

С использованием зависимостей (8)-(10) дополнительное корректирующее воздействие  $q(s)$ , [1], посылаемое на вход заменутый контура тока выразится зависимостью

$$g(s) = q_1(s) + q_2(s), \quad (11)$$

где:

$$g_1(s) = \left[ K_i \frac{a_4 s^4 + a_3 s^3 + a_2 s^2}{b_{12} s + c_{12}} + K_{\Delta\varphi} \frac{I_2 s^2}{b_{12} s + c_{12}} + K_{\dot{\varphi}_1} \frac{I_2 s^2 + b_{12} s + c_{12}}{b_{12} s + c_{12}} \right] \varphi_{2*}, \quad (12)$$

$$g_2(s) = K_{\dot{\varphi}_2} s \varphi_{2*}, \quad (13)$$

а  $K_i$ ,  $K_{\dot{\varphi}_1}$ ,  $K_{\Delta\varphi}$  и  $K_{\dot{\varphi}_2}$  – искомые коэффициенты параллельным корректирующих звеньев.

В укрупненной форме можем записать:

$$g(s) = W_{koc}(s) \varphi_2, \quad (14)$$

где:

$$W_{koc}(s) = W_i(s) K_i + W_{\Delta\varphi}(s) K_{\Delta\varphi} + W_{\dot{\varphi}_1} K_{\dot{\varphi}_1} + K_{\dot{\varphi}_2}(s) K_{\dot{\varphi}_2}. \quad (15)$$

Соответственно укрупненная структурная схема представитс в виде, приведенном на рис. 2.

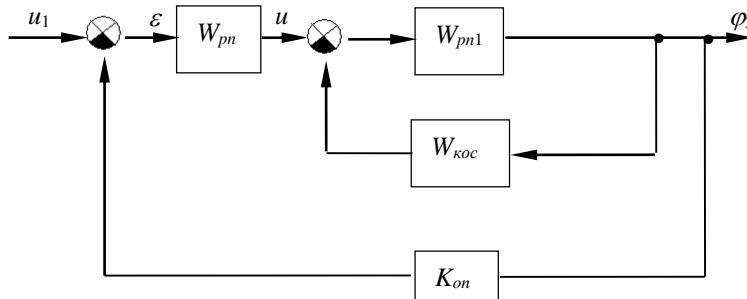


Рис. 2. Укрупненная структурная схема

Передаточная функция внутреннего замкнутого контура примет вид:

$$W_{II}(s) = \frac{\varphi_2(s)}{U(s)} = \frac{W_{np1}}{1 + W_{koc} W_{np\Phi}} = \frac{K_{\tau T} C (b_{12} s + c_{12})}{A_5 s^5 + A_4 s^4 + A_3 s^3 + A_2 s^2 + K_{\tau T} C (b_{12} s + c_{12}) (W_i K_i + W_{\Delta\varphi} K_{\Delta\varphi} + W_{\dot{\varphi}_1} K_{\dot{\varphi}_1} + s K_{\dot{\varphi}_2})}, \quad (16)$$

или

$$W_{II}(s) = \frac{A_n(s)}{B_n(s) + B_{\Delta\varphi} K_{\Delta\varphi} + B_{\dot{\varphi}_1} K_{\dot{\varphi}_1} + B_{\dot{\varphi}_2} K_{\dot{\varphi}_2}}, \quad (17)$$

где:  $A_n(s) = K_{\tau T} C (b_{12} s + c_{12})$ ;



$$B_n(s) = A_5s^5 + A_4s^4 + A_3s^3 + A_2s^2;$$

$$B_i(s) = A_n^{(s)}W_i(s);$$

$$B_{\Delta\varphi} = A_n(s)W_{\Delta\varphi}(s);$$

$$B_{\Delta\dot{\varphi}_1}(s) = A_n(d)W_{\dot{\varphi}_1}(s),$$

$$B_{\dot{\varphi}_2}(s) = A_n(s)s.$$

Соответственно передаточная функция всей системы запишется так:

$$W_0(s) = \frac{W_{pn}(s)W_{II}}{1 + W_{pn}W_{II}K_{on}} = \frac{\varphi_2(s)}{U_1(s)}.$$

Или в развернутой форме:

$$W_0(s) = \frac{W_{pn}A_n}{B_n + W_{pn}A_nK_{on} + B_iK_i + B_{\Delta\varphi}K_{\Delta\varphi} + B_{\dot{\varphi}_1}K_{\dot{\varphi}_1} + B_{\dot{\varphi}_2}K_{\dot{\varphi}_2}}. \quad (18)$$

Используя выражение (18) переходим к задаче синтеза исследуемой системы по заданным переходным процессам с использованием аппарата характеристик мнимых частот.

В первую очередь задаем желаемый процесс  $\varphi_{жс}(t)$  и записываем исходное приближенное равенство между регулируемой  $\varphi_2(t)$  и желаемой координатами [6]:

$$\varphi_2(s) \approx \varphi_{2жс}(z_m s) = \frac{M_*(z_m s)}{N_*(z_m s)}U_1(s), \quad (19)$$

где:  $M_*$  и  $N_*$  – соответственно числитель и знаменатель желаемой координаты;

$z_m$  – масштабный коэффициент времени;

$s$  – оператор преобразований Лапласа.

На основе выражения (18) можем записать:

$$\begin{aligned} M_*(B_iK_i + B_{\Delta\varphi}K_{\Delta\varphi} + B_{\dot{\varphi}_1}K_{\dot{\varphi}_1} + B_{\dot{\varphi}_2}K_{\dot{\varphi}_2} + M_*A_nK_{on}K_{pn}) + M_*B_n = \\ = K_nA_nN_*(z_m s), \end{aligned} \quad (20)$$

где  $K_n = W_{pn}$ .

Или в преобразованной форме:

$$\Phi_1(z_m s)K_i + \Phi_2(z_m s)K_{\Delta\varphi} + \Phi_3(z_m s)K_{\dot{\varphi}_1} + \Phi_4(z_m s)K_{\dot{\varphi}_2} + \Phi_5(z_m s)K_n + \Phi_0(z_m s) = 0. \quad (21)$$

где:

$$\Phi_1 = M_*B_i;$$

$$\Phi_2 = M_*B_{\Delta\varphi};$$

$$\Phi_3 = M_*B_{\dot{\varphi}_1};$$

$$\Phi_4 = M_* B_{\dot{\varphi}};$$

$$\Phi_5 = M_* A_n K_{on} - N_* A_n;$$

$$\Phi_0 = M_* B_n.$$

Переходя к характеристикам мнимых частот [7]: записываем систему условных уравнений в аппроксимационных точках  $\delta_i$  мнимых частот, снабжаем последние весовыми коэффициентами  $\gamma_v$  и, обрабатывая их по методу наименьших квадратов, приходим к системе алгебраических нормальных уравнений, записанных относительно искомым коэффициентов

$$K_{\dot{\varphi}_2}, K_{\dot{\varphi}_1}, K_{\Delta\varphi}, K_i \text{ и } K_n.$$

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований получены математические зависимости, позволяющие выявлять оптимальные значения коэффициентов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Мchedlishvili Т.Ф., Мchedlishvili Н.П. К вопросу оптимизационного синтеза сложных систем регулирования по заданным переходным процессам // Транспорт и машиностроение, № 1(23), Тбилиси, 2012, с. 22-28.
2. Мchedlishvili Т.Ф., Романадзе И.Р., Диасамидзе Т.А., Чхолария Н.Н. К вопросу оптимизационного синтеза электромеханических следящих приводов по заданным переходным процессам // The international scientific conference dedicated to th 90<sup>th</sup> anniversary of Georgian technical university, Tbilisi, 2012, pp. 199-204.
3. Mchedlishvili T., Diasamidze R., Iobadze V., Nakashidze N. On issue of Optimization synthesis of electromechanical Follow – up Driven with elastic Couples in mechanical Part // Problems of Mechanics, Tbilisi, N 55, 2014, pp. 101-116.
4. Михайлов О.П. Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов. М.: Машиностроение, 1990, 304 с.
5. Mchedlishvili N., Kashibadze M., Kapanadze T., Marsagishvili L., Amkoladze Kh. To optimization synthesis of Follow – UP Drive with elastic links in mechanical Part. // Mechanics 2016, International scientific conference, pp. 105-110.
6. Мchedlishvili Т.Ф. Научные основы и прикладные задачи теории синтеза нелинейных систем приводов по заданным переходным процессам. «Технический университет», Тбилиси, 2008, 273 с.

7. Анализ и оптимизационный синтез на ЭВМ систем управления / Под ред. А.А. Воронова и И.А. Огурка. М.: Наука, 1984, 344 с.

**მექანიკურ ნაწილში დრეკადრგოლებიანი  
ელექტრომექანიკური მოთვალთვალე ამპრაჰის  
ოპტიმიზაციური სინთეზის შესახებ**

**თ. მჭედლიშვილი, ვ. იობაძე, თ. გვარამაძე, ვ. მიქაძე, ზ. სურმავა  
რეზიუმე**

თანამედროვე სწრაფქმედი ამპრაჰთა მოთვალთვალე ელექტრომექანიკური ამპრაჰების დინამიკური კვლევები მექანიკური გადამცემი ელემენტების დრეკადი თვისებების გათვალისწინებით, მოითხოვენ საკვლევი სისტემების ოპტიმიზაციურ, პარამეტრულ და სტრუქტურულ სინთეზთან დაკავშირებული მეთოდების და მეთოდოლოგიების შემდგომ სრულყოფას. წარმოდგენილ ნაშრომში განიხილება დრეკადკავშირებიანი მექანიკური ნაწილის შემცველი ამპრაჰთა სისტემების დინამიკური სინთეზის მეთოდების შემდგომი სრულყოფისაკენ მიმართული მეთოდოლოგიური მიდგომები და საწყისი მათემატიკური დამოკიდებულებები.

**ON OPTIMIZATION SYNTHESIS OF ELECTROMECHANICAL  
FOLLOW-UP DRIVES WITH ELASTIC RINGS IN MECHANICAL PARTS**

**T. Mchedlishvili, V. Iobadze, T. Gvaramadze, V. Mikadze, Z. Surmava**

**Summary**

The dynamic studies of modern rapid action electrohydraulic follow-up with consideration of elastic properties of the mechanical transmission elements requires a further improvement of methods and techniques related with optimization, parametric and structural synthesis of systems under study. In the presented paper are considered aimed at further improvement of methodological approaches of dynamic synthesis methods of containing mechanical part with the elastic links drive systems and initial mathematical dependencies.

უპკ 634.36

**ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხის განსაზღვრა  
დაუტვირთავი მორსატრევი თვითმტვირთავი ავრეგატის  
მრუდფირული მოძრაობის დროს**

ნ. ჭელიძე-ტყეშელაშვილი, ზ. ბალამწარაშვილი, რ. ტყეშელაძე,

დ. მოსულიშვილი, გ. დარახველიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0175, მ. კოსტავას 77,

ქ. თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხის განსაზღვრის მიზნით მთა-ის მაქსიმალური სიჩქარით აღმართის მხარეს მინიმალური რადიუსით მობრუნების დროს შედგენილია ავრეგატის მოძრაობის განივი მდგრადობის დიფერენციალური განტოლება. დაუტვირთავი მთა-ის მოძრაობის განივი მდგრადობის პირობიდან მიღებული ტრანსცენდენტული განტოლების გაწრფივებულ მოდელში გადაყვანის შემდეგ, განსაზღვრულია ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხე  $\Delta\alpha_{\text{ხ1}} = 12^\circ 39'$ . მთა-ის სტატიკური წონასწორობის პირობიდან, ტრანსცენდენტული განტოლების გაწრფივებულ მოდელში გადაყვანის შემდეგ, განსაზღვრულია ავრეგატის  $x_0, x_0$  ღერძის გარშემო ბრუნვის  $\Delta\varphi_3$  კუთხის მაქსიმალური სიდიდე –  $\Delta\varphi_{3\text{max}}$ . მთა-ის მოძრაობის განივი მდგრადობის დიფერენციალური განტოლებიდან, განსაზღვრულია დრო  $t_3$ , ავრეგატის გადაბრუნების დაწყებიდან გადაბრუნების გარდაუვალ მდგომარეობამდე.

**საკვანძო სიტყვები:** ზღვრული კუთხე, ტრანსცენდენტული განტოლება, მორსატრევი ავრეგატი, განივი მდგრადობა, კუთხური აჩქარება.

**შეშავალი**

ხე-ტყის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის ყველაზე რთულ ოპერაციას წარმოადგენს მთაგორიან ტყესაკაფზე მორთრევის განხორციელება, რაც სრულდება მორსატრევი

თვითმტვირთავი აგრეგატით. დამუშავებულია ახალი მეთოდები და მეთოდიკები აგრეგატის განივი მდგრადობის გამოსაკვლევად და ძირითადი პარამეტრების დასადგენად.

### ძირითადი ნაწილი

მთა-ის მოძრაობის განივი მდგრადობის კვლევის მთავარ ამოცანას წარმოადგენს ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხის განსაზღვრა მაქსიმალური სიჩქარით აღმართის მხარეს მინიმალური რადიუსით მობრუნების დროს. ვადგენთ აგრეგატის მოძრაობის განივი მდგრადობის დიფერენციალურ განტოლებას (ნახ. 1 და 2)

$$I_{4x_0x_0} \Delta \ddot{\alpha}_1 = m_4 a \sin(\varphi_{40} + \Delta \alpha_{\text{ბ1}}) r_4 - G_4 \cos(\varphi_{40} + \Delta \alpha_{\text{ბ1}}) r_4, \quad (1)$$

სადაც  $I_{4x_0x_0}$  – დაუტვირთავი მთა-ის ინერციის მომენტი ბრუნვის  $x_0x_0$  ღერძის მიმართ, კგმ<sup>2</sup>;

$\Delta \ddot{\alpha}_1$  – ფერდობზე დაუტვირთავი მთა-ის  $x_0x_0$  ღერძის გარშემო  $r_4$  რადიუსით ბრუნვის დაწყების მომენტში კუთხური აჩქარება, 1/წმ<sup>2</sup>;

$m_4$  – დაუტვირთავი აგრეგატის მასა, კგ;

$a$  – მთა-ის ცენტრიდანული აჩქარება მაქსიმალური სიჩქარით  $V = 2,84$  მ/წმ ფერდობზე აღმართის მხარეს მინიმალური რადიუსით მობრუნების დროს, მ/წმ<sup>2</sup>.

$$a = \frac{V^2}{R} = \frac{2,84^2}{2} = 4,03 \text{ მ/წმ}^2,$$

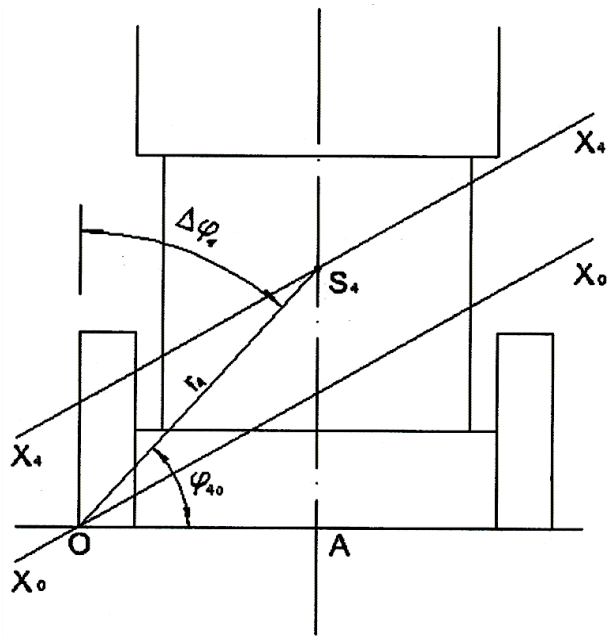
$\Delta \alpha_{\text{ბ1}}$  – ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხე, როცა დაუტვირთავი მთა იწყებს  $x_0x_0$  ღერძის გარშემო  $r_4$  რადიუსით ბრუნვას-გადაბრუნებას, გრად;

$\varphi_{40}$  – დაუტვირთავი მთა-ის ვაკეზე საწყის მდგომარეობაში  $r_4$  რადიუსის დახრის კუთხე ჰორიზონტალთან, გრად;

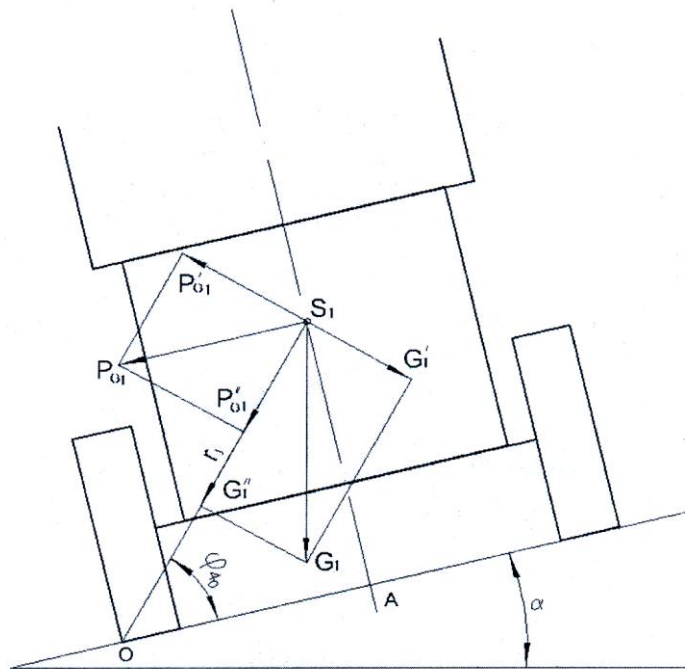
$r_4$  – დაუტვირთავი მთა-ის სიმაღლის  $S_4$  ცენტრის  $x_0x_0$  ღერძის გარშემო ბრუნვის რადიუსი, მ;

$G_4$  – დაუტვირთავი მთა-ის წონა, ნ.

$\Delta \varphi_1$  – დაუტვირთავი მთა-ის ვაკეზე საწყისი მდგომარეობიდან  $x_0x_0$  ღერძის გარშემო  $r_4$  რადიუსით ბრუნვის კუთხე, გადაბრუნების გარდაუვალ მდგომარეობამდე, გრად;



ნახ. 1. დაუტვირთავი მთა-ის ინერციის მომენტების საანგარიშო სქემა



ნახ. 2. დაუტვირთავ მთა-ზე მოქმედი ძალების  $x_0x_0$  ღერძის მიმართ მომენტების საანგარიშო სქემა ფერდობზე განივი მიმართულებით მრუდწირული მოძრაობის დროს

ფერდობზე აღმართის მხარეს დაუტვირთავი ავრეგატის მაქსიმალური სიჩქარით მობრუნების დროს, ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხის მნიშვნელობას, როცა ავრეგატი იწყებს გადაბრუნებას, ვპოულობთ ავრეგატის მოძრაობის განივი მდგრალობის პირობიდან

$$m_4 a \sin(\varphi_{40} + \Delta\alpha_{\text{ბ1}}) r_4 = G_4 \cos(\varphi_{40} + \Delta\alpha_{\text{ბ1}}) r_4. \quad (2)$$

ტრანსცენდენტული განტოლება (2) გადაგვყავს გაწრფივებულ მოდელში, რისთვისაც სინ და ცოს ფუნქციებს ვიხილავთ ნაზრდებში

$$\begin{aligned} m_4 a (\sin \varphi_{40} + \cos \Delta\alpha_{\text{ბ1}} + \cos \varphi_{40} \sin \Delta\alpha_{\text{ბ1}}) &= \\ &= G_4 (\cos \varphi_{40} \cos \Delta\alpha_{\text{ბ1}} - \sin \varphi_{40} \sin \Delta\alpha_{\text{ბ1}}), \end{aligned} \quad (3)$$

საიდანაც

$$\operatorname{tg} \Delta\alpha_{\text{ბ1}} = \frac{G_4 \cos \varphi_{40} - m_4 a \sin \varphi_{40}}{m_4 a \cos \varphi_{40} + G_4 \sin \varphi_{40}}. \quad (4)$$

ფორმულაში (4) რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმის შედეგად მივიღებთ

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \Delta\alpha_{\text{ბ1}} &= \frac{136000 \cdot \cos 55^\circ 24' - 13600 \cdot 4,03 \cdot \sin 55^\circ 24'}{13600 \cdot 4,03 \cdot \cos 55^\circ 24' + 136000 \cdot \sin 55^\circ 24'} = \\ &= \frac{136000 \cdot 0,56784 - 54808 \cdot 0,82314}{54808 \cdot 0,56784 + 136000 \cdot 0,82314} = 0,22444, \\ \Delta\alpha_{\text{ბ1}} &= 12^\circ 39'. \end{aligned}$$

დაუტვირთავი მთა-ის მაქსიმალური სიჩქარით  $V = 2,84 \text{ მ/წმ}$  მოძრაობის დროს, მინიმალური რადიუსით მობრუნების შემთხვევაში, როცა აგრეგატი იწყებს გადაბრუნებას, ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხე ტოლია  $12^\circ 39'$ .

$t_3$  დროის საპოვნელად ვიყენებთ დაუტვირთავი მთა-ის მოძრაობის განივი მდგრადობის დიფერენციალურ განტოლებას ფერდობზე განივი მიმართულებით მრუდწირული გადაადგილების დროს

$$I_{4x_0x_0} \Delta \ddot{\varphi}_3 = m_4 a \sin(\varphi_{40} + \Delta\varphi_3) r_4 - G_4 \cos(\varphi_{40} + \Delta\varphi_3) r_4, \quad (5)$$

სადაც  $\Delta \dot{\varphi}_3 - \Delta\alpha_{\text{ბ1}}$  კუთხით დახრილ ფერდობზე დაუტვირთავი მთა-ის  $x_0x_0$  ღერძის გარშემო ბრუნვის კუთხური აჩქარება,  $1/\text{წმ}^2$ ;

$\varphi_{40} - \Delta\alpha_{\text{ბ1}}$  კუთხით დახრილ ფერდობზე მთა-ის საწყისი მდგომარეობიდან ბრუნვის  $r_4$  რადიუსის დახრის კუთხე ჰორიზონტალთან, გრად.

$$\varphi_{40}'' = \varphi_{40} + \Delta\alpha_{\text{ბ1}} = 55^\circ 24' + 12^\circ 39' = 68^\circ 3';$$

$\Delta\varphi_3 - \Delta\alpha_{\text{ბ1}}$  კუთხით დახრილ ფერდობზე დაუტვირთავი მთა-ის  $x_0x_0$  ღერძის გარშემო ბრუნვის კუთხე გადაბრუნების დაწყებიდან გადაბრუნების გარდაუვალ მდგომარეობამდე, გრად.

$\Delta\varphi_3$  კუთხის მაქსიმალურ მნიშვნელობას ვპოულობთ პირობიდან

$$G_4 \cos(\varphi_{40}'' + \Delta\varphi_{3\text{max}}) r_4 = 0. \quad (6)$$

ტრანსცენდენტული განტოლების (6) გაწრფივებულ მოდელში გადაყვანის შემდეგ მივიღებთ

$$G_4 (\cos \varphi''_{40} \cos \Delta \varphi_{3\max} - \sin \varphi''_{40} \sin \Delta \varphi_{3\max}) = 0, \quad (7)$$

საიდანაც

$$\operatorname{tg} \Delta \varphi_{3\max} = \frac{\cos \varphi''_{40}}{\sin \varphi''_{40}} = \frac{\cos 68^\circ 3'}{\sin 68^\circ 3'} = \frac{0,37380}{0,92751} = 0,40301,$$

$$\Delta \varphi_{3\max} = 21^\circ 57'.$$

ტ3 დროს საპოვნელად (5) განტოლებიდან ვწერთ

$$\Delta \ddot{\varphi}_3 = \frac{1}{I_{4x_0x_0}} [m_4 a \sin(\varphi_{40} + \Delta \varphi_3) r_4 - G_4 \cos(\varphi''_{40} + \Delta \varphi_3) r_4], \quad (8)$$

საიდანაც შეგვიძლია დავწეროთ

$$\frac{2\Delta \varphi_{3\max}}{t_3^2} = \frac{1}{I_{4x_0x_0}} [m_4 a \sin(\varphi_{40} + \Delta \varphi_{3\max}) r_4 - G_4 \cos(\varphi''_{40} + \Delta \varphi_{3\max}) r_4],$$

საიდანაც

$$\Delta \varphi_{3\max} = \frac{1}{I_{4x_0x_0}} [m_4 a \sin(\varphi_{40} + \Delta \varphi_{3\max}) r_4 - G_4 \cos(\varphi''_{40} + \Delta \varphi_{3\max}) r_4] \frac{t_3^2}{2}, \quad (9)$$

$$t_3 = \sqrt{\frac{2\Delta \varphi_{3\max} \cdot I_{4x_0x_0}}{m_4 a \sin(\varphi_{40} + \Delta \varphi_{3\max}) r_4 - G_4 \cos(\varphi''_{40} + \Delta \varphi_{3\max}) r_4}}. \quad (10)$$

$$t_3 = \sqrt{\frac{2 \cdot 21^\circ 57' \cdot 57764}{13600 \cdot 4,03 \cdot \sin(55^\circ 24' + 21^\circ 57') \cdot 1,76 - 136000 \cdot \cos(68^\circ 3' + 21^\circ 57') \cdot 1,76}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 0,384 \cdot 57764}{96462 \cdot \sin 77^\circ 21' - 239360 \cdot \cos 90^\circ}} = 0,69 \text{ წმ.}$$

დაუტვირთავი მთა-ის განივი მიმართულებით მაქსიმალური სიჩქარით  $V = 2,84$  მ/წმ ფერდობზე აღმართის მხარეს მინიმალური რადიუსით მობრუნების დროს ზღვრული კუთხე, რომელზედაც აგრეგატი იწყებს გადაბრუნებას ტოლია  $12^\circ 39'$ . ამ შემთხვევაში,  $t_3$  დრო გადაბრუნების დაწყებიდან გადაბრუნების გარდაუვალ მდგომარეობამდე ტოლია  $0,69$  წმ-ისა.

### დასკვნა

შექმნილია მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის ახალი სქემა ძარა-ისრის სახსრულ-ბერკეტულ-კბილანური მექანიზმით. მოდერნიზირებული მთა-ის განივი მდგრადობის პარამეტრების დასადგენად დამუშავებული მეთოდიკის საფუძველზე შედგენილია დაუტვირთავ აგრეგატზე მოქმედი ყველა ძალების მომენტების ბალანსის დიფერენციალური განტოლება.



აგრეგატის მოძრაობის მდგრადობის პირობიდან განსაზღვრულია, ფერდობზე მთა-ის მრუდწირული მოძრაობის დროს განივი მდგრადობის ზღვრული კუთხე  $\Delta\alpha_{\text{н1}} = 12^{\circ}39'$ . აგრეგატის სტატიკური წონასწორობის პირობიდან განსაზღვრულია დაუტვირთავი მთა-ის  $x_0, x_0$  ღერძის გარშემო ბრუნვის კუთხე  $\Delta\varphi_{3\text{max}} = 21^{\circ}57'$ . განსაზღვრულია, აგრეთვე  $t_3 = 0,69$  წმ დრო, გადაბრუნების დაწყებიდან გადაბრუნების გარდაუვალ მდგომარეობამდე.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ზ. ბალამწარაშვილი, გ. კოკაიამ პ. ღუნდუა, თ. მჭედლიშვილი, ზ. ჩიტბე. ტყეკაფითი სამუშაოების მანქანები და ტექნოლოგია მთიან პირობებში. თბილისი, სმმქსპ ინსტიტუტი. 2008. 252 გვ.
2. მოსულიშვილი დ., ბალამწარაშვილი ზ., ღუნდუა პ., გელაშვილი ი., ნარიმანაშვილი მ. მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის მდგრადობის გამოკვლევა დაწოლის ცენტრის კოორდინატებით. სტუ. შრომები, თბილისი, 2011, № 3 (477), 72-75 გვ.
3. ნარიმანაშვილი მ., ბალამწარაშვილი ზ., მოსულიშვილი დ., ტყემალაძე რ. მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის დინამიკური განივი მდგრადობის გამოკვლევა. ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი, სტუ. გამომცემლობა „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, თბილისი, 2010, № 4(19), 103-111 გვ.
4. მოსულიშვილი დ., ბალამწარაშვილი ზ., ნარიმანაშვილი მ. მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის დინამიკური მდგრადობის გამოკვლევა შოლტების ნახევრადდატვირთულ მდგომარეობაში მორსათრევის დროს. საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო-წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, სამეცნიერო შრომათა კრებული, 2010, №65, 186-190 გვ.
5. Зелегин Л.А., Воскобойников И.В., Еремеев Н.С. Машины и механизмы для канатной трелевки. Московский государственный университет леса, Москва. 2004, 39-67 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА СКЛОНА ПРИ КРИВОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ НЕЗАГРУЖЕННОГО ТРЕЛЁВОЧНОГО САМОЗАГРУЖАЮЩЕГО АГРЕГАТА

Н. Челидзе-Ткешелашვილი, З. Баламцарашვილი, Р. Ткемალაძე,

Д. Мосулишვილი, Г. Дарахвелидзе

### Резюме

С целью определения предельного угла наклона склона при повороте с минимальным радиусом при максимальной скорости на стороне подъёма трелёвочного самозагружающегося

агрегата составлено дифференциальное уравнение поперечной устойчивости движения агрегата. После перевода полученных из условия поперечной устойчивости движения незагруженного трелёвочного самозагружающего агрегата трансцендентного уравнения в линеаризуемую модель определен предельный угол наклона склона  $\Delta\alpha_{\text{б1}} = 12^\circ 39'$ . Из условия статического равновесия трелёвочного самозагружающего агрегата, после перевода трансцендентного уравнения в линеаризуемую модель определена максимальная величина  $\Delta\varphi_{3\text{max}}$  угла поворота  $\Delta\varphi_3$  агрегата вокруг оси  $x_0x_0$ . Из дифференциального уравнения поперечной устойчивости движения трелёвочного самозагружающего агрегата, определено время  $t_3$ , с начала опрокидывания агрегата до неизбежного состояния.

## DETERMINATION OF LIMIT ANGLE OF SLOPE GRADIENT AT CURVED MOVEMENT OF UNLOADED SELF-LOADED LOGGERS AGGREGATE

N. Chelidze-Tkeshelashvili, Z. Balamtsarashvili, R. Tkhemaladze,

D. Mosulishvili, G. Darakhvelidze

### Summary

In order to determine the limit angle of the slope gradient at turning with minimum radius at maximum speed on the rise side is equated differential equation of the aggregate stability at transverse motion. After the transition of obtained from the condition transverse stability of movement of the unloaded self-loaded logger transcendental equation into linearized model is defined limit angle of slope gradient  $\Delta\alpha_{\text{б1}} = 12^\circ 39'$ . Proceeding from the static equilibrium conditions of unloaded self-loaded logger aggregate, after transition of transcendental equation into linearized model is defined the maximum amount  $\Delta\varphi_{3\text{max}}$  of angle of turn  $\Delta\varphi_3$  with respect of axis  $x_0x_0$ . From the differential equation of transverse movement stability, is determined the time  $t_3$ , from start of aggregate overturning up to inevitable condition.

უპკ 634.36

**ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხის  
განსაზღვრა დატვირთული მორსატრევი  
თვითმტვირთავი აბრეგატის მრუდწირული  
მოძრაობის დროს**

ნ. ჭელიძე-ტყეშელაშვილი, ზ. ბალამწარაშვილი, რ. ტყეშელაძე,  
დ. მოსულიშვილი, გ. დარახველიძე  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0175, მ. კოსტავას 77,  
ქ. თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხის განსაზღვრის მიზნით დატვირთული მთავის განივი მიმართულებით მრუდწირული მოძრაობის დროს დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე შედგენილია აგრეგატის განივი მდგრადობის დიფერენციალური განტოლება. დატვირთული მთავის მოძრაობის განივი მდგრადობის პირობიდან მიღებული ტრანსცენდენტული განტოლების გაწრფივებულ მოდელში გადაყვანის შემდეგ, განსაზღვრულია ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხე  $\Delta\alpha_{\text{ზ2}} = 11^\circ 7'$ . აგრეგატის სტატიკური წონასწორობის პირობიდან ტრანსცენდენტული განტოლების გაწრფივებულ მოდელში გადაყვანის შემდეგ, განსაზღვრულია დატვირთული მთავის  $x_0x_0$  ღერძის გარშემო ბრუნვის კუთხე  $\Delta\varphi_{\text{6max}}$ . მთავის განივი მდგრადობის დიფერენციალური განტოლებიდან განსაზღვრულია  $t_6$  დრო, აგრეგატის გადაბრუნების დაწყებიდან გადაბრუნების გარდაუვალ მდგომარეობამდე. კვლევის შედეგებიდან ირკვევა, რომ ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხე დაუტვირთავი და დატვირთული აგრეგატისათვის უმნიშვნელოდ  $1^\circ 32'$  განსხვავდება ერთმანეთისაგან, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ძარა-ისრის მექანიზმის განლაგება აგრეგატზე ოპტიმალურია.

**საკვანძო სიტყვები:** მორსატრევი აგრეგატი, ზღვრული კუთხე, განივი მდგრადობა, ტრანსცენდენტული განტოლება, კუთხური აჩქარება.

**შეჯამება**

მთავორიანი ტყესაკაფების ასათვისებლად შექმნილია მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატი (მთა) ძარა-ისრის ახალი სახსრულ-ბერკეტულ-კბილანური მექანიზმით. ექსტრემალურ პირობებში ხე-ტყის მორთრევის ტექნოლოგიური პროცესის სირთულიდან გამომდინარე, პირველი რივის ამოცანას წარმოადგენს მოდერნიზებული აგრეგატის მოძრაობის განივი მდგრადობის გამოკვლევა და მასთან დაკავშირებული ძირითადი პარამეტრების ზღვრული მნიშვნელობების დადგენა. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ახლად შექმნილი აგრეგატისათვის ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხის განსაზღვრას. ამასთან, თეორიული კვლევების ჩასატარებლად ნაპოვნია მოდერნიზებული მთა-ის სიმძიმის ცენტრების კოორდინატები და ინერციის მომენტები აგრეგატის დატვირთულ მდგომარეობაში.

**ძირითადი ნაწილი**

ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხის განსაზღვრის მიზნით, როცა დატვირთული მთა აღმართის მხარეს მაქსიმალური სიჩქარით ასრულებს მანევრს, ამისათვის ვადგენთ აგრეგატის მოძრაობის განივი მდგრადობის დიფერენციალურ განტოლებას (ნახ. 1, 2).

$$I_{\Sigma x_0 x_0} \Delta \ddot{\alpha}_2 = m_4 a \sin(\varphi_{40} + \Delta \alpha_{b2}) r_4 + m_3 a \sin(\varphi_{30} + \Delta \alpha_{b2}) r_3 - G_4 \cos(\varphi_{40} + \Delta \alpha_{b2}) r_4 - G_3 \cos(\varphi_{30} + \Delta \alpha_{b2}) r_3, \quad (1)$$

სადაც  $\Delta \ddot{\alpha}_2$  – ფერდობზე დატვირთული მთა-ის  $x_0 x_0$  ღერძის გარშემო ბრუნვის კუთხური აჩქარება.  $1/წმ^2$ ;

$I_{\Sigma x_0 x_0}$  – დატვირთული მთა-ის ჯამური ინერციის მომენტი  $x_0 x_0$  ღერძის მიმართ, კგმ<sup>2</sup>;

$m_4$  – დაუტვირთავი აგრეგატის მასა, კგ;

$m_3$  – მთა-ის ძარაზე დატვირთული შეკრულას მასა, კგ;

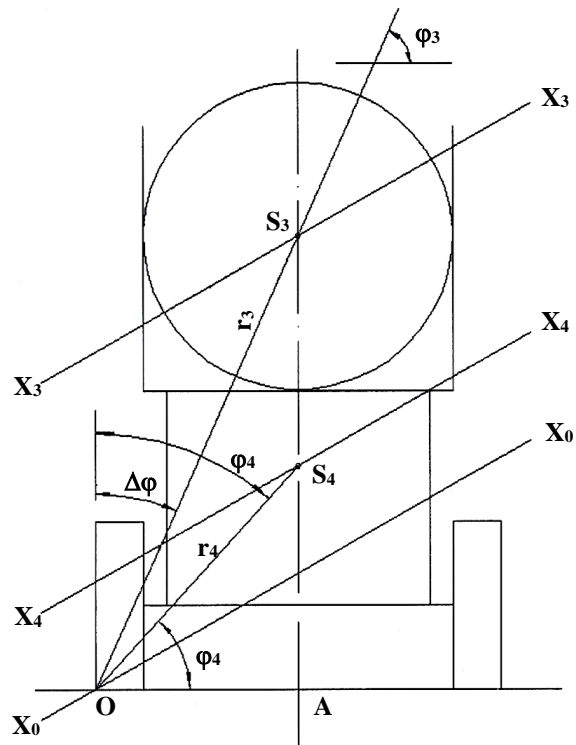
$\varphi_{40}$  – დაუტვირთავი მთა-ის ვაკეზე საწყის მდგომარეობაში  $r_4$  რადიუსის დახრის კუთხე ჰორიზონტალთან, გრად;

$G_4$  – დაუტვირთავი მთა-ის წონა, ნ.

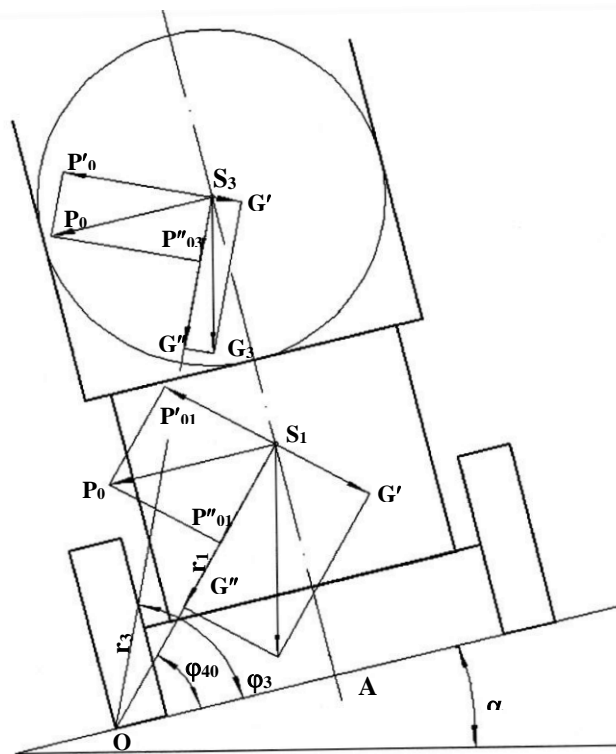
$G_3$  – მთა-ის ძარაზე დატვირთული შეკრულას წონა, ნ.;

$r_3$  – მთა-ის ძარაზე დატვირთული შეკრულას  $S_3$  სიმძიმის ცენტრის  $x_0 x_0$  ღერძის გარშემო ბრუნვის რადიუსი, მ;

$r_4$  – დაუტვირთავი მთა-ის სიმძიმის  $S_4$  ცენტრის  $x_0 x_0$  ღერძის გარშემო ბრუნვის რადიუსი, მ;



ნახ. 1. დატვირთული მთავარი ინერციის მომენტების საანგარიშო სქემა



ნახ. 2. დატვირთულ მთავარზე მოქმედი ძალების  $x_0x_0$  ღერძის მიმართ მომენტების საანგარიშო სქემა ფერდობზე განივი მიმართულებით მრუდწირული მოძრაობის დროს

$\varphi_{30}$  – დატვირთული მთა-ის საწყის მდგომარეობაში ვაკეზე ბრუნვის კუთხე საწყისი მდგომარეობიდან გადაბრუნების გარდაუვალ მდგომარეობამდე, გრად;

$\Delta\alpha_{\nu_2}$  – ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხე, როცა დატვირთული მთა იწყებს  $x_0$ - $x_0$  ღერძის გარშემო გადაბრუნებას, გრად.

$\Delta\alpha_{\nu_2}$  კუთხის მაქსიმალური მნიშვნელობის საპოვნელად დატვირთული მთა-ის მოძრაობის განივი მდგრადობის პირობიდან გვაქვს:

$$m_4 a \sin(\varphi_{40} + \Delta\alpha_{\nu_2}) r_4 + m_3 a \sin(\varphi_{30} + \Delta\alpha_{\nu_2}) r_3 - G_4 \cos(\varphi_{40} + \Delta\alpha_{\nu_2}) r_4 - G_3 \cos(\varphi_{30} + \Delta\alpha_{\nu_2}) r_3 = 0. \quad (2)$$

ტრანსცენდენტული განტოლების (2) გაწვრთვებულ მოდელში გადაყვანით მივიღებთ

$$m_4 a (\sin \varphi_{40} \cos \Delta\alpha_{\nu_2} + \cos \varphi_{40} \sin \Delta\alpha_{\nu_2}) r_4 + m_3 a (\sin \varphi_{30} \cos \Delta\alpha_{\nu_2} + \cos \varphi_{30} \sin \Delta\alpha_{\nu_2}) r_3 - G_4 (\cos \varphi_{40} \cos \Delta\alpha_{\nu_2} - \sin \varphi_{40} \sin \Delta\alpha_{\nu_2}) r_4 - G_3 (\cos \varphi_{30} \cos \Delta\alpha_{\nu_2} - \sin \varphi_{30} \sin \Delta\alpha_{\nu_2}) r_3 = 0, \quad (3)$$

საიდანაც

$$\operatorname{tg} \Delta\alpha_{\nu_2} = \frac{G_4 \cos \varphi_{40} r_4 + G_3 \cos \varphi_{30} r_3 - m_4 a \sin \varphi_{40} r_4 - m_3 a \sin \varphi_{30} r_3}{m_4 a \cos \varphi_{40} r_4 + m_3 a \cos \varphi_{30} r_3 + G_4 \sin \varphi_{40} r_4 + G_3 \sin \varphi_{30} r_3}, \quad (4)$$

$$\operatorname{tg} \Delta\alpha_{\nu_2} = \frac{136000 \cdot \cos 55^\circ 24' \cdot 1,76 + 50000 \cos 60^\circ 34' \cdot 2,03 -}{13600 \cdot 4,03 \cos 55^\circ 24' \cdot 1,76 + 5000 \cdot 4,03 \cos 60^\circ 34' \cdot 2,03 +}$$

$$\frac{-13600 \cdot 4,03 \cdot \sin 55^\circ 24' \cdot 1,76 - 5000 \cdot 4,03 \cdot \sin 60^\circ 34' \cdot 2,03}{+136000 \cdot \sin 55^\circ 24' \cdot 1,76 + 50000 \cdot \sin 60^\circ 34' \cdot 2,03} =$$

$$= \frac{239360 \cdot 0,56784 + 101500 \cdot 0,49141 - 96463 \cdot 0,82314 - 40905 \cdot 0,87093}{96462 \cdot 0,56784 + 40905 \cdot 0,49141 + 239360 \cdot 0,82314 + 101500 \cdot 0,87093} = 0,19641,$$

$$\operatorname{tg} \Delta\alpha_{\nu_2} = 0,19641; \quad \Delta\alpha_{\nu_2} = 11^\circ 7'.$$

მივიღეთ, რომ დატვირთული მთა-ის, ფერდობზე განივი მიმართულებით სიჩქარით  $V = 2,84$  მ/წმ, მობრუნების შემთხვევაში, როცა აგრეგატი იწყებს გადაბრუნებას ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხე ტოლია  $11^\circ 7'$ .

$t_6$  დროის საპოვნელად, ვიყენებთ დატვირთული მთა-ის მოძრაობის განივი მდგრადობის დიფერენციალურ განტოლებას ფერდობზე განივი მიმართულებით მრუდწირული გადაადგილების დროს

$$I_{\Sigma, x_0} \Delta \ddot{\varphi}_6 = m_4 a \sin(\varphi_{40} + \Delta\varphi_6) r_4 + m_3 a \sin(\varphi_{30} + \Delta\varphi_6) r_3 +$$

$$-G_4 \cos(\varphi''_{40} + \Delta\varphi_6)r_4 - G_3 \cos(\varphi''_{30} + \Delta\varphi_6)r_3, \quad (5)$$

სადაც  $\Delta\varphi_6 - \Delta\alpha_{\text{ბ2}}$  კუთხით დახრილ ფერდობზე დატვირთული მთა-ის  $x_0x_0$  ღერძის გარშემო ბრუნვის კუთხური აჩქარება,  $1/\text{წმ}^2$ ;

$\varphi''_{40} - \Delta\alpha_{\text{ბ2}}$  კუთხით დახრილ ფერდობზე მთა-ის საწყისი მდგომარეობიდან  $x_0x_0$  ღერძის გარშემო ბრუნვის რადიუსის დახრის კუთხე ჰორიზონტალთან, გრად;

$$\varphi'''_{40} = \varphi_{40} + \Delta\alpha_{\text{ბ2}} = 55^\circ 24' + 11^\circ 7' = 66^\circ 31';$$

$\Delta\varphi_6 - \Delta\alpha_{\text{ბ2}}$  კუთხით დახრილ ფერდობზე დატვირთული მთა-ის  $x_0x_0$  ღერძის გარშემო ბრუნვის კუთხე გადაბრუნების დაწყებიდან გადაბრუნების გარდაუვალ მდგომარეობამდე, გრად;

$\varphi''_{30} - \Delta\alpha_{\text{ბ2}}$  კუთხით დახრილ ფერდობზე მთა-ის ძარაზე დატვირთული შეკრულას საწყისი მდგომარეობიდან  $x_0x_0$  ღერძის გარშემო ბრუნვის რადიუსის დახრის კუთხე ჰორიზონტალთან, გრად;

$$\varphi'''_{30} = \varphi_{30} + \Delta\alpha_{\text{ბ2}} = 60^\circ 34' + 11^\circ 7' = 71^\circ 41'.$$

$\Delta\varphi_{6\text{max}}$  კუთხის მაქსიმალურ მნიშვნელობას ვპოულობთ პირობიდან

$$G_4 \cos(\varphi'''_{40} + \Delta\varphi_{6\text{max}})r_4 + G_3 \cos(\varphi'''_{30} + \Delta\varphi_{6\text{max}})r_3 = 0. \quad (6)$$

ტრანსცენდენტული განტოლების (6) გაწვრთვებულ მოდელში გადაყვანის შემდეგ გვექნება

$$G_4 (\cos \varphi'''_{40} \cos \Delta\varphi_{6\text{max}} - \sin \varphi'''_{40} \sin \Delta\varphi_{6\text{max}})r_4 + G_3 (\cos \varphi'''_{30} \cos \Delta\varphi_{6\text{max}} - \sin \varphi'''_{30} \sin \Delta\varphi_{6\text{max}})r_3 = 0, \quad (7)$$

საიდანაც

$$\text{tg} \Delta\varphi_{6\text{max}} = \frac{G_4 \cos \varphi'''_{40} r_4 + G_3 \cos \varphi'''_{30} r_3}{G_4 \sin \varphi'''_{40} r_4 + G_3 \sin \varphi'''_{30} r_3}. \quad (8)$$

შევიტანოთ რიცხვითი მნიშვნელობები და მივიღებთ

$$\begin{aligned} \text{tg} \Delta\varphi_{6\text{max}} &= \frac{136000 \cdot \cos 66^\circ 31' \cdot 1,76 + 50000 \cos 71^\circ 41' \cdot 2,03}{136000 \cdot \sin 66^\circ 31' \cdot 1,76 + 50000 \sin 71^\circ 41' \cdot 2,03} = \\ &= \frac{239360 \cdot 0,39848 + 101500 \cdot 0,31427}{239360 \cdot 0,91718 + 101500 \cdot 0,94933} = 0,40291. \end{aligned}$$

$$\text{tg} \Delta\varphi_{6\text{max}} = 0,40291; \quad \Delta\varphi_{6\text{max}} = 21^\circ 57' ..$$

განტოლებიდან (5) შეგვიძლია დავწეროთ

$$\Delta\ddot{\varphi}_6 = \frac{1}{I_{\Sigma}x_0x_0} [m_4a \sin(\varphi_{40} + \Delta\varphi_6)r_4 + m_3a \sin(\varphi_{30} + \Delta\varphi_6)r_3 - G_4 \cos(\varphi_{40}'' + \Delta\varphi_6)r_4 - G_3 \cos(\varphi_{30}'' + \Delta\varphi_6)r_3],$$

საიდანაც

$$\Delta\ddot{\varphi}_{6\max} = \frac{1}{I_{\Sigma}x_0x_0} [m_4a \sin(\varphi_{40} + \Delta\varphi_{6\max})r_4 + m_3a \sin(\varphi_{30} + \Delta\varphi_{6\max})r_3 - G_4 \cos(\varphi_{40}'' + \Delta\varphi_{6\max})r_4 - G_3 \cos(\varphi_{30}'' + \Delta\varphi_{6\max})r_3] \frac{t_6^2}{2},$$

საიდანაც

$$t_6 = \sqrt{\frac{2\Delta\varphi_{6\max} \cdot I_{\Sigma}x_0x_0}{m_4a \sin(\varphi_{40} + \Delta\varphi_{6\max})r_4 + m_3a \sin(\varphi_{30} + \Delta\varphi_{6\max})r_3 - G_4 \cos(\varphi_{40}'' + \Delta\varphi_{6\max})r_4 - G_3 \cos(\varphi_{30}'' + \Delta\varphi_{6\max})r_3}}, \quad (9)$$

რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით განტოლებაში (9) მივიღებთ

$$t_6 = \sqrt{\frac{2 \cdot 21^{\circ}57'}{13600 \cdot 4,03 \cdot \sin(55^{\circ}24' + 21^{\circ}57') \cdot 1,76 + 5000 \cdot 4,03 \sin(60^{\circ}34' + 21^{\circ}57') \cdot 2,03 - 88067 - 136000 \cdot \cos(66^{\circ}31' + 21^{\circ}57') \cdot 1,76 - 50000 \cdot \cos(71^{\circ}41' + 21^{\circ}57') \cdot 2,03}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,384 \cdot 88067}{96462 \cdot \sin 77^{\circ}21' + 40905 \cdot \sin 82^{\circ}31' - 239360 \cdot \cos 88^{\circ}28' - 101500(-\sin 3^{\circ}38')}} = \sqrt{\frac{67635}{96462 \cdot 0,97573 + 40905 \cdot 0,99148 - 239360 \cdot 0,02676 + 101500 \cdot 0,06337}} = 0,71 \text{ წმ.}$$

$$t_6 = 0,71 \text{ წმ.}$$

ამრიგად, მთავარი განივი მიმართულებით მაქსიმალური სიჩქარით  $V = 2,84 \text{ მ/წმ}$  აღმართის მხარეს მინიმალური რადიუსით მობრუნების დროს ფერდობის დახრის ზღვრული კუთხე, რომელზედაც აგრეგატი იწყებს გადაბრუნებას ტოლია  $11^{\circ}7'$ . ამ შემთხვევაში,  $t_6$  დრო გადაბრუნების დაწყების მომენტიდან გადაბრუნების გარდაუვალ მდგომარეობამდე ტოლია  $0,71$  წმ-ისა. აღსანიშნავია, რომ იგივე პირობებში დაუტვირთავი მთავარი განივი მდგრადობის ზღვრული კუთხე  $\Delta\alpha_{\text{ბ1}} = 12^{\circ}39'$ , რაც უმნიშვნელოდ  $-1^{\circ}32'$  განსხვავდება დატვირთული მთავარი განივი მდგრადობის ზღვრული კუთხისაგან.



## დასკვნა

მოდერნიზებული მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის მოძრაობის განივი მდგრადობის პარამეტრების დასადგენად, დამუშავებული მეთოდის საფუძველზე შედგენილია აგრეგატზე მოქმედი ყველა ძალების მომენტების ბალანსის დიფერენციალური განტოლება. აგრეგატის მოძრაობის განივი მდგრადობის პირობიდან გამომდინარე, ფერდობზე განივი მიმართულებით მრუდწირული მოძრაობის დროს, განსაზღვრულია მდგრადობის ზღვრული კუთხე  $\Delta\alpha_{\text{ზ2}} = 11^{\circ}7'$  და დატვირთული მთა-ის  $x_0x_0$  ღერძის გარშემო ბრუნვის კუთხე  $\Delta\varphi_{\text{6max}} = 21^{\circ}57'$ . განსაზღვრულია, აგრეთვე დრო  $t_6 = 0,71$  წმ, აგრეგატის გადაბრუნების დაწყებიდან გადაბრუნების გარდაუვალ მდგომარეობამდე.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. **Зелегин Л.А., Воскобойников И.В., Еремеев Н.С.** Машины и механизмы для канатной трелевки. Московский государственный университет леса, Москва. 2004, 39-67 с.
2. **მოსულიშვილი დ., ბალაშვარაშვილი ზ., ნარიმანაშვილი მ.** მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის დინამიკური მდგრადობის გამოკვლევა შოლტების ნახევრადდატვირთულ მდგომარეობაში მორსათრევის დროს. საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო-წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი, სამეცნიერო შრომათა კრებული, 2010, №65, 186-190 გვ.
3. **ზ. ბალაშვარაშვილი, გ. კოკაიამ პ. ღუნდუა, თ. მჭედლიშვილი, ზ. ჩიტბე.** ტყეკაფითი სამუშაოების მანქანები და ტექნოლოგია მთიან პირობებში. თბილისი, სმმსკ ინსტიტუტი. 2008. 252 გვ.
4. **ნარიმანაშვილი მ., ბალაშვარაშვილი ზ., მოსულიშვილი დ., ტყემალაძე რ.** მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის დინამიკური განივი მდგრადობის გამოკვლევა. ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი, სტუ. გამომცემლობა „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, თბილისი, 2010, № 4(19), 103-111 გვ.
5. **მოსულიშვილი დ., ბალაშვარაშვილი ზ., ღუნდუა პ., გელაშვილი ი., ნარიმანაშვილი მ.** მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის მდგრადობის გამოკვლევა დაწოლის ცენტრის კოორდინატებით. სტუ, შრომები, თბილისი, 2011, № 3 (477), 72-75 გვ.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА СКЛОНА ПРИ КРИВОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ ЗАГРУЖЕННОГО ТРЕЛЁВОЧНОГО САМОЗАГРУЖАЮЩЕГО АГРЕГАТА**

**Н. Челидзе-Ткешелашვილი, З. Баламцарашვილი, Р. Ткемаладзе,  
Д. Мосулишვილი, Г. Дарахвелидзе**

**Резюме**

С целью определения предельного угла наклона склона при криволинейном движении загруженного трелёвочного самозагружающего агрегата на основе разработанной методики составлено дифференциальное уравнение поперечной устойчивости агрегата. После перевода полученных из условия поперечной устойчивости движения загруженного трелёвочного самозагружающего агрегата трансцендентного уравнения в линеаризуемую модель определен предельный угол наклона склона  $\Delta\alpha_{\alpha_2} = 11^\circ 7'$ . Из условия статического равновесия трелёвочного самозагружающего агрегата, после перевода трансцендентного уравнения в линеаризуемую модель определена максимальная величина  $\Delta\varphi_{\text{max}}$  угла поворота агрегата вокруг оси  $x_0x_0$ . И результатов исследования выявлено, что максимальный угол наклона склона для незагруженного и загруженного агрегата незначительно, на  $1^\circ 32'$  отличается друг от друга, что указывает на оптимальное расположение механизма стрелы на агрегате.

**DETERMINATION OF LIMIT ANGLE OF SLOPE GRADIENT AT CURVED MOVEMENT OF LOADED SELF-LOADED LOGGERS AGGREGATE**

**N. Chelidze-Tkeshelashvili, Z. Balamtsarashvili, R. Tkhemaladze,  
D. Mosulishvili, G. Darakhvelidze**

**Summary**

In order to determine the limit angle of the slope gradient at curvilinear motion of loaded self-loaded logger based on the developed methodology is equated differential equation of the aggregate stability at transverse motion. After the transition of obtained from the condition transverse stability of movement of the unloaded self-loaded logger transcendental equation into linearized model is defined limit angle of slope gradient  $\Delta\alpha_{\alpha_2} = 11^\circ 7'$ . Proceeding from the static equilibrium conditions of unloaded self-loaded logger aggregate, after transition of transcendental equation into linearized model is defined the maximum amount  $\Delta\varphi_{\text{max}}$  of angle of turn with respect of axis  $x_0x_0$ . The results show that the maximum angle of slope gradient for unloaded and loaded aggregate is slightly  $1^\circ 32'$  different that means on the optimal arrangement of boom mechanism on aggregate.

შპს. 330; 658.

**საზღვაო პორტების როლი საქართველოს  
სატრანსპორტო სისტემის განვითარებაში**

**გ. ტყეშელაშვილი, თ. კილაძე, ნ. ნაკაშიძე, ა. ნინუა**

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

**რეზიუმე:** საქართველოს გეოპოლიტიკური მდებარეობა ერთ-ერთი იმ ფაქტორთაგანია, რომელმაც საქართველოს სწრაფი ეკონომიკური განვითარება უნდა უზრუნველყოს. რამდენადაც საქართველოზე გადის უმოკლესი სატრანზიტო გზა მეზობელ აზერბეიჯანსა და სასომხეთში, აგრეთვე შუა აზიის სახელმწიფოებსა და ნაწილობრივ ირანსა და ჩინეთშიდაც კი. ამასთან საქართველო საზღვაო ქვეყანაა. ამ უპირატესობებს ჯერ-ჯერობით ქვეყანა არასათანადოდ იყენებს, რასაც მოწმობს სტატისტიკაც. იმის მაგიერ, რომ სატრანსპორტო გადაზიდვების მოცულობა განუწყვეტლივ იზრდებოდეს, ადვილი აქვს პირუკუ პროცესს-გადაზიდული ტვირთების მოცულობა მცირდება. სატრანსპორტო პოტენციალის უკეთ გამოყენებისათვის სასწრაფოდ საჭიროა შემდეგი ღონისძიებების გატარება: შეიქმნას სატრანსპორტო კლასტერი ქ. ბათუმში ბათუმის, ფოთის და ყულევის პორტების ეგიდით, სადაც გაერთიანდება რკინიგზაც და საავტომობილო გადამზიდავებიც სამუშაოთა შეთანხმებულად წარმართვისათვის; მკაცრად მოეთხოვოს ფოთის, ბათუმის, ყულევის ოპერირებად კომპანიებს ვალდებულებათა შესრულება პორტების ტექნიკური აღჭურვის მიმართულებით; სახელმწიფომ უზრუნველყოს თავისუფალი კონკურენცია პორტებს შორის, რაც შეამცირებს საპორტო მომსახურების ფასებს და გაზღვის პორტებს კონკურენტუნარიანად; რიგ შემთხვევებში პორტებს მიეცეს საგადასახადო შეღავათები ტექნიკური განვითარების მიმართულებით.

**საკვანძო სიტყვები:** ეკონომიკა. მენეჯმენტი, ტრანსპორტი, საზღვაო ტრანსპორტი.

**შეჯამება**

საქართველო ჯერ-ჯერობით სუსტი ეკონომიკის ქვეყნებს განეკუთვნება, მიუხედავად ბოლო

პერიოდში ეკონომიკაში მიმდინარე დადებითი ძვრებისა. მსოფლიო ბანკის მონაცემებით მთლიანი შიდა პროდუქტის მოცულობის (მშპ) აბსოლუტური მაჩვენებლის მიხედვით უპირველეს სახელმწიფოს აშშ წარმოადგენს, სადაც ეს სიდიდე 17 ტრილიონ \$-ზე მეტია, შემდეგ მოდის ევროკავშირი 16 ტრილიონი \$-ით, ჩინეთი 10 ტრილიონი \$-ით, და ა. შ. რუსეთს უკავია მე-13 პოზიცია 1,3 ტრილიონი \$-ით, ხოლო საქართველოს – 117-ე პოზიცია 16,5 მლრდ.<sup>1</sup> \$-ით. თუ გავითვალისწინებთ, რომ საქართველო მოსახლეობის რიცხოვნებით ამ ჩამონათვალში 104-ე ადგილზეა, გამოდის, რომ ჩვენ ჩამოვრჩებით მსოფლიო საშუალო მაჩვენებლს. ციფრორივადაც ასეა, იგივე მსოფლიო ბანკის მონაცემებით მშპ ერთ სულ მოსახლეზე გაანგარიშებით საქართველოში შეადგენს 3795 \$-ს და ვიკავებთ 111-ე ადგილს, მაშინ, როცა აღნიშნული სიდიდე ლუქსემბურგისათვის 101,393 \$-ია, შვეიცარიისთვის – 80,186 \$. ნორვეგიისათვის 74,513 \$. აშშ-სთვის – 55,837 \$, რუსეთისთვის – 9,202 \$ და ა. შ.<sup>2</sup>

### ძირითადი ნაწილი

საქართველოში, გეოპოლიტიკური მდებარეობიდან გამომდინარე, შესაძლებელია სატრანსპორტო სისტემის უპირატესი განვითარება და საქართველოს ტერიტორიის გამოყენება სატრანსპორტო დერეფნად არა მარტო მოსაზღვრე აზერბეიჯანის და სასომხეთისათვის, არამედ შუა აზიის სახელმწიფოებისათვის და ნაწილობრივ ჩინეთისთვის და ირანისთვისაც. მიუხედავად ამისა აღნიშნული პოტენციალის გამოყენება ამკარად არასაკმარისია, რასაც ადასტურებს საქართველოში ყველა სახის ტრანსპორტით გადაზიდული ტვირთების და ტვირთბრუნვის მოცულობების დინამიკა ბოლო 12 წლის განმავლობაში (იხილეთ ცხრილები 1, 2).

მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ სატრანსპორტო გადაზიდვების მოცულობა ბოლო წლების განმავლობაში მკვეთრი გადიდების ნაცვლად მცირდება. მაგალითად, თუ საერთო გადაზიდვების მოცულობა 2008 წ-ს 49058.2 ათასი ტონა, ხოლო ტვირთბრუნვა 7165.6 მლნ. ტ.-კმ. იყო, 2014 წ-ს მან შეადგინა შესაბამისად 46429.3 ათასი ტონა და 5643.6 მლნ. ტ.-კმ. შემცირება შეადგენს იგივე შესაბამისობაში – 5.4 % და 21 %-ს. შემცირებულია ძირითადად სარკონოგზო გადაზიდვების მოცულობა, ხოლო, რაც შეეხება საზღვაო ტრანსპორტს ეს საერთოდ სხვა საკითხია, რამდენადაც საქართველოს თითქმის არ გააჩნია საზღვაო ტრანსპორტი, თუ არ ჩავთვლით საქართველოს საზღვაო პორტებს.

<sup>1</sup> მონაცემები აღებულია საიტიდან

[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_GDP\\_\(nominal\)](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_(nominal)). გადამოწმებულია 20.10.2016.

<sup>2</sup> მონაცემები აღებულია საიტიდან

[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 20.10.2016.

ცხრილი 1.

ტვირთის გადატანა საერთო სარგებლობის ტრანსპორტის სახეების მიხედვით (ათასი ტონა)<sup>3</sup>

წლები	სულ	მათ შორის			
		სარკინიგზო	საავტომობილო	საზოგადოებრივი	საჰაერო
2003	41081.4	16558.7	24500.0	21.4	1.3
2004	41149.8	15424.4	25700.0	23.9	1.5
2005	45971.5	18986.7	26959.3	23.9	1.6
2006	49946.6	22643.3	27261.3	40.4	1.6
2007	49830.2	22230.0	27561.2	37.9	1.9
2008	49058.2	21181.2	27864.4	11.9	0.7
2009	45275.3	17104.0	28170.9	-	0.4
2010	48411.4	19930.1	28480.8	-	0.5
2011	48926.8	20123.4	28794.1	8.1	1.2
2012	49190.8	20076.0	29110.8	3.6	0.4
2013	47616.4	18185.0	29431.0	-	0.4
2014	46429.3	16673.3	29754.7	-	1.3

ცხრილი 2.

საერთო სარგებლობის ტრანსპორტის ტვირთბრუნვა სახეების მიხედვით (მლნ. ტ.-კმ)<sup>4</sup>

წლები	სულ	მათ შორის			
		სარკინიგზო	საავტომობილო	საზოგადოებრივი	საჰაერო
2003	6194.7	5538.5	562.0	91.5	2.7
2004	5505.1	4862.0	570.0	69.6	3.5
2005	6777.7	6127.1	578.01	69.0	3.6
2006	8114.2	7393.2	586.11	131.0	3.9
2007	7645.5	6927.5	594.31	120.1	3.6
2008	7165.6	6515.7	602.61	45.4	1.9
2009	6029.2	5417.0	611.11	-	1.1
2010	6848.1	6227.5	619.71	-	0.9
2011	6690.0	6054.8	628.41	5.3	1.5
2012	6616.8	5976.6	637.31	2.4	0.5
2013	6172.4	5525.9	646.11	-	0.4
2014	5643.6	4987.6	655.11	-	0.9

<sup>3</sup> საქართველოს სტატისტიკური წელიწადი 2015. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. თბილისი, 2016. გვ. 191.

<sup>4</sup> იქვე

საქართველო დამოუკიდებლობის მიღებამდე ფლობდა 85 ერთეულ საზღვაო საცურაო საშუალებებს, აქ ერთიანდებოდა მშრალი ტვირთების გემები, კონტეინერმზიდები, ტანკერები და სამგზავრო ლაინერები, რომლებიც თანდათანობით გაიყიდა უცხოელებზე, ან გირაოდ იქნა ჩადებული ვალების სანაცვლოდ და ჩამოერთვათ. აღნიშნულის გარდა შავი ზღვისპირეთში მრავლად იყო თევზსაჭერი მეურნეობები, რომლებიც ფლობდნენ თევზსაჭერ სეინერებს. დღეისათვის კი როგორც ასეთი, საზღვაო ფლოტი საქართველოს არ გააჩნია.

საქართველოს საზღვაო ტრანსპორტი წარმოდგენილია მხოლოდ ბათუმის და ფოთის საზღვაო პორტებით, ყულევის და სუფსის ტერმინალებით.

ბათუმის საზღვაო ნავსადგომის შექმნის ისტორია პრაქტიკულად კავკასიის რეგიონის ლოგისტიკური ცენტრის ფორმირების ისტორიაა, რომელმაც საქართველოს, როგორც ტრანზიტული ქვეყნის, როლი განსაზღვრა.

ბათუმის პორტი ევროპა-კავკასია-აზიის კორიდორის მნიშვნელოვან რგოლს წარმოადგენს, რომელიც სათავეს ევროპაში იღებს და ბულგარეთის, რუმინეთის, უკრაინის, შემდეგ შავი ზღვის გავლით კასპიის ზღვის რეგიონის ქვეყნებს - აზერბაიჯანს, ყაზახეთს, თურქმენეთს და ა.შ. - აკავშირებს.

პორტის განვითარების ძირითადი ფაქტორი იყო და არის კასპიის ზღვის ნავთობი.

ბათუმის პორტის ძირითადი კონკურენტები შავ ზღვაზე არიან: უკრაინული - ოდესისა და ილიჩევსკის პორტები, რუსული - ნოვოროსიისკისა და ტუაფსეს პორტები.

ბათუმის პორტის უპირატესობა ის გახლავთ, რომ უკრაინის აკვატორია ზამთარში იყინება, ხოლო რუსეთის პორტებში, ზამთრის პერიოდში, ხშირია ძლიერი ქარები.

2008 წლის თებერვალში სს „ყაზტრანსოილის“ შვილობილმა კომპანიამ - შპს Batumi Industrial Holding-მა ბათუმის საზღვაო ნავსადგურის ექსკლუზიური მართვის უფლება 49 წლით და ბათუმის ნავთობტერმინალის აქციების 100%-იანი პაკეტი შეიძინა.

სს „ყაზტრანსოილი“ ყაზახეთის ნაციონალური კომპანია სს „ყაზმუნაიგაზის“ შვილობილი კომპანიაა, რომელიც ყაზახეთის ძირითადი ოპერატორია ნავთობის ტრანსპორტირებაში.

ყაზახეთის მიერ ბათუმის საპორტო აქტივების შეძენის მიზანი ნათელია: საუბარია ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გადაზიდვის ახალი საექსპორტო ფანჯრის შექმნაზე. ეს მიმართულება საშუალებას მისცემს ყაზახეთს, ნავთობნაკადების დივერსიფიცირება მოახდინოს და არ იყოს დამოკიდებული სხვა ქვეყნების კუთვნილ ტერმინალებზე. სამომავლოდ ბათუმიდან კაშაგანის ნავთობსაბადოს ნავთობის ტრანსპორტირება იგეგმება. (კაშაგანიდან ნავთობის მოპოვება ოფიციალური მონაცემებით 2012 წელს უნდა დაწყებულიყო, თუმცა ჯერაც არ დაწყებულა).

კაშაგანის ნავთობსაბადო, რომელიც 4 სტრუქტურას აერთიანებს (კაშაგანი, კალამკასი, აქტოტი და კაირანი), ყველაზე დიდ ნავთობსაბადოდ ითვლება 1968 წელს ალიასკაზე აღმოჩენილი პრადპო-ბეის საბადოს შემდეგ. არსებული ნავთობის მარაგი, სავარაუდოდ, 35 მილიარდი ბარელია. პროგნოზებით, შესაძლებელი იქნება 1,5 მილიონი ბარელი ნავთის მოპოვება დღე-ღამეში. პერსპექტივაში, საბადოს სრულად ათვისების შემთხვევაში, კაშაგანის საბადოს შეუძლია მთელი ევროპის ნავთობის მოხმარების სადღეღამისო მოცულობის 10%-ის უზრუნველყოფა.

ბათუმის პორტი ფლობს საკონტეინერო ტერმინალს და სანავმისადგომო კომპლექსს ბორნების მომსახურებისათვის

საკონტეინერო ტერმინალის გამტარუნარიანობა წელიწადში 100 000 TEU-ს შეადგენს. საკონტეინერო ტერმინალს გააჩნია ღია სასაწყობო ფართები და გადამტვირთავი დანადგარები, რომლებიც კონტეინერების პირდაპირი და სასაწყობო ვარიანტით დამუშავებაზეა სპეციალიზებული.

ბორანი კურსირებს ვარნის, ილიჩევსკისა და ბათუმის ნავსადგურებს შორის. საბორნე სისტემის მუშაობა სრულიად ავტომატიზებულია. ტერმინალის ნომინალური წლიური გამტარუნარიანობა დაახლოებით 700 000 ტონას შეადგენს.

პორტი ემსახურება მშრალ ტვირთებსაც. მშრალი ტვირთების ტერმინალის მაქსიმალური გამტარუნარიანობა წელიწადში 2,0 მილიონი ტონაა.

სამგზავრო ტერმინალი ბათუმის ცენტრში, სანაპირო ბულვარის გაყოლებაზე მდებარეობს. ტერმინალის გამტარუნარიანობა წელიწადში დაახლოებით 180 000 მგზავრს შეადგენს. სამგზავრო ნავმისადგომები უზრუნველყოფენ სამგზავრო გემებისა და ასევე Ro-Ro ტიპის სამგზავრო სატვირთო მცირეტონაჟიანი ბორნების დამუშავებას.<sup>5</sup>

ფოთის პორტი დამაკავშირებელი რგოლია ტვირთების გადაზიდვისას თურქეთიდან, ახლო აღმოსავლეთიდან და ევროპიდან - შუა აზიის ქვეყნებსა და ავღანეთში.

2008 წ. ფოთის პორტის აქციების 51% და პორტის მართვის უფლება 49-წლიანი ვადით არაბულმა კომპანია RAK Investment Authority-m (RAKIA, UAE) შეიძინა. მოგვიანებით კომპანიამ პორტის აქციების დარჩენილი წილიც იყიდა და აქციების 100%-იანი პაკეტის მფლობელი გახდა. აღნიშნული გარიგების ერთ-ერთი მთავარი ვალდებულება საქართველოს მხრიდან - ფოთში თავისუფალი ეკონომიკური ზონის შექმნასა და განვითარებას, ასევე ახალი აეროპორტის მშენებლობას ითვალისწინებდა. არაბი ინვესტორების მიერ გაცხადებული გრანდიოზული გეგმების

<sup>5</sup> მონაცემები აღებულია ბათუმის პორტის ოფიციალური საიტიდან <http://batumiport.com/text/122/geo>.  
გადამოწმებულია 25.10.2016.

მიუხედავად, 2011 წლის აპრილში RAKIA-მ ფოთის პორტის აქციების 80% დანიურ გიგანტს Moller-Maersk Group-ის შვილობილ APM Terminals-ს მიჰყიდა და პორტის მართვიდან გავიდა.

ფოთის პორტი გადაზიდვებს სამი ძირითადი მიმართულებით ახორციელებს:

- გადაზიდვები აზერბაიჯანსა და რუსეთში სასაზღვრო ზოლიდან - სამური/იალამა;

- გადაზიდვები თურქმენეთში, ავღანეთში, ტაჯიკეთში, უზბეკეთში- ბორნით - ბაქო-თურქმენბაში;

- გადაზიდვები ყაზახეთში, უზბეკეთსა და ყირგიზეთში - ბორნით - ბაქო-აქტაუ;

- მუდმივი შეფერხებები ბორანზე ბაქო-თურქმენბაში, ბაქო-აქტაუ, ისევე როგორც სასაზღვრო ზონებში ავღანეთთან (სერხეტაბატ - ტურგუნდის მიმართულებით და გალაბა - ხაირატონის მიმართულებით) საგრძნობლად ზრდის სატრანზიტო დროს ფოთის პორტიდან.

ყულევის ტერმინალის მშენებლობა 2000 წელს დაიწყო, მაგრამ ორი წლის შემდეგ დაფინანსების შეწყვეტის გამო შეჩერდა. მშენებლობას საქართველოს რკინიგზა და ავსტრიული კომპანია „არომაგ ოილი“ აწარმოებდნენ.

2004 წლის სექტემბერში პროექტის გაგრძელების მიზნით შეიქმნა საერთაშორისო კონსორციუმი, რომელშიც ტერმინალის მშენებლობის ინიციატორები და ქართველი და უცხოელი ბიზნესმენები შედიოდნენ.

2007 წლის იანვარში ტერმინალი აზერბაიჯანის სახელმწიფო ნავთობკომპანია Socar-მა შეიძინა.

საბოლოოდ, ყულევის ნავთობტერმინალი 2008 წლის 16 მაისს გაიხსნა.

„სოკარმა“ დღეისათვის საქართველოს ეკონომიკაში 400 მილიონამდე დოლარის ინვესტირება განახორციელა.

ტერმინალმა თავის თავზე აიღო გარკვეული ვალდებულებები, რომლებიც საქართველოს რკინიგზაზე მთელი რიგი სამშენებლო და სარეაბილიტაციო სამუშაოების განვითარებას გულისხმობდა. სარკინიგზო ინფრასტრუქტურის განვითარებისათვის 3 მლნ დოლარი გამოიყო. განვითარებული სარკინიგზო ინფრასტრუქტურა მნიშვნელოვნად შეამცირებს ხარჯებს თბომავლის საწვავზე, დააჩქარებს ტვირთის მიწოდებასა და ხელს შეუწყობს ტვირთბრუნვის გაზრდას.

ტერმინალის გამტარუნარიანობა - წელიწადში 10 მლნ ტონამდე -ნავთობპროდუქტის გადატვირთვის საშუალებას იძლევა, აქედან: 3 მლნ ტონა ნავთობის, 3 მლნ ტონა დიზელისა და 4 მილიონი ტონა მახუთის. სარეზერვუარო პარკის მთლიანი მოცულობა 320 ათასი კუბური მეტრია, 380 ათას ტონამდე გაზრდის პოტენციალით. ნავთობპროდუქტების ჩამოსასხმელად ტერმინალში გათვალისწინებულია ორი ნავსაბელი, რომლებიც 100 ათას ტონამდე ტვირთამწეობის



ტანკერებს ემსახურება. ჩამოსხმის მწარმოებლურობა საათში 1000-დან 8000-მდე კუბურ მეტრს შეადგენს. ობიექტს ემსახურება წინასაპორტო სარკინიგზო სადგური, რომელიც ტვირთის გადასხმის მოლოდინში მყოფ 180 ვაგონ-ცისტერნას ერთდროულად იტევს. სარკინიგზო ესტაკადებზე ერთდროულად 168 ვაგონ-ცისტერნის გადმოტვირთვაა შესაძლებელი.<sup>6</sup>

სამომავლოდ იგეგმება ანაკლიის პორტის მშენებლობა. საქართველოს მთავრობასა და “ანაკლიის განვითარების კონსორციუმს” შორის მიმდინარე წელს გაფორმდა საინვესტიციო ხელშეკრულება ანაკლიის ღრმაწყლოვანი ნავსადგურის მშენებლობისა და ოპერირების შესახებ. ანაკლიის ღრმაწყლოვანი ნავსადგური თავისი მნიშვნელობითა და მასშტაბით ქვეყნისთვის ერთ-ერთ სტრატეგიულ პროექტს წარმოადგენს. მისი მთავარი უპირატესობები – სტრატეგიული მდებარეობა, მაღალი გამტარუნარიანობა, ლოგისტიკური სერვისების განვითარების შესაძლებლობა, გაფართოვებისა და განვითარების პერსპექტივა და სხვა მნიშვნელოვანი მიმართულებები შექმნის რეალურ საფუძველს, რომ საქართველომ შეასრულოს თავისი ისტორიული მისია ახალი აბრეშუმის გზის კორიდორში და, ამავდროულად, იქცეს საქართველოს მთავარ საზღვაო კარიბჭედ და ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ლოგისტიკურ ცენტრად რეგიონში.<sup>7</sup>

### დასკვნა

საზღვაო პორტების მიერ ტვირთების გადამუშავების მოცულობაზეა დამოკიდებული დიდწილად საქართველოს რკინიგზის და საავტომობილო ტრანსპორტის დატვირთვაც. იმის გამო, რომ საქართველოს პორტები ვერ ამუშავებს დიდი წონის ტვირთებს, ამავე დროს საპორტო მომსახურება შედარებით ძვირია ალტერნატიულ პორტებთან შედარებით, მომსახურება არ გამოირჩევა ოპერატიულობით და საიმედოობით, საქართველოს გავლით ტვირთების დამუშავება სავალალო მდგომარეობაშია. თუმცა მიზანმიმართული, დასაბუთებული, სწრაფი და ეფექტური სატრანსპორტო პოლიტიკის განხორციელებით შესაძლებელია სატრანზიტო ტვირთბრუნვის მოცულობის გადიდება უახლოეს სამ წელიწადში დაახლოებით ორჯერ. რისთვისაც საჭიროა შემდეგი ღონისძიებების გატარება:

- შეიქმნას სატრანსპორტო კლასტერი ქ. ბათუმში ბათუმის, ფოთის და ყულევის პორტების ეგიდით, სადაც გაერთიანდება რკინიგზაც და საავტომობილო გადამზიდავებიც სამუშაოთა შეთანხმებულად წარმართვისათვის;

<sup>6</sup> ფორბს-ბლოგი. საქართველოს პორტები. საიტი: <http://forbes.ge/news/188/saqarTvelos-portebi>. გადამოწმებულია 25.10.2016.

<sup>7</sup> ანაკლიის ღრმაწყლოვანი პორტის მშენებლობის თაობაზე ხელშეკრულება გაფორმდა. იხილეთ საიტი: <http://ibusiness.ge/anakliis-ghrmawylovani-portis-msheneblobis-taobaze-khelshekruleba-gaformda/>. გადამოწმებულია 25.10.2016.

- მკაცრად მოეთხოვოს ფოთის, ბათუმის, ყულევის ოპერირებად კომპანიებს ვალდებულებათა შესრულება პორტების ტექნიკური აღჭურვის მიმართულებით;
- სახელმწიფომ უზრუნველყოს თავისუფალი კონკურენცია პორტებს შორის, რაც შეამცირებს საპორტო მომსახურების ფასებს და გახდის პორტებს კონკურენტუნარიანად;
- რიგ შემთხვევებში პორტებს მიეცეს საგადასახადო შეღავათები ტექნიკური განვითარების მიმართულებით.
- ესენია პირველი რიგის ამოცანები, რომლებიც სტიმულს მისცემს საქართველოს ერთიანი სატრანსპორტო სისტემის სწრაფ განვითარებას.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. საიტი: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_GDP\\_\(nominal\);](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_(nominal);)
2. 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;)
3. საქართველოს სტატისტიკური წელიწდგული 2015. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. თბილისი, 2016.
4. ბათუმის პორტის ოფიციალური საიტი: <http://batumiport.com/text/122/geo;>
5. ფორბს-ბლოგი. საქართველოს პორტები. საიტი: <http://forbes.ge/news/188/saqarTvelos-portebi;>
6. ანაკლიის ღრმაწყლოვანი პორტის მშენებლობის თაობაზე ხელშეკრულება გაფორმდა. საიტი: <http://ibusiness.ge/anakliis-ghrmawylovani-portis-msheneblobis-taobaze-khelshekruleba-gaformda/>

## РОЛЬ МОРСКИХ ПОРТОВ В РАЗВИТИИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГРУЗИИ

Г. Ткешелашвили, Т. Киладзе, Н. Накашидзе, А. Нинуа

### Резюме

Геополитическое положение Грузии является одним из факторов, которые способны обеспечить быстрое экономическое развитие. Насколько на территориях Грузии лежит кратчайший маршрут транзита соседним Азербейджаном и Арменией, а также для стран центральной Азии и в частности для Китая и Ирана. Но имеющая преимущество используется

далеко не полностью, о чем свидетельствуют статистические данные. Вместо того, что объем транспортировки грузов непрерывно увеличивался, происходит обратный процесс - объем перевозимых грузов снижается.

Для устранения отмеченного недостатка надо проводить следующие меры: Обеспечить создание кластера в состав которого под эгидой Грузинских портов войдут Грузинская Железная и автоперевозчики ; Строго потребовать от операторов портов Поти, Батуми, Кулеви выполнение обязательств в части технического перевооружения; Государство должно обеспечить свободную конкуренцию между портами, что позволит снизить цены на услуги и сделать порты конкурентоспособными; В некоторых случаях применять налоговые льготы при внедрение технических новшеств.

## **THE ROLE OF SEAPORTS IN DEVELOPMENT OF TRANSPORT SYSTEM OF GEORGIA**

**G. Tkeshelashvili, T. Kiladze, N. Nakashidze, A. Ninua**

### **Summary**

Georgia's geopolitical position is one of the factors that can ensure rapid economic development. As far as the territory of Georgia is the shortest transit route to neighboring Azerbaijan and Armenia, as well as for the countries of Central Asia and in particular China, and Iran. But having the advantage is not used completely, as evidenced by the statistics. Instead to continuously increasing in the volume of cargo transportation, occurs the reverse process - the volume of goods transported is decreased. To eliminate these shortcomings it is necessary to carry out the following steps: ensure the establishment of a cluster including under the aegis of Georgian ports also Georgian Railway and haulers; strictly require from the operators of the Poti, Batumi, Kulevi ports of fulfillment of obligations of the technical re-equipment; the state should ensure free competition between the ports, which will reduce the prices of services and make the port competitive; in some cases, apply the tax benefits when implementing technical novelties.

უპკ 656.259.1

**მიწისქვეშა სატრანსპორტო კომუნიკაციების მშენებლობის  
თანამედროვე ტენდენციების შესახებ**

მ. მოისწრაფიშვილი, თ. ყიფიანი

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

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია მიწისქვეშა სატრანსპორტო კომუნიკაციების მშენებლობის თანამედროვე ტენდენციები და გაანალიზებულია გარემოზე ზემოქმედების წყაროები და მოსალოდნელი სიდიდე. სტატიაში წარმოდგენილია საინჟინრო - გეოლოგიური კვლევების მნიშვნელობა. შემოთავაზებულია გეოტექნიკური კვლევის ძირითადი პარამეტრები, გეომექანიკური კლასიფიკაციის სისტემები, როგორცაა RQD, RMR და Q სისტემები და დასახულია მიწისქვეშა ნაგებობების წინასაპროექტო კვლევის მეთოდები. სტატიაში დასკვნის სახით მოცემულია იმ საკითხთა ჩამონათვალი, რომლებიც მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობის პროცესში წარმოქმნის პრობლემებს: საკითხები, რომლის განსაზღვრაც წინასწარ შეუძლებელია; ცვალებადი საინჟინრო პირობები; მიწისქვეშა წყლები; გაბურღვის მეთოდით მიღებული არასრულყოფილი სურათი მიწისქვეშა პირობების განსაზღვრისათვის.

**საკვანძო სიტყვები:** მიწისქვეშა ნაგებობები, გეოტექნიკური კვლევები.

**შესავალი**

მიწისქვეშა სივრცის გამოყენება ხელსაყრელია გარემოში სატრანსპორტო კომუნიკაციების სრულყოფილი ინტეგრირების თვალსაზრისით, რადგან ხაზობრივი პროექტების განხორციელებისას ხდება ყრილებისა და ჭრილების მოწყობის თავიდან

აცილება და შესაბამისად გარემოს ვიზუალური მხარის შენარჩუნება. აღნიშნული საკითხი განსაკუთრებით საინტერესოა მცირემიწიანი ქვეყნებისთვის, მთაგორიანი და მჭიდროდ დასახლებული არელებისთვის.

ერთის მხრივ, ქალაქში გვირაბის მშენებლობა შეიძლება განხილულ იქნას როგორც ერთერთი ეფექტური ხერხი, რაც მნიშვნელოვანია მწვანე გარემოს შენარჩუნებისა და სამოქალაქო ობიექტების რაციონალურად განლაგების თვალსაზრისით. მაგალითისთვის შესაძლებელია განვიხილოთ მსოფლიოს არაერთი მიწისქვეშა კომუნიკაციის გამოყენების ეფექტიანობა. სურათზე 1 მოტანილია სიეტლში აგებული გვირაბი (ამ შემთხვევაში გადახურული ჭრილი) და ნაჩვენებია თუ როგორ ცვლის იგი გარემოს აღქმას ესთეტიკური თვალსაზრისით (სიეტლი) [1].



სურათი 1. ქ. სიეტლის გადახურული ჭრილი

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ზოგიერთ შემთხვევაში მიწისქვეშა ნაგებობები ხელს უწყობს მწვანე საფარის შენარჩუნებას, რითაც ნაკლები ზიანი ადგება ადგილობრივ და გლობალურ ეკოსისტემას, რადგან ზოგადად მიწისქვეშა სამუშაოები მიწისზედასთან შედარებით მინიმალურ უარყოფით ზეგავლენას ახდენს ზედაპირულ ფლორასა და ფაუნაზე. ეს გამოწვეულია იმით, რომ სამშენებლო სამუშაოების ზემოქმედება რამდენადმე აღემატება საგზაო ინფრასტრუქტურით დაკავებულ ზედაპირის ფართობს, რაც საგრძნობლად მცირდება მიწისქვეშა სატრანსპორტო კომუნიკაციის მშენებლობისას. ამავდროულად, ამ შემთხვევაში თითქმის მთლიანად იხშობა ხმაური და ვიბრაცია. აგრეთვე, მიწისქვეშა კონსტრუქციებიდან გამოყოფილი

ჰაერი კონცენტრირდება და ნაწილობრივ იწმინდება ატმოსფეროში გამოდევნამდე, რასაც მინიმუმამდე დაჰყავს გარემოს დაბინძურება.

მეორეს მხრივ, მიწისქვეშა კონსტრუქციების ექსპლუატაციისას არ ზიანდება ფაუნის ეკოსისტემა და სრულიად გამოირიცხება მათი შეჯახების რისკი სატრანსპორტო საშუალებასთან, რომელიც ასეთი მაღალია მიწისზედა სატრანსპორტო ხაზობრივ ნაგებობებზე, მათ შორის ძალზე მწვავედ დგას საქართველოს რკინიგზისთვის.

მაგალითად, თანამედროვე ტენდენციის უკეთ აღსაქმელად შეგვიძლია მოვიყვანოთ გროენ ჰარტის (ჰოლანდია) 7 კილომეტრიანი ჩქაროსნული საავტომობილო მაგისტრალის გვირაბის მაგალითი, რომელიც აშენებული იქნა როტერდამსა და ამსტერდამს მწვანე საფარის დაცვის მიზნით [2].

გარდა ამისა, მთაგორიან ადგილებში გვირაბების გამოყენება აუმჯობესებს და აადვილებს სხვადასხვა სტრანსპორტო საშუალებების, იქნება ეს საავტომობილო თუ სარკინიგზო ტრანსპორტი, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც იგეგმება ჩქაროსნული სატრანსპორტო მაგისტრალის მშენებლობა. ვინაიდან ამ შემთხვევაში საჭირო ხდება ქანობისა და მრუდის რადიუსის ზემოქმედების მინიმუმამდე დაყვანა. გვირაბი წარმოადგენს ერთ-ერთ საუკეთესო გზას მდინარეების, სრუტეების და სხვა წყლის სივრცეების გადაკვეთის თითქმის ერთადერთი საშუალებას. მაგ. ლამანშისა და ბოსფორის სრუტეების კალაპოტქვეშა სივრცეების სატრანსპორტო დანიშნულებით ათვისება, მეტროს სადგურების ერთმანეთთან დაკავშირება მდინარეების კალაპოტის ქვეშ გავლით და ა.შ.

ამრიგად, მიწისქვეშა ნაგებობებისა და ინფრასტრუქტურების განთავსებას აქვს რამოდენიმე უპირატესობა, რაც გულისხმობს შენობა-ნაგებობის დაპროექტების თავისუფლებას (გარდა გეოლოგიური, ფინანსური და მიწათმფლობელობის ფაქტორებისა) სამგანზომილებიან სივრცეში, ფიზიკური ბარიერების არარსებობის პირობებში, რაც ასე მრავლადაა მიწის ზემოთ. ამ უპირატესობებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ინფრასტრუქტურის დაგეგმვისას ძალზე მჭიდროდ დასახლებულ ქალაქებში, სადაც თავისუფალი ადგილის დიდი დეფიციტი და უამრავი გეოგრაფიული შეზღუდვაა.

მსოფლიოს საგზაო მშენებლობაში არსებობს რამოდენიმე საბაზო მაგალითი, როდესაც ტოპოგრაფიული მიზეზები გვაიძულებს ავაგოთ მიწისქვეშა ინფრასტრუქტურა, რომელიც ერთადერთი საშუალებაა ასეთ შემთხვევებში. მაგალითად ტრანსალპური სარკინიგზო გვირაბები.

გოტარდის და ლობერგის გვირაბები (შესაბამისად, 57 კმ და 34 კმ), წარმოადგენენ მთისძირის გვირაბს რამოდენიმე ათასი მეტრის სიღრმეში, რომელიც დაპროექტებულია შერბილებული მრუდის რადიუსისა და ქანობის გათვალისწინებით, რაც შესაძლებელს ხდის მასში მატარებელთა მოძრაობას 250 კმ/სთ-მდე სიჩქარით [3].

თუმცა, აქვე უნდა აღინიშნოს, გვირაბმშენებლობის უარყოფითი გავლენაც გარე სამყაროზე. მაგალითად ის ფაქტორი, რომ გვირაბის გაყვანა მაღალმთიან ზონაში გარკვეულ უარყოფით გავლენას ახდენს არსებულ გარემოზე. განსაკუთრებით, დაუსახლებელ ტერიტორიებზე, ვინაიდან, ბუნებრივია, სამშენებლო მოედნისა და მისასვლელი გზის მოწყობა ვერ მოხდება გარემოზე გარკვეული ზემოქმედების გარეშე.

ამასთანავე, მიწისქვეშა ნაგებობებთან დაკავშირებულ უარყოფით მხარეს წარმოადგენს ზემოქმედება ადგილობრივ ჰიდრო-გეოლოგიურ ბალანსზე. ფაქტიურად მიწისქვეშა კონსტრუქციების მშენებლობის დროს შესაძლოა მოხდეს მიწისქვეშა წყლების სადინარების დაწევა, რაც გავლენას მოახდენს მიწის ზემოთ არსებულ მწვანე საფარსა და თავად წყლის შემადგენლობაზეც.

არსებობს ალბათობა, რომ მიწისქვეშა ნაგებობა შესაძლოა გადაიქცეს გიგანტურ დრენაჟად ნიადაგისა ან კლდოვანი მასისათვის, რამაც შესაძლოა შეამციროს წყლის დონე. ეს ნეგატიური გავლენა შეიძლება დაყვანილი იქნას მინიმუმამდე ან განეიტრალდეს შესაბამისი საპროექტო გადაწყვეტის გზით, რაც გულისხმობს წყალგაუმტარი ნაგებობის დაპროექტებას.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, ძალზე მნიშვნელოვნად მიგვაჩნია საქართველოში გვირაბების გამოყენება საგზაო ინფრასტრუქტურის მშენებლობისას, თუმცა აუცილებელია საფუძვლიანად იქნას შესწავლილი და გაანალიზებული მიწისქვეშა სატრანსპორტო კომუნიკაციების მშენებლობის თანამედროვე ტენდენციები.

## პირითადი ნაწილი

მიწისქვეშა ნაგებობების საიმედო დაპროექტება ეფუძნება გეოტექნიკურ საინჟინრო კვლევას, რომლის მიზანს წარმოადგენს ინფორმაციის შეგროვება (მათ შორის საარქივო მასალებიდან) დაპროექტების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის ყველა ეტაპზე. იგი ასევე მნიშვნელოვანია საგზაო კონსტრუქციის რაციონალური დაპროექტებისთვის, ტერიტორიის მომზადებისათვის, ნეგატიური პროცესების და შეუქცევადი ცვლილებების რისკების გამორიცხვისათვის, რაც დაკავშირებულია დატბორვასთან, ქანების არაერთგვაროვნობასთან, კონსტრუქციაზე სეისმური, ქარის და სხვათა ზეგავლენასთან.

შესაბამისად, მიწისქვეშა სატრანსპორტო გვირაბების მშენებლობისთვის პირველ რიგში უნდა განვიხილოთ გეოტექნიკური საკითხები.

ასეთი კვლევების მიზანია გრუნტების ძირითად მახასიათებლებთან გაცნობა, რომლებსაც შეუძლია გავლენა იქონიოს მთის ქანების ან ნიადაგის მექანიკურ მოძრაობებზე, ბუნებრივი დაჭიმულობის წინასწორობის საწყის მდგომარეობაზე და დატვირთვებისა და ზემოქმედების შეცვლაზე, რაც განხორციელდება სამშენებლო სამუშაოებისას.

ამისათვის კვლევები მიმართულია გრუნტის გეომექანიკური ხასიათის რაოდენობრივ შეფასებზე, რომლებიც დამოკიდებულია, როგორც მიკრო ასევე მაკროსტრუქტურებზე.

მაგალითად, კლდის მასის მექანიკური მოძრაობა დამოკიდებულია არა მხოლოდ თავად ქანის მინერალოგიურ შემადგენლობაზე, არამედ ცალკეული მახასიათებლების, ნაპრალების, ნაკერების არსებობაზე, რომლებიც ჩნდება მთის მასაში და შესაბამისად ამცირებს მის საერთო სიმყარეს.

ამიტომაც, გეოტექნიკური კვლევების ჩატარება მნიშვნელოვანია პარამეტრების მისაღებად, რომლებიც დაკავშირებულია დაუზიანებელი (უცვლელი) ქანის ან კლდის მატრიცასთან და მისი დახმარებით მთის მასივის საერთო მდგომარეობა ფასდება მაკროსკოპიულ მასშტაბში.

ამასთან, გეოტექნიკური კვლევების მიზანია დადგინდეს მშენებლობის ტექნიკურ-ეკონომიკური ვარგისიანობა და განისაზღვროს თუ სად უნდა აშენდეს მიწისქვეშა



ნაგებობა მექანიკური თვალსაზრისით: არსებული სამთო წნევის, წყლის წნევის (ასეთის შემთხვევაში), გრუნტის თვისებების და სხვათა გათვალისწინებით.

ასევე უმნიშვნელოვანესია, მთის მასივის პარამეტრების დადგენა. ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში შეჯამებულია სხვადასხვა გეოლოგიური პარამეტრი, რომლებიც დაკავშირებულია კლდოვან ქანებთან ან მატრიცასთან, ინფორმაცია და პროცედურები, რომლებიც საჭიროა ამ პარამეტრების მისაღებად. ისინი ასევე გამოიყენება ნიადაგის შემთხვევაშიც. ეს არ არის ამომწურავი ჩამონათვალი, მაგრამ წარმოადგენს ძირითად და ყველაზე ხშირად გამოყენებად პარამეტრებს (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

პარამეტრი	ინფორმაცია	პროცედურა
ელასტიურობის მოდული E	ელასტიური დეფორმაცია	კომპრესიის ტესტი
პუასონის კოეფიციენტი $\nu$	ელასტიური დეფორმაცია	კომპრესიის ტესტი
სიმჭიდროვე (კოჰეზია) C	სიმყარე	სამღერძიანი კომპრესიის ტესტი
ხახუნის კუთხე $\phi$	სიმყარე	სამღერძიანი კომპრესიის ტესტი
ერთღერძიანი შეკუმშვისას სიმყარის ზღვარი UCS	სიმყარე	სამღერძიანი კომპრესიის ტესტი, დაკავშირებული C და $\phi$ -სთან
დილანტანცია $\psi$	პლასტიკური დეფორმაცია	კომპრესიის ტესტი
წყალგაუმტარობა K	ქანის ან გრუნტის გამტარიანობა	ლუგეონის ტესტი, ჭები, ლაბორატორიული კვლევები და სხვა

მიწისქვეშა ნაგებობების შემთხვევაში, პარამეტრები, რომლებიც შეიძლება შეეხებოდეს გრუნტის მცირე ნიმუშს, ჩვეულებრივ გამოიყენება ამ სტრუქტურის მთელს მასშტაბზე და შეიძლება გათვალისწინებული იყოს მთლიანი მასის შეფასებისათვის.

გრუნტი შეიძლება ჩაითვალოს ერთგავროვნად მისი თვისებებით. მიუხედავად ამისა, ქანების შემთხვევაში ნახეთქების, ნაპრალების, გარღვევების და შეერთებების არსებობა გრუნტს დამოკიდებულს ხდის მასშტაბზე. ამრიგად, მექანიკურ

ლაბორატორიაში ტესტირებული კლდის მცირე ნიმუშის თვისებები შესაძლოა განსხვავდებოდეს კლდის მთელი მასისაგან.

ამიტომაც, გეომექანიკური კლასიფიკაციის სისტემები, როგორცაა RQD, RMR და Q სისტემები, შემუშავებულ იქნა იმისათვის, რომ რაოდენობრივად შეაფასოს, თუ როგორ უნდა გადაიყვანოს ქანის თვისებები მატრიციდან მთელს კლდის მასაზე, რომელშიც შენდება მიწისქვეშა ნაგებობა.

ყველა გეომექანიკური კლასიფიკაცია ანიჭებს რაოდენობრივ ნიშნებს მთელს მთის მასას მის ზედაპირზე ფრაქტურების ხასიათიდან, წყლის არსებობა-არარსებობიდან, ნაპრალების ორიენტაციიდან და ზოგიერთ შემთხვევაში გრუნტის დაჭიმულობიდან გამომდინარე.

ქვემოთ შეჯამებულია სამი ძირითადი მთის მასების გეომექანიკური კლასიფიკაცია, ძირითადი პარამეტრებითა და კონცეფციებით, რომელსაც მხედველობაში იღებს თითოეული მათგანი:

1. **RQD** - კლდის ხარისხის ტექნიკური მონაცემები შემუშავებულია დ.უ. დერეს მიერ და დღეისათვის გამოიყენება ძირითადი გეომექანიკური კლასიფიკაციის მონაცემების შესაყვანად. ეფუძნება ძირითადი ნაწილაკების პროცენტულობის გაზომვას, რომელიც მოიცავს მხოლოდ ნაწილაკებს 100 მმ-ზე მეტი სიგრძით.
2. **RMR (Bienawski)** - კლდის მასის რეიტინგი (RMR) სისტემა გეომექანიკურად შემუშავებულ იქნა ზ.ტ. ბენიავსკის მიერ. რამოდენიმე პარამეტრი შეფასებულია თანამიმდევრობის სქემის მნიშვნელობებით ბენიავსკის მიერ, რომელიც წერტილების რაოდენობას ანიჭებს მათი მოცულობის მიხედვით. ყველა წერტილის რაოდენობა იძლევა საერთო RMR-ს დონეს.

<b>შეფასებული პარამეტრები</b>
დაუზიანებელი ქანის ერთღერძიანი კუმშვისადმი მდგრადობის ზღვარი
<b>კლდის ხარისხის ტექნიკური მონაცემები (RQD)</b>
უწყვეტობებს შორის დაშორება
უწყვეტობების მდგომარეობა
მიწისქვეშა წყლების მდგომარეობა
არასასურველი ორიენტაციის შეერთებების რეგულირება

2. **Q (Barton)** - სხვადასხვა მიწისქვეშა გათხრების შემთხვევების შეფასების შემდეგ, ბარტონმა შეიმუშავა გვირაბის გაყვანის ხარისხის ინდექსი Q

$$Q = (RQD/J_n) \times (J_r/J_a) \times (J_w/SRF) \quad (1)$$

ეს პარამეტრები შეეხება კლდის მასის შემდეგ კონცეფციებს:

Q სისტემის პარამეტრი	კლდის მასის მდგომარეობა
RQD	RQD
J <sub>n</sub>	შეერთებების რაოდენობა
J <sub>r</sub>	ერთობლივი ხორკლიანობა
J <sub>a</sub>	ერთობლივი ცვლილებები
J <sub>w</sub>	ერთობლივი წყალი
SRF	დამაბულობის შემცირების კოეფიციენტი

ამ ცხრილის თანახმად, ყოველი პარამეტრი მოცემულია და შემდეგ Q რაოდენობრივი შეფასება (ნომინალი) მიიღება მათემატიკური გამოსახულების საშუალებით.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, მთის მასივის მდგომარეობასთან ან მოსაზღვრე პირობებთან დაკავშირებული პარამეტრების განსაზღვრისთვის ძალზე მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ ბუნებრივი დაჭიმულობების მდგომარეობა იმ ადგილებში, სადაც უნდა აშენდეს მიწისქვეშა ნაგებობა.

ამისათვის, დაახლოებითი მნიშვნელობების განსაზღვრა შეიძლება ბუნებრივი დაჭიმულობების რუქების მეშვეობით, შესაბამის ტერიტორიაზე გაკეთებული პროექტის ან ადგილზე ტესტირების მეშვეობით.

მნიშვნელოვანია ასევე სხვა ასპექტები, როგორცაა წყლის პიეზომეტრული წნევა ნიადაგში, სეისმური აქტივობის რისკი ამ ტერიტორიაზე და სხვა.

მიწისქვეშა ნაგებობის მშენებლობისას ადგილი აქვს თავდაპირველი ბუნებრივი წნევების გადანაწილებას. ასეთი გადანაწილების შედეგად, მიწისქვეშა სტრუქტურა ექვემდებარება განსაზღვრულ დამაბულობას და შესაბამისად აქვს დატვირთვა, რაც დამოკიდებულია ნიადაგის გეომექანიკურ მახასიათებლებზე.

ამრიგად, ნიადაგში შექმნილი მიწისქვეშა ნაგებობების შემთხვევაში საყრდენის როლი ენიჭება უმეტესად თავად ნაგებობას, იმ დროს, როდესაც კლდოვანი მასის შემთხვევაში ეს არის კლდისა და ნაგებობის კომბინაცია.

იმისათვის, რომ დაპროექტდეს მიწისქვეშა ნაგებობა, საჭირო ხდება ნიადაგის გეოტექნიკური მახადიათებლების გათვალისწინება ბუნებრივი დაჭიმულობების ადგილებში და ეს უნდა ხდებოდეს მთელი მშენებლობის განმავლობაში. ეს არის კომპლექსური ანალიზი, რომლის მიღწევა შესაძლებელია სხვადასხვა საშუალებებით, საჭიროების მიხედვით.

ემპირიული პროექტირების მეთოდები ეფუძნება სხვადასხვა გეომექანიკური კლასიფიკაციის სისტემების გამოყენებას: RQD, RMR, Q. არსებობს რამოდენიმე დიაგრამა, სადაც მცირედ იცვლება RMR, RQD და Q დონეები სხვადასხვა საყრდენი ელემენტებით სტაბილურობის გარანტიისათვის გასაზღვრული გეომეტრიით. ამ მეთოდებს აქვს უპირატესობა - შეუძლია გაგვეცეს სწრაფი და მარტივი პასუხი საყრდენის პროექტირების საკითხებზე, მაგრამ ვინაიდან იგი ემპირიულია, მათი შედეგები უნდა ჩაითვალოს სინამდვილესთან უხემ მიახლოებად მხოლოდ წინასწარი კვლევებისას.

ანალიტიკური მეთოდები: კონვენგენცია (შეკუმშვა) - *შეჩერების* მეთოდები ეფუძნება ანალიტიკურად დახურულ გადაწყვეტებს ნიადაგში მრგვალი ხვრელების ადგილების შემთხვევებში, რომელთა მოდელირება შესაძლებელია ელასტიური ან ელასტო-პლასტიკური მოძრაობით. გამარტივებული ბუნებრივი დაჭიმულობების და გეომეტრიის შესაბამისად, თუ შესაძლებელია, უნდა გამოითვალოს ანალიტიკურად ურთიერთქმედება დეფორმაციასა და შიდა წნევას შორის მრგვალი ხვრელების ადგილებში (სიცარიელის დამახასიათებელი მრუდი). ამავდროულად, შესაძლებელია ანალიტიკურად გამოანგარიშდეს განსაზღვრული სახეობის საყრდენზე იგივე შიდა წნევასა და რადიალურ დეფორმაციას შორის (საყრდენის დამახასიათებელი მრუდი). ორი მრუდის გადაკვეთის წერტილი გვამცნავს წონასწორობის წერტილს (წნევა და დეფორმაცია) სიცარიელესა და საყრდენის ელემენტების განსაზღვრული კომბინაციისათვის. ეს მეთოდი მეტნაკლებად ადვილი გამოსაყენებელია და შეიძლება მოგვეცეს საკმაოდ კარგი შედეგები საყრდენის დიზაინისათვის (დაგეგმვისათვის);

თუმცა, მისი გამოყენებადობა მცირდება ბუნებრივი დაჭიმულობის, გეომეტრიის, გეომექანიკური ქცევის და გეოლოგიის ძალიან გამარტივებულ პირობებამდე.

დღეისათვის კომპიუტერების დახმარებით რიცხვობრივი მეთოდები ძალიან სასარგებლო ინსტრუმენტად იქცა მიწისქვეშა კონსტრუქციების პროექტირებისათვის. ზღვრული ელემენტების მეთოდები, ერთერთი ყველაზე მეტად გამოყენებადი მეთოდია და ეფუძნება კორპუსში რიგ საბოლოო ელემენტებში დისკრეტიზაციის პრინციპს. ამ ელემენტების ქცევა შეიძლება გაკონტროლდეს (დარეგულირდეს) მექანიკის განსაზღვრული კანონების შემოღებით წინასწარ განსაზღვრული თანამიმდევრობით გარე ზემოქმედების ზეგავლენით. საბოლოო ელემენტების მეთოდების გამოყენება შესაძლებელია გვირაბების სტრუქტურის ქცევის მოდელირებისათვის სხვადასხვა სავარაუდო გრუნტში და სხვადასხვა გეომეტრიისას; ეს მოიცავს ხაზობრივ ან არახაზობრივ ელასტიულ რეაქციებს და არახაზობრივი მასალების ქცევას (პლასტიურობა). ეს მეთოდები ჩვეულებრივ ახდენენ გრუნტის, როგორც ერთიანი გარემოს, მოდელირებას მაგრამ ზოგიერთი მათგანი იძლევა საშუალებას მოხდეს გრუნტის მოდელირება, როგორც გარემოს დისკონტიმიუმის, რომელიც წარმოადგენს უფრო კარგად მთის მასების ქცევას, რომლებსაც ნაკლები ფრაქცია აქვს.

გვირაბების გაყვანა კლდეში რთულ, საშიშ და ძვირადღირებულ პროცესს წარმოადგენს. მექანიკა ძალზედ რთულია. ამის მიუხედავად, შესაძლებელია მათემატიკური მიახლოებითი გამოთვლების გაკეთება, რაც შედარებით გამარტივებს პროექტირების ადრეულ ეტაპზე და პროექტის რეალიზაციის საშუალებას იძლევა უბრალო გათვლებით. გვირაბის რეალურ კონსტრუქციაში გამოიყენება უფრო რთული მათემატიკური მოდელები. დღეს კომპიუტერული პროგრამების გამოყენება იძლევა გამოთვლებისა და ანალიზის შესაძლებლობას უფრო სწრაფად და ზუსტად ვიდრე ეს ხდებოდა წარსულში, რაც უზრუნველყოფს გვირაბის გაყვანისას უსაფრთხოებას და სტაბილურობას.

## დასკვნა

საბოლოო ჯამში შეიძლება ითქვას, რომ უპირველეს ყოვლისა, არსებობს რიგი ზოგადი გაურკვევლობებისა და მოულოდნელობებისა მიწისქვეშ მუშაობისას, რამაც

შეიძლება გამოიწვიოს შემდეგი პრობლემები გვირაბის პროექტირების ძირითად ეტაპებზე:

1. ნებისმიერ მიწისქვეშა პროექტთან მუშაობისას არსებობს საკითხები, რომლის განსაზღვრაც წინასწარ შეუძლებელია;
2. ადგილმდებარეობის გეოლოგია განსაზღვავს პროექტის მიზანშეწონილობასა და ღირებულებას;
3. შესაძლოა შეიცვალოს საინჟინრო პირობებიც შემდეგი პარამეტრების დიაპაზონის გათვალისწინებით: დროის, სეზონის, დატვირთვის სიჩქარის და მიმართულების შესაბამისად;
4. მიწისქვეშა წყლები ყველაზე რთულ პარამეტრს წარმოადგენს მშენებლობის ყველაზე მნიშვნელოვანი პრობლემების პროგნოზირებისათვის;
5. გაბურღვა ყველაზე გავრცელებული მეთოდია მიწისქვეშა პირობების განსაზღვრისათვის, თუმცა ეს ასაშენებელი გვირაბის გარემოს მხოლოდ 0.0005%-ს გვაჩვენებს ტიპიურ პროექტში, რაც ძალიან ბევრ ბუნდოვნებას ტოვებს.

### **გამოყენებული ლიტერატურა**

1. "Geotechnical Investigations"; Washington, US, 1997.
2. "Recommendations on the convergence confinements method"; AFTES, 2001.
3. "A Geology for Engineers"; 7<sup>th</sup> Edition, F.G.H. Blyth and M.H. de Freitas.
4. "Underground Works and the Environment"; ITA-AITES, 1998.

## **RECENT TENDENCIES OF UNDERGROUND TRANSPORT COMMUNICATIONS**

**M. Moistsrapishvili, T. Kipiani**

### **Summary**

This thesis covers recent tendencies of underground transport communications construction and analyses sources of impacts over the environment and their expected volume. In this thesis the

importance of engineering-geological research is represented. There are offered main parameters of geotechnical investigation, geomechanical classification systems like the RQD, RMR and Q system and preliminary design research methods for underground constructions. In this thesis as conclusion the list of issues is developed, which create a problems the construction of underground constructions: issues, which is impossible to determine beforehand; variable engineering conditions; groundwater; non-complete image received by drilling method in order to establish underground conditions.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

**М. Моисцрапишвили, Т. Кипиани**

### **Резюме**

В статье рассмотрены современные тенденции строительства подземных транспортных коммуникаций и проанализированы источники воздействия на окружающую среду и возможный объём. В статье представлено значение инженерно-геологических исследований. Предложены основные параметры геотехнических исследований, системы геомеханической классификации, такие как RQD, RMR и Q системы и указаны методы предпроектных исследований подземных строений. В статье в виде заключения дана перечень тех вопросов, которые создают проблемы в процессе строительства подземных строений: вопросы, предварительно определить которые невозможно; переменчивые инженерные условия; подземные воды; неполная картина, полученная методом бурения для определения подземных условий.

უპკ 656.259.1

**რკინიგზის ექსპლუატაციისას დინამიური რისკის უმჯობესის  
არსებული მეთოდების მიმოხილვა**

**მ. მოისწრაფიშვილი, ა. კორელი, დ. მალალურაძე**

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

**რეზიუმე:** სტატიაში შესწავლილია რკინიგზების გამზიდუნარიანობის ზრდის დამოკიდებულება დინამიური რისკების მატებასთან მიმართებაში და აღნიშნულია, რომ რელსი-თვალის დინამიური სისტემის მტყუნების შემთხვევაში დინამიური რისკის მაჩვენებლების გამოთვლა აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს. განხილულია რუსეთის ტრანსპორტის სამინისტროს გატარებული ღონისძიებები „რისკების მართვა სასიცოცხლო ციკლის რესურსებზე საიმედოობის ანალიზზე დაყრდნობით“ სისტემისა და მისი ქვესისტემის „სატრანსპორტო შემთხვევებისას და განსაკუთრებული შემთხვევებისას მისაღები საჭირო გადაწყვეტილებები“ ახალი ნორმატიული ბაზის შემუშავებისთვის და გაანალიზებულია „დინამიური რისკების მაჩვენებლების“ გამოთვლის მოდელირებული პროგრამის ბლოკ-სქემის საფუძველზე მიღებული მონაცემები, რომელიც შესრულებული იქნა რუსეთის აღმოსავლეთ ციმბირის რკინიგზის ინფრასტრუქტურისა და ეკონომიკური სამსახურების მიერ შეგროვებული სტატისტიკურ მონაცემების საფუძველზე. სტატიაში გაანალიზებულია ფინანსურ-ტექნიკური რისკის სიხშირის ჰისტოგრამა და დროის სხვადასხვა ინტერვალებისათვის ფინანსურ-ტექნიკური რისკის მაჩვენებლები და საიმედოობის ინტერვალები. იმიტაციური მოდელირების მეთოდით დადგენილია, რომ ფინანსურ-ტექნიკური რისკის ალბათობა შეადგენს 0,75–ს.

**საკვანძო სიტყვები:** რკინიგზის ექსპლუატაცია, დინამიური რისკი.

**შესავალი**

როგორც ცნობილია, რკინიგზების გამზიდუნარიანობის ზრდასთან ერთად მატულობს დინამიური რისკები. შესაბამისად, დღეისათვის ძალიან აქტუალური გახდა რელსი-თვალის



დინამიკური სისტემის მტყუნების შემთხვევაში დინამიკური რისკის მაჩვენებლების გამოთვლა. ამ მიზნით შემუშავებულია ალგორითმები და მოდელირებული პროგრამა, რომელიც საშუალებას იძლევა სარკინიგზო გადაზიდვებისას შემთხვევითი დინამიკური რისკის წარმოქმნისას შეფასებული იქნას ფინანსური-ტექნოლოგიური რისკი. ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა ფინანსური-ტექნოლოგიური რისკის მაჩვენებლების გამოსათვლელი პროგრამა, რომელიც აპრობირებულია რუსეთის რკინიგზის აღმოსავლეთ ციმბირის ინფრასტრუქტურის მიერ.

შესწავლილი მასალის ანალიზი კიდევ ერთხელ ადასტურებს, რომ სარკინიგზო ტრანსპორტით ტვირთების გადაზიდვები რთული პროცესია, რაც აძნელებს მის მოდელირებას და კვლევას, განსაკუთრებით მის სტრუქტურულ და ფუნქციონალურ ცვლილებას, რათა გაუმჯობესდეს მოძრაობის უსაფრთხოება. რუსეთის ტრანსპორტის სამინისტროში სარკინიგზო გადაზიდვების პროცესების სტრატეგიისათვის, გარანტირებული უსაფრთხოებისა და საიმედოობისათვის შემუშავებულია მთელი რიგი სტანდარტები, მითითებები და განკარგულებები, რომლებიც ქმნიან ერთიან ნორმატიულ ბაზას, ყველა ამ ძირეულ საკითხთან დაკავშირებით, რაც საქართველოში ჯერაც არ არის მიღებული.

ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი ადგილი აქვს დათმობილი სისტემას „რისკების მართვა სასიცოცხლო ციკლის რესურსებზე საიმედოობის ანალიზზე დაყრდნობით“ და მისი ქვესისტემა, კერძოდ, რომელიც მიძღვნილია სატრანსპორტო და განსაკუთრებული შემთხვევებისას მისაღები საჭირო გადაწყვეტილებებისათვის. ასეთი რისკების მართვის სისტემა დაფუძნებულია მოდიფიცირებული მეთოდოლოგიების, სასიცოცხლო ციკლის ღირებულების ბაზაზე და ასევე, ახალი ინფორმაციულ-ტექნოლოგიური სისტემების გამოყენებით გადაწყვეტილებების მიღებასა და მონაცემების ოპერატიულად შეგროვებაზე და მის ანალიზსა და ახალ ნორმატიულ ბაზაზე [1-4].

### **პირითადი ნაწილი**

სისტემის „რისკების მართვა სასიცოცხლო ციკლის რესურსებზე საიმედოობის ანალიზზე დაყრდნობით“ ამოცანის გადაწყვეტისათვის გამოიყენება მრავალი ერთმანეთთან დაკავშირებული პროცესები და საშუალებები. მაგალითად:

1. საშიშროების და რისკის მაჩვენებლების გამოთვლის მოდელი და ალგორითმი;
2. სატრანსპორტო შემთხვევების შედეგების ლიკვიდაციისათვის რესურსებისა და ღონისძიებების მოძიება;
3. სატრანსპორტო შემთხვევების სიხშირის შემცირებისათვის ღონისძიებებისა და საშუალებების მოძიება-რეალიზაცია.

ამ ამოცანების გადაჭრის მიზანს წარმოადგენს სატრანსპორტო შემთხვევებისას მისაღები ღონისძიებების ეფექტიანობის ამაღლება. ნაშრომში [4] მოყვანილია დინამიკურობის რისკის პროცესის მაჩვენებლები, რომლებიც ავტორის აზრით შედარებით ადეკვატურად ასახავს მოძრაობის უსაფრთხოების დონეს, ვიდრე დღეისათვის მოძრაობის მიღებული სტატისტიკური მოდელები.

უსაფრთხოების დონის მაჩვენებლების გამოთვლა მოცემულია ნაშრომში [2].

ნახაზზე 1 მოცემულია „დინამიკური რისკების მაჩვენებლების“ გამოთვლის მოდელირებული პროგრამის ბლოკ-სქემა.

სადაც, 1 არის საწყისი მონაცემების შეყვანა;

1.1 საერთო მონაცემები:

ა) მუშაობის რეჟიმის მახასიათებელი:  $m_r=1$ , დინამიკური რისკის პროცესის მაჩვენებლების გამოთვლა, სხვაგვარად ფინანსურ-ტექნოლოგიური რისკის მაჩვენებლების გამოთვლა;

ბ) მოდელირების დრო;

გ) საავარიო სიტუაციების ინტერვალების განაწილების ფუნქციის ფორმულირება, ასევე მათემატიკური ლოდინი (M) და მისი ვარიაციის კოეფიციენტი (Kv). განაწილების ფუნქციის ფორმულირება და რიცხვითი მაჩვენებლები გადაეცემა პარამეტრების გამოსათვლელ მოდულს. მოდულის შედეგი არის განაწილების ფუნქციის პარამეტრები.

გ) კაპიტალური რემონტისა და აღდგენითი სამუშაოებისათვის საჭირო სახსრების ოდენობა  $X_a$ :

დ)  $g(a, b)$ - კოეფიციენტისათვის ინტერვალი;

ე) ფონდ  $X_0$ -ს საწყისი სახსრები

ჟ) მეორე რეჟიმისათვის შერჩევის ზომა;

ზ) ჰისტოგრამაში ინტერვალების რიცხვი და სხვა დამხმარე სიდიდეები

1.2 საავარიო სიტუაციების კატეგორიის რიცხვი (K). დისკრეტული კანონი სავარაუდო განაწილებისა საავარიო სიტუაციების კატეგორიებისათვის, ასევე კატეგორიებისათვის შესაძლო შემთხვევების რიცხვი დანახარჯების მიხედვით.

1.3 საავარიო სიტუაციების კატეგორიებისათვის სავარაუდო დანახარჯების გადანაწილების დისკრეტული კანონისათვის.

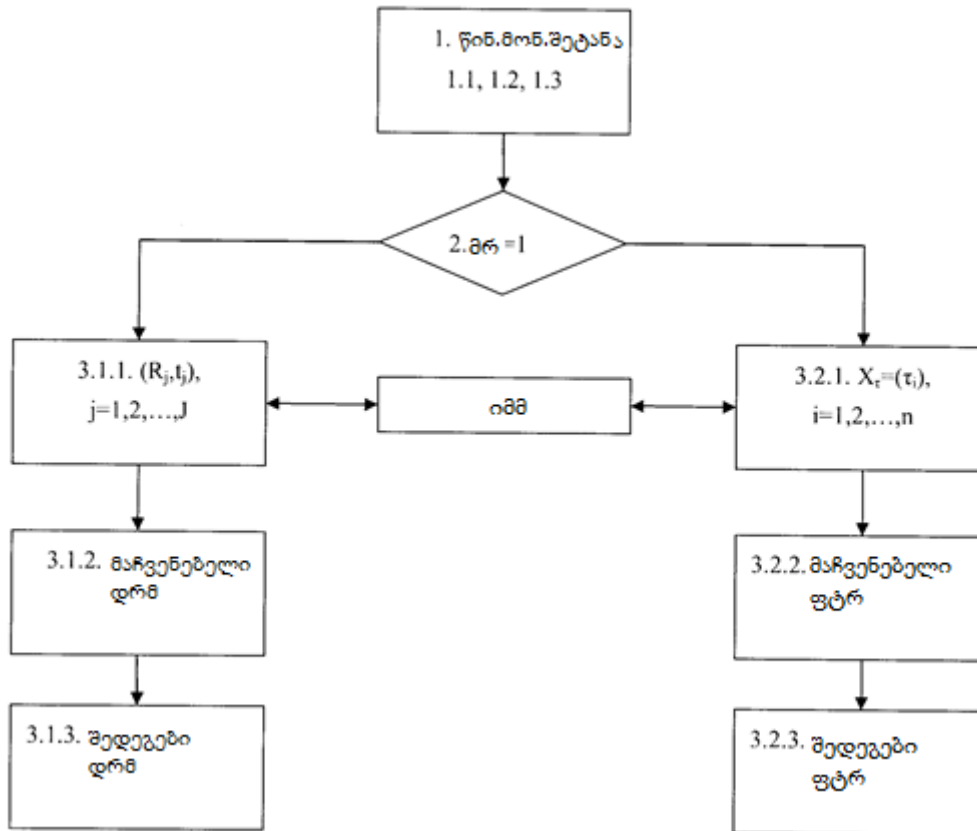
2. პროგრამის მუშაობის რეჟიმის შერჩევა:  $m_r=1$  დინამიკური რისკის პროცესის მაჩვენებლების გამოთვლა (დრმ), ანუ ფინანსურ-ტექნოლოგიური რისკის მაჩვენებლების გამოთვლა ფტრ.

3. დინამიკური რისკის პროცესის ან ფინანსურ-ტექნოლოგიური რისკის მაჩვენებლების გამოთვლა (დრმ ან ფტრ)

3.1.1. ორგანოზომილებიანი ვექტორის  $(R_j, t_j), j=0,1,\dots,J$  შექმნა, გამოიყენება დინამიკური რისკის იმიტაციური მოდელირების მოდული.

3.1.2. დინამიკური რისკის პროცესის მაჩვენებლების გამოთვლა - დრმ;

3.1.3 შედეგების გამოყვანა - დრმ



ნახ. 1. დინამიკური რისკის პროცესის მაჩვენებლების გამოთვლის ბლოკ სქემა

3.2.1. დინამიკური რისკის პროცესის იმიტირებული მოდელის მოდულის (იმმ) გამოყენებით მომენტთა შერჩევა.

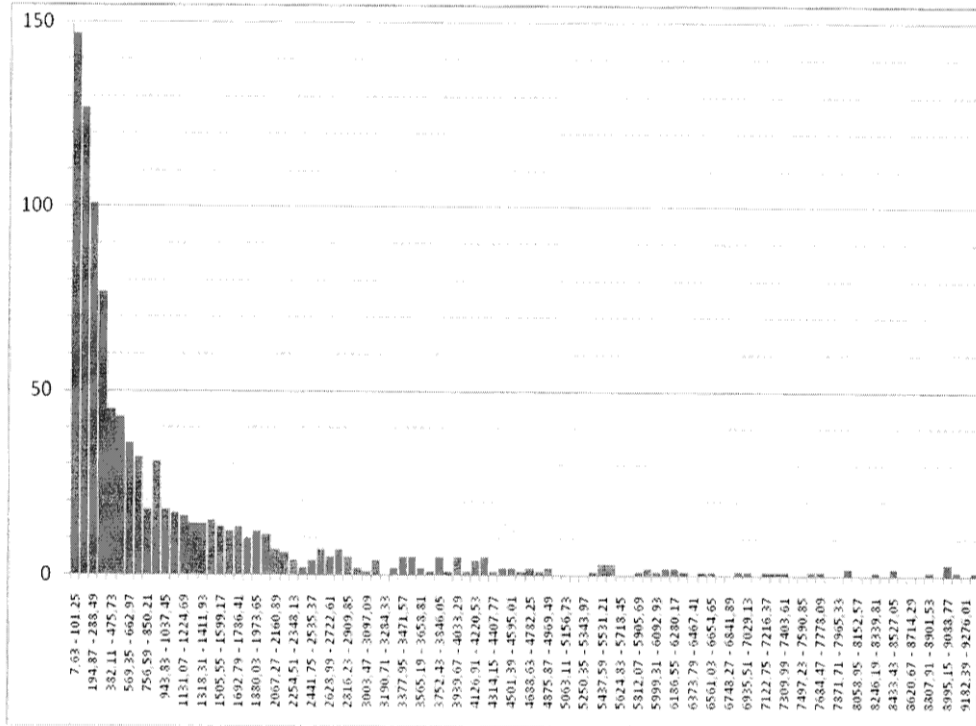
3.2.2. ფინანსურ-ტექნოლოგიური რისკების მაჩვენებლების გამოთვლა და საიმედო ინტერვალები.

3.2.3 მუშაობის ამ რეჟიმთან დაკავშირებული შედეგების გამოყვანა: ციფრული მახასიათებლების შეფასება, ჰისტოგრამები, გადანაწილების ემპირიული ფუნქციები, მაჩვენებლების მნიშვნელობები და სხვა ინფორმაციები.

გამოთვლების შედეგები – ფინანსურ-ტექნოლოგიური რისკის მაჩვენებლები მიღებული იქნა რუსეთის აღმოსავლეთ ციმბირის სარკინიგზო ხაზის სამსახურის ინფრასტრუქტურის დირექციის მიერ. ეს შედეგები მიღებული იქნა იმ სტატისტიკურ მონაცემების ბაზაზე, რომლებიც

გროვდებოდა სარკინგზო ხაზის სამსახურებისა და ეკონომიკური სამსახურების მიერ სატრანსპორტო მოძრაობის საიმედოობის სისტემური კომპლექსური ავტომატიზირებული ანალიზის საფუძველზე. ასევე ღამატებით გამოიყენებოდა ექსპერტების მოსაზრებები.

ნახაზზე 2 ნაჩვენებია ფინანსურ-ტექნოლოგიური რისკის სიხშირის ჰისტოგრამა და მათემატიკური ლოდინის შეფასება, რომელიც 166 დღელამის ტოლია



ნახაზი 2. ფინანსურ-ტექნოლოგიური რისკის სიხშირის ჰისტოგრამა და მისი შედეგები

წარმოდგენილი ჰისტოგრამა ერთი შეხედვით გვაგონებს საჩვენებელ კანონს, მაგრამ ის ვარიაციის კოეფიციენტის მიხედვით არ ეთანადება მას (მოცემული შემთხვევისათვის დროის მომენტის ვარიაციის კოეფიციენტის შეფასება ტოლია 147%). საჩვენებელი კანონისათვის ვარიაციის კოეფიციენტი ტოლია 100%-ის.

ცხრილი 1.

დროის სხვადასხვა ინტერვალისათვის ფინანსურ-ტექნოლოგიური რისკის მაჩვენებლები და საიმედოობის ინტერვალები

$T_{\tau}$ , დღელამე	30	60	120	180
$\bar{R}_{\tau}$	0,042	0,083	0,136	0,184
$\tau_1$	0,032	0,068	0,115	0,160
$\tau_2$	0,054	0,100	0,157	0,208

ცხრილში 1 მოცემულია დროის სხვადასხვა ინტერვალისათვის ფინანსურ-ტექნოლოგიური რისკის მაჩვენებლები და საიმედოობის ინტერვალები. თვალნათელია, რომ დროის გაზრდასთან ერთად ფინანსურ-ტექნოლოგიური რისკის მაჩვენებლებიც იზრდება, რაც რეალური სიტუაციის ამსახველია.

### დასკვნა

ზემოთ მოტანილი ინფორმაციის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ სარკინიგზო გადაზიდვებისას წარმოქმნილი ფინანსურ-ტექნოლოგიური რისკის შეფასება შესაძლებელია რისკის მაჩვენებლების გამოთვლის მოდელირებული პროგრამით. ცხრილის მონაცემების იმიტაციური მოდელირების მეთოდით დგინდება, რომ ფინანსურ-ტექნოლოგიური რისკის ალბათობა უტოლდება 0,75-ს.

იმიტაციური მოდელირება პასუხობს კითხვას: „რა მოხდება თუ?“ საწყისი მონაცემების შეტანისას მოდელირებული პროგრამის შესაქმნელად, ჩვენ ვითვალისწინებთ თანამედროვე „რელსი-თვალი“ დინამიკური სისტემისთვის საკონტროლო მზომი აპარატურის დანერგვის ფინანსების ჩართვას და ვთავაზობთ საქართველოს რკინიგზას ფინანსურ-ტექნოლოგიური რისკის მაჩვენებლების შეფასების სქემას, რომლებითაც სპეციალისტები ისარგებლებენ მოძრაობის უსაფრთხოების ამალგების ღონისძიებების დაგეგმვისთვის.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. **Краковский Ю.М.** Исследование показателей динамических рисков, характеризующих безопасность движения на транспорте / Ю.М. Краковский, А.В. Начигин, Д.А. Лукьянов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2013. – №3. – С. 299-304.
2. **Краковский Ю.М.** Автоматизированный расчет показателей динамических рисков при наличии отказов технических средств / Ю.М. Краковский, А.В. Начигин, Д.А. Лукьянов // Известия Транссиба. – 2013. – №4 (16). – С. 84-88.
3. **Королев В.Ю.** Математические основы теории риска / В.Ю. Королев, В.Е. Бенинг, С.Я. Шоргин. – М.: Физматлит, 2011. – 620 с. Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 368 с.
4. **Краковский Ю.М., Начигин А.В.** ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКОГО РИСКА ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ОТКАЗОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ. Information Technology and Security” № 1(3)-2013.

## **ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКОГО РИСКА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

**М. Моисцрапишвили, А. Корели, Д. Малагурадзе**

### **Резюме**

В статье исследуется зависимость роста пропускной способности железных дорог по отношению к увеличению динамических рисков, и отмечено, что в случае отказа динамической системы рельс-колесо расчет динамических факторов риска представляет актуальную проблему. В статье рассматриваются проведенные министерством транспорта РФ мероприятия системы “управления рисками жизненным циклом ресурсов на основе анализа надежности” и ее подсистемы “принимаемые необходимые решения для транспортных и особых случаев” для разработки новой нормативно-правовой базы и анализируются данные полученные на основе расчета блок-схемы моделируемой программы «динамических показателей риска», которая была выполнена на основе статистических данных собранных инфраструктурной и экономических служб Восточно-Сибирского железной дороги России. В статье анализируются частотная гистограмма финансово-технических рисков и для различных временных интервалов показатели финансово-технических рисков и интервалов надежности. Методом имитационного моделирования определено что вероятность финансово-технических рисков составляет 0,75.

## **REVIEW OF EXISTING ASSESSMENT METHODS OF THE DYNAMIC RISK AT RAILWAY OPERATION**

**M. Moistsrapishvili, A. Coreli, D. Malaghuradze**

### **Summary**

In the article is analyzed the dependence of increasing of the railways capability in relation to increase dynamic risks and is noted that at failure in dynamic system rails-wheel the calculation of dynamic factors of risks represents the actual issue. In the article are considered the implemented by Russian Ministry of Transport action of system “management of lifecycle resources risks based on the analysis of reliability” and its subsystem “submitted necessary decisions for transport and special accidents” for the development of the new regulatory framework and are analysed the data received based on the calculation of Block scheme of simulated Program "dynamic risk indicators", which was performed by the statistical data collected by Russian East Siberian railway infrastructure and economic services. In the article are analyzed the financial and technical risks associated with the frequency histogram and the time intervals for various financial and technical indicators of risk and reliability intervals. Due the simulation modeling method is defined the probability of financial and technical risks up to 0.75.

УДК 629.113

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПОДРЕССОРИВАНИЯ КОЛЕСНЫХ МАШИН

Богвелишвили З.В., Придонашвили Д.Н.

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

***Резюме:** на основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований, выявлены недостатки и ограниченность объема задач, решаемых аналитическими методами в действующей методологии проектирования систем подрессоривания колесных машин, очерчен круг частных задач обеспечивающих решение проблемы совершенствования методологии проектирования систем подрессоривания колесных машин.*

**Ключевые слова:** системы подрессоривания, колесные машины, функциональные свойства, системы автоматического проектирования.

### ВВЕДЕНИЕ

Обилие требований к качеству системам подрессоривания колесных машин (СП КМ) является следствием ее многофункциональности - принципиального момента, акцента на которой раньше не делалось. В настоящее время науки или соответствующей теории управления функциональным качеством СП не существует, а процесс создания СП КМ и поддержания их свойств в эксплуатации в значительной мере опирается на инженерный опыт и интуицию, значение которых трудно переоценить. Однако использовать их на ранних, расчетных этапах проектирование невозможно.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

СП КМ характеризуются широким спектром режимов функционирования и сложным характером случайных возмущений. Опыт и интуиция не в состоянии полностью вскрыть

природу формирования того или иного свойства СП, как отдельных компонентов ее качества. Доказательством сохраняющегося незнания строгого механизма формирования свойств СП КМ и, следовательно, возможности целенаправленно влиять на качество СП на ранних этапах проектирования, возможности сравнивать различные альтернативные варианты, накапливать банки данных функциональных свойств и т.п. - служит сохранение качественной формы задания технических требований к большей части свойств СП. К этим требованиям относятся обеспечение высоких демпфирующих свойств, низкой частоты собственных колебаний, снижение нагруженности СП и элементов КМ, энергонапряженности процессов и т.д.

Известно, что свойства любой динамической системы в большей степени зависят от структуры межэлементных связей и в меньшей мере от структуры отдельных элементов и численных значений их параметров. Создаваемая теория должна, таким образом, предоставлять возможность анализа и синтеза полного набора всех функциональных свойств СП. Уровень развития теории по рассматриваемой проблеме не достаточен для ее эффективного решения. Выполненные работы хотя и многочисленны, однако рассматривают, как правило, ограниченный набор функциональных свойств СП [1].

Круг частных задач обеспечивающих решение проблемы совершенствования методологии проектирования СП КМ включает в себя: разработку алгоритмов автоматического формирования математических моделей сложных гетерогенных систем по их описанию в виде совокупности составляющих элементов; разработку принципов построения математических моделей интерфейсных элементов и согласования фазовых переменных различных подсистем; создание библиотеки математических моделей элементов СП и КМ; создание высокоэффективных адаптивных алгоритмов анализа сложных систем на основе учета специфики их поведения; разработку методов и алгоритмов моделирования сложных нестационарных систем с распределенными параметрами и переменными граничными условиями; разработку методов и программ нахождения эффективных проектных вариантов СП, обеспечивающих требуемые показатели назначения.

На основе проведенных исследований, как теоретических, так и экспериментальных, выявлены недостатки и ограниченность объема задач, решаемых аналитическими методами в действующей методологией проектирования СП КМ, показано, что для ряда функциональных свойств СП КМ отсутствует их математическое описание, что делает невозможным количественные оценки. Создана теория, обеспечивающая выявление всей совокупности функциональных свойств СП КМ, четкое толкование механизмов их формирования, сопоставление качества различных СП, формирования количественно заданных требований и



прогнозирования качества СП; разработаны методы и программные средства для их расчета [2].

Совокупность экспериментальных и теоретических исследований и обобщений, выполненных на основе системного подхода и анализа, разработанные математические модели, методы, алгоритмы и программно-методические комплексы, рекомендации и конструктивные решения, позволяют решать важнейшие первостепенные задачи по повышению технико-экономических характеристик КМ при неуклонном снижении их металлоемкости и энергопотребления в стадии проектирования новых и совершенствования существующих конструкций. Приложение разработанной теории к анализу функциональных свойств известных СП подтвердило ее эффективность, обеспечило возможность количественной оценки отдельных функциональных свойств. В комплексе с предложенными конструктивными решениями это позволило повысить средние эксплуатационные скорости движения, производительность и проходимость мобильных машин, снизить энергонапряженность, нагруженность, металлоемкость и повысить долговечность системы подпрессоривания и машины в целом.

Разработаны функциональные компоненты системы автоматического проектирования СП по всей совокупности их топологически различных моделей, созданы математическое, алгоритмическое, программное и информационное обеспечение. С созданием теории, методов и средств математического моделирования на макроуровне СП КМ, теории, определяющей принципы построения и оптимизации различных СП решена проблема совершенствования методологии проектирования СП КМ - сложных и ответственных систем, обеспечивающая их эффективную эксплуатацию.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совокупность теоретических и экспериментальных исследований и обобщений, выполненных на основе системного подхода и анализа, разработанные методы, алгоритмы и модели, рекомендации и конструкции позволяют решить важнейшие задачи по созданию СП, обеспечивающих современные требования по безопасности, плавности хода, проходимости, металлоемкости, надежности и долговечности КМ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Метлюк Н.Ф., Автушко В.П.** Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобилей. – Москва, Машиностроение, 1980. – 231 с.

2. **Богвелишвили З.В., Густомясов А.Н.** Исследование пневмосистем поддресоривания автомобилей. // Информационные технологии и управление. Ереван, 2001, №2, с.70-73.

## **თვლიანი მანქანების შერესორების სისტემების დაპროექტების მეთოდოლოგიის სრულყოფა**

**ზ. ბოგველიშვილი, დ. ფრიდონაშვილი**

**რეზიუმე**

თვლიანი მანქანების შერესორების სისტემების დაპროექტების არსებულ მეთოდოლოგიაში გამოვლენილი იქნა ანალიზური მეთოდების გამოყენებით გადაწყვეტილი ამოცანების ხარვეზები და შეზღუდულობა. შემოფარგლულია კერძო ამოცანების წრე პროექტირების მეთოდოლოგიის სრულყოფის პრობლემების გადაჭრისათვის.

## **IMPROVEMENT METHODOLOGY DESIGN SYSTEMS SUSPENSION WHEELED VEHICLES**

**Z. Bogvelishvili, D. Pridonashvili**

**Sammary**

On the basis of theoretical and experimental studies revealed the shortcomings and limitations of the scope of tasks to be solved by analytical methods in the existing methodology for the design of suspension systems of wheeled vehicles. It sets the scope of individual tasks providing the solution to the problem of improving design methodology suspension systems of wheeled vehicles.

უპკ 629.113

## სატვირთო ავტომობილებზე საწვავის გამოყენების ეფექტიანობის შეფასება

დ. ფრიდონიშვილი, ზ. ბოგველიშვილი

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

**რეზიუმე:** სტატიაში ნაჩვენებია, რომ გადაზიდვის პროცესში სატრანსპორტო მომსახურების გაუმჯობესებისთვის ერთ-ერთი პირობა ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარის გაზრდაა. ეს პროცესი კი ურთიერთსაწინააღმდეგო გავლენას ახდენს მწარმოებლურობასა და სათბობეკონომიურობაზე. ამიტომ ნაშრომში წარმოადგენილია მეთოდოლოგია, რომელიც სატვირთო ავტომობილების მიერ საწვავის გამოყენების ეფექტიანობას აფასებს კომპლექსური მჩვენებლით. ეს უკანასკნელი ითვალისწინებს: მოძრაობის სიჩქარეს, გადატანილი ტვირთის მასასა და საწვავის საშუალო ხარჯს.

**საკვანძო სიტყვები:** სატვირთო ავტომობილები, საწვავის ხარჯი, ეფექტურობა, მწარმოებლურობა.

### შესავალი

ნავთობური წარმოების თხევად-საწვავის ერთ-ერთ უმსხვილეს მომხმარებელს წარმოადგენს საავტომობილო ტრანსპორტი, რომელიც ხარჯავს მთელი რაოდენობის თითქმის 35%. აღნიშნული სიდიდე არ შემცირებულა, მიუხედავად ამ ბოლო პერიოდში ელექტრომობილებისა და განსაკუთრებით ჰიბრიდული ავტომობილების (თუმცა ამ უკანასკნელებს ელექტრულ ძრავთან ერთად აქვთ შიგაწვის ძრავაც) რიცხვის ზრდისას.

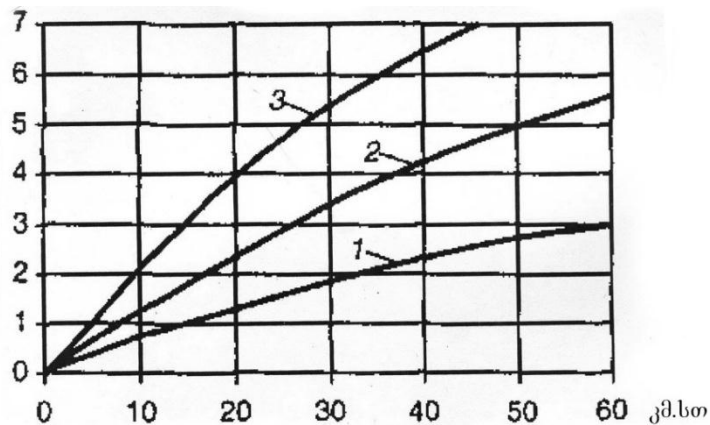
საავტომობილო ტრანსპორტის განვითარების ტენდენციის ანალიზი აჩვენებს იმ ეკონომიურ და ტექნიკურ სიძნელეებს, რომლებსაც ვაწყდებით მოძრავ შემადგენლობაზე ტრადიციული ძალოვანი აგრეგატების შესაცვლელად, პრინციპიალურად ახლით. ამიტომ, საწვავ-ენერგეტიკული

რესურსების ეფექტური და ეკონომიკური გამოყენებისკენ მიმართული ნებისმიერი ღონისძიება ფრიად აქტუალურ თემათა რიცხვს მიეკუთვნება.

### პირითადი ნაწილი

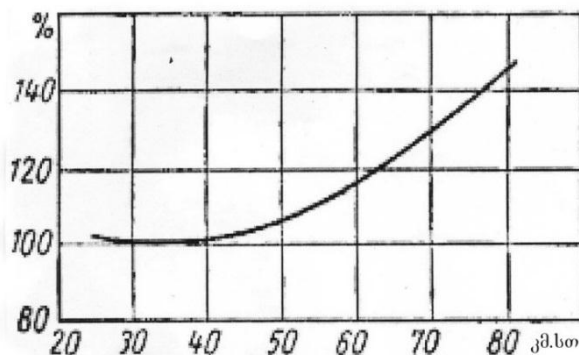
დღეისათვის საავტომობილო ტრანსპორტის მიმართ წაყენებული მოთხოვნების (სათბობეკონომიკურობა, მაღალი გადაზიდვის სიჩქარე და მწარმოებლურობა, გამონაბოლქვ აირებში მავნე მინარევების შემცირება) გაზრდის გამო დაუშვებელია დასმული პრობლემის ცალმხრივად გადაწყვეტა. აღნიშნულის ნათელი დადასტურებაა წარმოდგენილი გრაფიკები (იხ. ნახ.1) საიდანაც ჩანს, რომ სატვირთო ავტომობილებისათვის საწვავის მინიმალური ხარჯვისა და მაქსიმალური მწარმოებლურობის შესაბამისი მოძრაობის სიჩქარეები განსხვავებულია. ამიტომ ავტომობილების შეფასებისას ან შედარებისას გართულებულია იმის განსაზღვრა, თუ რომელი მათგანი.

W გ/სთ



ა

Q



ნახ. 1. სატვირთო ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარის გავლენა მწარმოებლურობასა (ა) და საწვავის ფარდობით ხარჯზე 1-G<sub>სრ</sub> = 5გ; 2-G<sub>სრ</sub> = 10გ; 3- G<sub>სრ</sub> = 15გ.

უფრო ეფექტურად იყენებს საწვავს. ამ პროცესის ეკონომიკრი პარამეტრებით (დაყვანილი ხარჯები კუთრი თვითღირებულება და სხვა) შეფასება ძალიან რთული და შრომატევადია. ამასთან ფასების სიდიდის რხევის გამო, გაძნელებულია საწყისი მონაცემების დადგენა. ამიტომ ძალიან ხშირად სატვირთო ავტომობილების სათბობეკონომიკურობის შესაფასებლად იყენებენ საწვავის კუთრ ხარჯს. ე.ი. ხდება საწვავის ფაქტიური ხარჯვის (გამოსახულს გრამებში) შეფასება შესრულებული სამუშაოსთან ტკმ-ში. აღნიშნული სიდიდე არა სრულად ახასიათებს საწვავის გამოყენების ეფექტურობას, ვინაიდან საწვავის ხარჯი და შესრულებული სამუშაოს შესადარებელი ორი ვარიანტისთვის შეიძლება იყოს ერთი და იგივე, მაგრამ გამსხვავდებოდეს შესრულების დრო.

ჩვენის აზრით მიზანშეწონილია დასახული ამოცანის გადასაწყვეტად გამოყენებულ იქნას ოპტიმიზაციის ისეთი განზოგადებული მაჩვენებელი, როგორცაა ავტომობილის მუშაობის ეფექტურობის კოეფიციენტი. იგი წარმოადგენს სასარგებლო ტვირთის კინეტიკური ენერჯიის (გადაზიდვის მოცემული სიჩქარის დროს) შეფარდებას გზის გარკვეულ მონაკვეთზე დახარჯული საწვავის თბურ ენერჯიასთან, გამოსახულს პროცენტებში:

$$\eta_{\text{აფ}} = \frac{qV^2 c_p}{\gamma Q_s} C\%,$$

სადაც  $q$  – არის სასარგებლო ტვირთის მასა, კგ;

$V_{cp}$  – მარშუტზე ავტომობილის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე, კმ/სთ;

$\gamma$  – საწვავის სიმკვრივე, კგ/ლ;

$Q_s$  – საწვავის საშუალო ხარჯი. ლ/100კმ;

$C$  – მუდმივი კოეფიციენტი, რომელიც ბენზინზე მომუშავე ძრავებისთვის ტოლია 1/115000, ხოლო დიზელზე მომუშავე ძრავებისათვის კი – 1/113500.

## დასკვნა

წარმოდგენილი მეთოდის საშუალებით სატვირთო ავტომობილების მიერ საწვავის გამოყენების ეფექტურობის შეფასება და შედეგების გათვალისწინებით შერჩევა მოძრავი შემადგენლობისა, მნიშვნელოვნად გაზრდის მათს რენტებელობას.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. **Вахламов В.К., Шатров М.Г., Юрчевский А.А.** Автомобилию Москва «Асадема», 2003, 812 с.

2. დ. ფრიდონაშვილი, ავტომობილის მოძრაობის ოპტიმალური სინქარების დადგენა. ს/ტ ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, №2 2009, გვ. 109-113.
3. დ. ფრიდონაშვილი, ნ. დიასამიძე, ავტომობილების მოძრაობის ციკლური რეჟიმების შეფასება ეფექტურობის კოეფიციენტით, ს/ტ ჟურნალი ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №3, 2015, გვ. 80-83.

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА НА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЯХ**

**Д. Придонашвили, З. Богвелишвили**

### **Резюме**

В статье указано, что в процессе перевозки для улучшения обслуживания необходимо увеличение скоростей движения автомобилей. Этот процесс имеет противоречивое влияние на производительность и топливную экономичность. Поэтому в работе представлена методика для того, чтобы эффективность использования топлива на грузовых автомобилях оценить комплексным показателем. В этом параметре учтены: скорость движения, масса перевозимого груза и расход топлива.


## **ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF FUEL APPLICATION ON TRUCKS**

**D. Pridonashvili, Z. Bogvelishvili**

### **Summary**

In the article is indicated that for improvement of service is necessary to increase the speed of vehicles traffic. This process has contradictory influence on capability and fuel efficiency. Thus in the work is presented methodology for assessment of efficiency of fuel application on trucks by complex indicator. In this parameter are taking into account: speed of traffic, weight of transporting cargo and fuel consumption

GTU  
TRANSPORT AND MACH-  
INEBUILDING FACULTY  
www.gtu.ge

TRANSPORT AND  
№3 (37)  2016  
MACHINEBUILDING  
T: 68-82

№503  
Department's of Scientific  
and Research Centre  
PRINT MEDIA

უპკ 658.7

**სამრეწველო საწარმოთა მატერიალურ-ტექნიკური  
მომარაგების პრობლემები და მათი გადაჭრის  
მიმართულებები**

თ. ჩხეიძე, ნ. ბოგველიშვილი

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

**რეზიუმე:** სამრეწველო საწარმოების მატერიალ-ტექნიკური მომარაგების ეფექტური ორგანიზაცია წარმოადგენს ძირითად პირობას საწარმოს საქმიანობის და კონკურენტუნარიანობის ამაღლებისათვის. ამიტომ მატერიალ-ტექნიკური მომარაგების განხორციელება - ყოველი საწარმოს ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფუნქციაა. სტატიაში განხილულია სამრეწველო საწარმოების მუშაობის პრაქტიკაში გამოყენებული წარმოების მატერიალური უზრუნველყოფის დაგეგმვის მეთოდები.

**საკვანძო სიტყვები:** სამრეწველო საწარმო, შესყიდვების ლოგისტიკა, მატერიალურ-ტექნიკური მომარაგება.

**შესავალი**

ნებისმიერი საწარმოს მუშაობა დამოკიდებულია ნედლეულზე, საქონლის მასალებზე და მომსახურებაზე, რომლებიც მას სხვა ორგანიზაციებიდან მიეწოდება. არც ერთი ორგანიზაცია, საწარმო და დაწესებულება არ არის თვითკმარი. მომარაგების ორგანიზაციისა და მართვის მიმართულებით საწარმოს საქმიანობა მიმართულია ხარისხობრივად და რაოდენობრივად აუცილებელი ნედლეულის, მასალების, საქონლის და მომსახურების მისაღებად საჭირო დროს, საჭირო ადგილზე, ხელსაყრელ ფასად, საიმედო მომწოდებლისგან, რომელიც დროულად ასრულებს თავის მოვალეობებს მაღალი სერვისით (როგორც გაყიდვამდე ისე მის შემდეგ).

მატერიალურ-ტექნიკური მომარაგების განხორციელება - ყოველი საწარმოს ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფუნქციაა [1].

### პირითადი ნაწილი

მომარაგების ორგანიზაციის და მართვის კუთხით სამრეწველო საწარმოთა საქმიანობა შეიძლება განხილული იქნას ორ - ტაქტიკურ და სტრატეგიულ ასპექტში:

1. მომარაგების ტაქტიკური, ოპერატიული ასპექტი - ესაა ყოველდღიური ოპერაციები, ტრადიციულად დაკავშირებული შესყიდვებთან და მიმართული დეფიციტის აღმოფხვრისკენ, ვინაიდან საჭირო რაოდენობის და ხარისხის საქონლის არარსებობას, მის არადროულ მიწოდებას შეუძლია პრობლემები შეუქმნას საწარმოს, პროდუქციის ან მომსახურების საბოლოო მომხმარებელს.

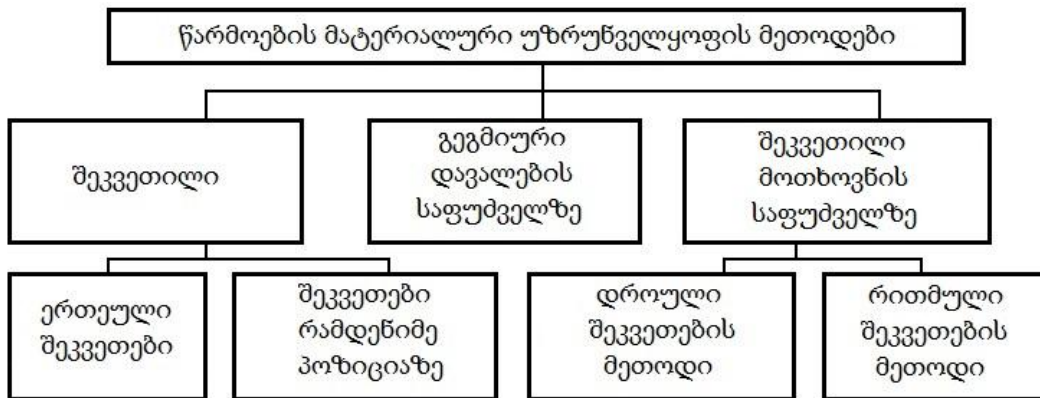
2. მომარაგების სტრატეგიული ასპექტი - ესაა თვით შესყიდვები, საწარმოს გარე მომწოდებლებთან კავშირები და ურთიერთობები, მომხმარებელთა მოთხოვნების შესწავლა, მომარაგების ახალი სქემების და მეთოდების დაგეგმვა და დამუშავება. მომარაგების ფუნქციის მართვაზე უფლებამოსილი პირების მოვალეობაა ეძიებდნენ სტრატეგიულ შესაძლებლობებს და მიმართონ მათკენ სამრეწველო საწარმოს უმაღლესი აღმასრულებელი ხელმძღვანელობის ყურადღება.

მიწოდებათა ჯაჭვში ყოველი ორგანიზაცია ყიდულობს მატერიალურ რესურსებს წინა მიმწოდებლისგან, უმატებს მათ ფასეულობებს და ყიდის მათ შემდეგ მომხმარებელზე, მატერიალური ნაკადი სულ უფრო წინ გადაადგილდება მიწოდებათა ჯაჭვში და ყოველი შესყიდვა იქცევა თავისებურ ბიძგად ამ გადაადგილების გაგრძელებისათვის. ამრიგად, საწარმოს მომარაგება სხვადასხვა სახის მატერიალური რესურსებით წარმოადგენს მექანიზმს, რომელსაც ფაქტიურად მოძრაობაში მოყავს მატერიალური ნაკადი მიწოდებათა ჯაჭვში.

შესყიდვების ლოგისტიკის საერთო მიზანია ორგანიზაციაში მასალების საიმედო მიწოდების შექმნა მაქსიმალურად შესაძლო ეკონომიკური ეფექტიანობით. ეკონომიკური ეფექტიანობის საფუძველს კი წარმოადგენს მისაღები ხარისხის საჭირო მასალების მოძებნა და შესყიდვა რაც შეიძლება მინიმალური ფასით. მასალებზე და ნედლეულზე მოთხოვნის ქვეშ იგულისხმება განსაზღვრული დროისათვის დადგენილ ვადებში მიწოდებული მათი ის რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია წარმოების მოცემული პროგრამის ან არსებული შეკვეთების შესრულების უზრუნველყოფისათვის. ბაზრის შესწავლისას, რომელსაც აწარმოებს სამრეწველო საწარმოს შესაბამისი განყოფილება, ფასების საკითხი მთავარია. მაგრამ ასევე არსებითი მნიშვნელობა აქვს

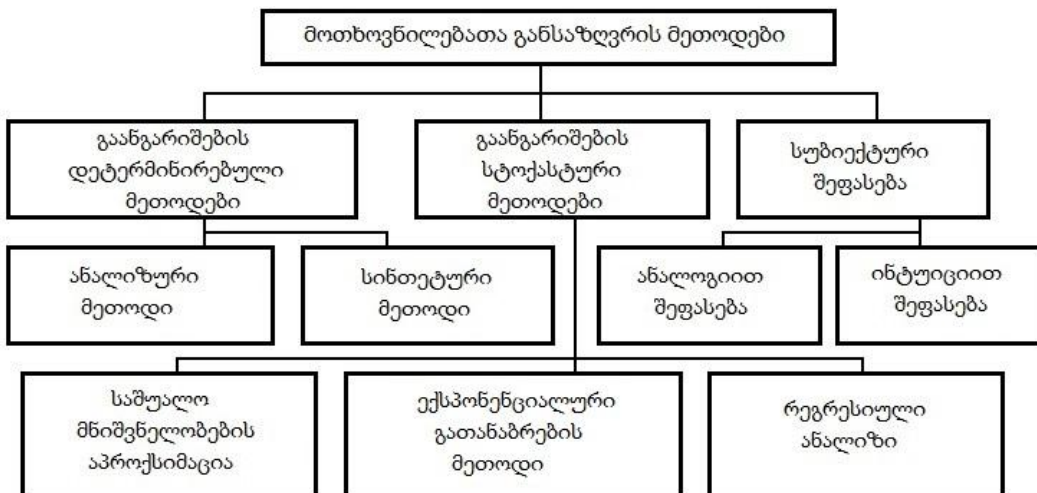


სხვადასხვა ფაქტორის ანალიზს, მათ შორის შესაძლებელ ლოგისტიკურ ხარჯებსა და მიწოდების ვალებს. შესყიდვების საქმიანობის პრაქტიკაში შემუშავებულია არა ერთი საერთო წესი და რეკომენდაცია, რომლებიც არა მარტო ადვილებენ ურთიერთობას მიმწოდებლებსა და საბანკო სფეროსთან, არამედ ქმნიან პირობებს კონკურენტულ ბრძოლაში გადარჩენისათვის. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს კრედიტორებთან ურთიერთობას, რამდენადაც მათი ნდობა და მზადყოფნა, დაეხმარონ წარმოებას, ძალიან მნიშვნელოვანია მიმწოდებლებთან ურთიერთობაში. სამრეწველო საწარმოების მუშაობის პრაქტიკაში გამოიყენება წარმოების მატერიალური უზრუნველყოფის დაგეგმვის რამდენიმე მეთოდი (ნახ. 1).



ნახ. 1. წარმოების მატერიალური უზრუნველყოფის დაგეგმვის მეთოდები

მატერიალური ნაკადების ეფექტური მართვის აუცილებელ პირობას ასევე წარმოადგენს მოთხოვნილების ცოდნა პერსპექტივაში. მეთოდები, გამოყენებული მისი განსაზღვრისათვის მოყვანილია ნახ.2-ზე.



ნახ. 2. მოთხოვნილებათა განსაზღვრის მეთოდების კლასიფიკაცია

## დასკვნა

მომარაგებაზე მოდის სამრეწველო საწარმოს საერთო დანახარჯების მნიშვნელოვანი წილი (60%-მდე), ამიტომ ამ სფეროში მცირე გაუმჯობესებამაც კი შეიძლება მოუტანოს საწარმოს მნიშვნელოვანი სარგებელი. სამრეწველო საწარმოების მატერიალურ-ტექნიკური მომარაგების ეფექტური ორგანიზაცია წარმოადგენს ძირითად პირობას საწარმოს საქმიანობის და კონკურენტუნარიანობის ამაღლებისათვის.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. **Степанов В.И.** Материально-техническое снабжение. – Москва, Академия, 2009, 192 с.
2. **Линдерс М., Джонсон Ф., Флинн А., Фирон Г.** Управление закупками и поставками: Пер. с англ. – Москва, Юнити-Дана, 2007, 752 с.

## ПРОБЛЕМЫ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИИ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РЕШЕНИЯ

**Чхеидзе Т., Богвелишвили Н.**

### Резюме

Эффективная организация материально-технического снабжения промышленных предприятия является основным условием для повышения деятельности и конкурентоспособности промышленного предприятия. Поэтому осуществление материально-технического снабжения – одна из основных функции каждого предприятия. В статье рассмотрены использованные в практике работы промышленных предприятия методы материального обеспечения производства.

## PROBLEMS OF LOGISTICS INDUSTRIAL ENTERPRISE DIRECTION THEIR SOLUTIONS

**T. Chkheidze, N. Bogvelishvili**

### Summary

Effective organization of logistics industrial enterprise is an essential condition for improving the performance and competitiveness of industrial enterprises. Therefore, the implementation of logistics - one of the main functions of each enterprise. The article describes used in the practice of industrial methods of enterprise financial software production and direction of their improvement.

უპკ 629.113

**ადაპტური კრუიზ კონტროლის ალგორითმი  
ინტელექტუალური სატრანსპორტო სისტემისათვის**

თ. გელაშვილი, დ. ძოწენიძე, ვ. ჯაჯანიძე, ნ. დიასამიძე  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77,  
0175, თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია ადაპტური კრუიზ კონტროლის, როგორც თანამედროვე ინტელექტუალური სატრანსპორტო სისტემების მნიშვნელოვანი ფუნქციის, ალგორითმები. აღნიშნულია, რომ ამ კუთხით ერთ-ერთი მთავარი ამოცანაა კრუიზ კონტროლის ალგორითმის გარდაქმნა ადაპტური კრუიზ კონტროლის ალგორითმად, ადამიანის ფაქტორის გათვალისწინებით. თანამედროვე ეტაპზე ამ რთული გარდაქმნების განხორციელება ინტეგრალური დიაგნოსტიკის ფუნქციით აღჭურვილი PID (პროპორციულ-ინტეგრალურ-დიფერენციალური) კონტროლერის ბაზაზე ხდება. ყოველივე ამის გათვალისწინებით, კონკრეტული მაგალითის მოშველიებით, დასმულია კრუიზ კონტროლის PID რეგულატორის გამომავალი სიგნალის განტოლების ადაპტური კრუიზ კონტროლის ალგორითმისათვის ადაპტაციის ამოცანა.

**საკვანძო სიტყვები.** ინტელექტუალური სატრანსპორტო სისტემა, ადაპტური კრუიზ კონტროლი, სატრანსპორტო საშუალება, დიაგნოსტიკა.

**შესავალი**

ევროპარლამენტისა და ევროსაბჭოს დირექტივის *Directive 2010/40/EU* (7 ივლისი, 2010 წ.) თანახმად, *ინტელექტუალური სატრანსპორტო სისტემები (Intelligent Transport Systems - ITS)* არის არა გონების/ინტელექტის, როგორც ასეთის, განსახიერება, არამედ გულისხმობს ისეთი ინოვაციური მომსახურების შექმნას, რომელიც დაკავშირებულია ტრანსპორტის სხვადასხვა სახეობებისა და საგზაო მოძრაობის მართვასთან და საშუალებას აძლევს მომხმარებლებს, იყვნენ უკეთ ინფორმირებულნი, დაცულნი, კოორდინირებულნი და უფრო „მარჯვედ“ გამოიყენონ

**სატრანსპორტო სისტემები.** ამისათვის აღნიშნული მომსახურება /აპლიკაცია მოიცავს: სატელეკომუნიკაციო, ელექტრონულ და საინფორმაციო ტექნოლოგიებს, აგრეთვე ტრანსპორტის ინჟინერინგს სატრანსპორტო სისტემების დაგეგმვის, დამუშავების, ექსპლუატაციის, მომსახურებისა და მართვის მიზნით.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რომ თუმცა ინტელექტუალური სატრანსპორტო სისტემები ყველა სახის ტრანსპორტის ურთიერთქმედებისათვის იქმნებიან, მაგრამ ძირითადად სახმელეთო ტრანსპორტის/ავტოტრანსპორტის ბაზაზე ფუნქციონირებენ. აქედან გამომდინარე, ინტელექტუალური სატრანსპორტო სისტემების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და პერსპექტიული ფუნქციაა ადაპტური კრუიზ კონტროლი. ამ უკანასკნელის მთავარი ალგორითმია სატრანსპორტო ნაკადში წინ მიმავალ ავტომობილამდე (ე.წ. „ლიდერამდე“) უსაფრთხო დისტანციის ავტომატურის შენარჩუნება. თუმცა, ეს ალგორითმი მუდმივად ივსება დამატებებით (აპლიკაციებით), რომელთაგან უკვე განხორციელებულია:

- მუხრუჭის ასისტენტი ავტომატური ავარიული დამუხრუჭებით;
- სდექ სტარტი (Stop and Go);
- ავარიული დამუხრუჭება მცირე სიჩქარისას;
- გასწრების ასისტენტი;
- მოხვევის ასისტენტი;
- მარჯვნიდან გასწრების აღკვეთა;
- ზოლიდან ზოლზე გადაწყობის ასისტენტი;
- მცირე ხნით სიჩქარის გაზრდის ფუნქცია (Boost);
- ავარიული მანევრირების სისტემა;
- საცობში მოძრაობის ასისტენტი;
- სიჩქარის შეზღუდვა მოსახვევის გავლისას;
- მძღოლის გაფრთხილება დისტანციის სახიფათოდ შემცირების შესახებ და სხვ.

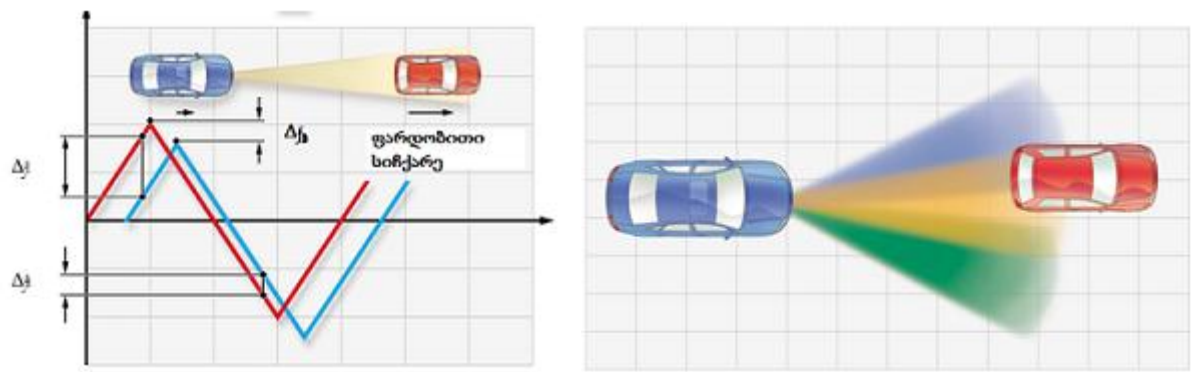
როგორც ვხედავთ, აღნიშნული სისტემის როგორც ძირითადი, ასევე დამატებითი ალგორითმების უმეტესობა დაკავშირებულია სადროსელო მისაფარისა და სამუხრუჭე სისტემის კომპიუტერულ მართვასთან, რაც ზუსტად პასუხობს ინტელექტუალური სატრანსპორტო სისტემების ამოცანებს. ამ შემთხვევაში სატრანსპორტო საშუალების სადროსელო მისაფარი და სამუხრუჭე სისტემა მოქმედებენ, როგორც მექატრონული სისტემები, რომელთათვისაც უმნიშვნელოვანესია არა მარტო სიჩქარის ზუსტი კონტროლი PID ანალიზის მეშვეობით, არამედ სამუხრუჭე ძალისა და დისტანციის ზუსტი გათვლა, რისთვისაც აუცილებელია სისტემის მუდმივი თვითდიაგნოსტიკა [1].

**პირითადი ნაწილი**

მიუხედავად იმისა, რომ სპეციალურ ლიტერატურაში ადაპტური კრუიზ კონტროლი განიხილება, როგორც კრუიზ კონტროლის შემდგომი განვითარება, მისი ზემოთ ჩამოთვლილი ფუნქციების ზერელე გაცნობაც კი ქმნის შთაბეჭდილებას, რომ ეს მაინც თვისებრივად სხვა ალგორითმია. სინამდვილეში ეს ასეცაა, რადგან თავისი საბაზისო ფუნქცია რომ შეასრულოს, ადაპტური კრუიზ კონტროლის მართვის ბლოკმა უნდა განსაზღვროს: 1. მანძილი წინ მიმავალ ავტომობილამდე; 2. წინ მიმავალი ავტომობილის სიჩქარე; 3. წინ მიმავალი ავტომობილის მდგომარეობა, ანუ მისი განლაგების კუთხე მიმყოლი ავტომობილის გრძივი ღერძის მიმართ. თუ წინ რამდენიმე ავტომობილია, მართვის ბლოკმა ისიც უნდა განსაზღვროს, რომელი მათგანი აირჩიოს ლიდერად, რისთვისაც უპირველესად ის უნდა გაარკვიოს, თუ საით მიემართება „საკუთარი“ მოძრაობის ზოლი.

წინ მიმავალი ავტომობილის სიჩქარეს და მანამდე მანძილს მართვის ბლოკი ითვლის გაგზავნილი და წინა ავტომობილიდან არეკლილი რადიოტალღების სიხშირეების ცვლილების მიხედვით, რასაც *დოპლერის მეთოდს* უწოდებენ. რაც შეეხება ლიდერი ავტომობილის მდგომარეობას მიმყოლის მიმართ, მაგ., Audi-ს მარკის ავტომობილებზე მისი განსაზღვრისათვის იყენებენ ერთ რადარში გაერთიანებულ ოთხ დამოუკიდებელ მიმღებ-გადამცემის ბლოკს, რომელთა მიერ გაგზავნილი მარაოსებრი სიგნალები ავტომობილის წინა სივრცეს ოთხ სექტორად ჰყოფენ. იცის რა, თუ რომელ სექტორში ხდება სიგნალის არეკვლა წინ მიმავალი ავტომობილისაგან, მართვის ბლოკი საზღვრავს მის მდგომარეობას (იხ. ნახ. 1).

— გაგზავნილი სიგნალი  
— უკან დაბრუნებული/არეკლილი სიგნალი



**ნახ. 2 მარცხნივ - წინა ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრა დოპლერის მეთოდით; მარჯვნივ - წინა ავტომობილის მდგომარეობის განსაზღვრა**

იმ შემთხვევაში, თუ კომპიუტერული მართვის ბლოკი უსაფრთხო დისტანციის სასურველ და რეალურ სიდიდეებს შორის სხვაობას აღმოაჩენს, იგი, შესაბამისი ალგორითმების მეშვეობით, იწყებს ავტომობილის დამუხრუჭებას, ან პირიქით, აჩქარებას. აღნიშნული მანევრების პარამეტრებზე დიდადაა დამოკიდებული საგზაოვითარების შემდგომი

განვითარება. ყველაზე დიდი გამოწვევა კი აქაც ადამიანის (მძღოლის) ფაქტორია, რომელსაც ნებისმიერ მომენტში შეუძლია ჩაერიოს მართვაში, ან მოითხოვოს კლასიკური კრუიზ კონტროლის ფუნქციის აღდგენა. შესაბამისად, მართვის ბლოკის ამოცანაა, ზუსტად შეარჩიოს ჩვეულებრივი კრუიზ კონტროლიდან ადაპტურზე გადასვლის მომენტი (და პირიქით), ანუ მინიმუმამდე დაიყვანოს ადამიანური ფაქტორი. საგულისხმოა, რომ ასეთი გართულებული ალგორითმის შესრულება ისევ კლასიკური კრუიზ კონტროლის PID რეგულატორს ეკისრება, რომლის გამომავალი სიგნალის განტოლებაც მოითხოვს შესაბამის ადაპტაციას [3]. განვიხილოთ ასეთი ადაპტაციის ერთი კერძო შემთხვევა.

თანამედროვე ადაპტური კრიზ კონტროლის მართვის ბლოკის ალგორითმი ეყრდნობა ცნობილ „აჩქარების 2-წამიან წესს“, ანუ ცდილობს, დაამყაროს მოძრაობის ისეთი უსაფრთხო დისტანცია, რომელიც ადამიანის რეაქციის მინიმალური დროის (2წმ) პროპორციონალური იქნება.

ზოგადად, ავტომობილებს შორის დისტანცია (S) შეიძლება გავითვალთ ფორმულით:

$$S = (V^2 - U^2)/2a \quad (1)$$

სადაც V არის ადაპტურ კრუიზ კონტროლიანი ავტომობილის საბოლოო სიჩქარე, მაგ., დამუხრუჭების პროცესში; U - საწყისი სიჩქარე; a –აჩქარება. ახლა საჭიროა ეს დამოკიდებულება ჩაიწეროს, როგორც ადამიანის რეაქციის დროის (t=2წმ) ფუნქცია.

ჩვენი ამოცანის პირობების გათვალისწინებით, ავტომობილის უსაფრთხო სამუხრუჭე მანძილის ცნობილი ფორმულა [2] მიიღებს სახეს:

$$S = (V - U)t - \frac{1}{2} at^2 \quad (2)$$

ელემენტალური გარდაქმნებით მივიღებთ:

$$S = (V - U)t - (V^2 - U^2)/2a \quad (3)$$

შედეგად, ფორმულების (1-3) და ნიუტონის მე-2 კანონის გათვალისწინებით, სამუხრუჭე ძალა შეადგენს:

$$F = \frac{1}{2} m \frac{V^2 - U^2}{s} \quad (4)$$

სადაც m ავტომობილის მასაა.

ცხადია, ეს განტოლებები იდეალურთან მიახლოებულ პირობებს აღწერენ. რეალობაში, ადამიანის ფაქტორის გარდა, ადაპტური კრუიზ კონტროლის ალგორით- მის სიზუსტე ძლიერაა დამოკიდებული, მაგ., მანძილის სენსორების სიგნალების ცდომილებაზე დოპლერის მეთოდის გამოყენებისას. ამას ემატება კლასიკური კრუიზ კონტროლის სისტემის ცდომილებები, მაგ., ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრისას. ამ ცდომილებათა და ადამიანის ფაქტორის გათვალისწინებით, შეიძლება წარმოვადგინოთ PID რეგულატორის გამომავალი სიგნალის ზოგადი ფორმულა:

$$U(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{d}{dt} e(t) \quad (5)$$

სადაც  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_a$  - შესაბამისად გამოსავალი სიგნალის შემდგენელი პროპორციული (სიჩქარეთა სხვაობა), ინტეგრალური (სხვაობის აღმოფხვრისათვის საჭირო მანძილი) და დიფერენციალური (საჭირო აჩქარება) სიგნალების გამლიერების კოეფიციენტები;  $e$  – PID სიგნალის შემადგენლები ცდომილებათა გათვალისწინებით.

### დასკვნა

ინტელექტუალური სატრანსპორტო სისტემების დანერგვა სატრანსპორტო საშუალებათა მართვის პროცესების შემდგომ ავტომატიზაციას მოითხოვს. ეს განაპირობებს სატრანსპორტო საშუალებაზე სენსორების სულ უფრო მზარდი რაოდენობის გამოყენებას. ამასთან, იზრდება კომპიუტერული მართვის ცდომილების რისკებიც, რაც პირდაპირ აისახება მოძრაობის უსაფრთხოებაზე. ასეთ ვითარებაში აქტუალობას იძენს მართვის ალგორითმებისა და ინტეგრალური დიაგნოსტიკის მეთოდების ზედმიწევნით შერჩევისა და სრულყოფის ამოცანა.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. თ. გელაშვილი, გ. არჩვაძე, ე. გეგეშიძე, ვ. ჯაჯანიძე, ი. ჩხეტია - ტრანსპორტის მექატრონულ სისტემებში ნეირონული ქსელების გამოყენების შესაძლებლობის შესახებ, ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“. №2(36)2016 წ. გვ. 221-227.
2. V.V. Sivaji, Dr. M. Sailaja. Adaptive Cruise Control Systems for Vehicle Modeling Using Stop and Go Manoueres. IJEFA, vol.3, issue 4, 2013. p.p. 2453-2456.
3. დ. მოწინიძე, თ. გელაშვილი, ვ. ჯაჯანიძე, რ. ცხვარაძე - კრუიზ კონტროლის ინტეგრალური დიაგნოსტიკის ერთი შესაძლო მეთოდის შესახებ, „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, №2(36) 2016 წ. გვ. 285-290.

## THE ALGORITHM OF ADAPTIVE CRUISE CONTROL FOR INTELLECTUAL TRANSPORT SYSTEMS

T. Gelashvili, D. Dzotsenidze, V. Jajanidze, N. Diasamidze

### Summary

A car adaptive cruise control is one of the most important and interesting functions of modern intelqtual transport systems. An important feature of the newly based adaptive cruise control is that, its ability to manage a competent inter vehicle gap based on the speed of host vehicle and headway. The paper deals with the algorithms of The PID controller performing actions.

## АЛГОРИТМЫ АДАПТИВНОГО КРУИЗ КОНТРОЛЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

Т. Гелашвили, Д. Дзотенидзе, В. Джаджанидзе, Н. Диасамидзе

### Резюме

Адаптивный Круиз Контроль обычно рассматривают как дальнейшее развитие известной системы круиз контроля. Вместе с тем, адаптивный круиз контроль, исходя из больших возможностей совершенствования его алгоритмов. широкого применения различных аппликаций к ним, представляется достаточно интересным с точки зрения применения в интеллектуальных транспортных системах будущего. В статье рассмотрена возможность адаптации алгоритмов систем круиз контроля.

უპა 629.113.004

**თბილისის სამგზავრო სატრანსპორტო კომპლექსურ სემინარში  
ტრამვაის ხაზის ბათვალისწინების მიზანშეწონილობა**

**ნ. ნავაძე**

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

**რეზიუმე:** განხილულია თბილისში ტრამვაის ახალი ხაზის მშენებლობის მიზან- შეწონილობის საკითხი, რომელიც დაიწყება უნივერსიტეტის მალღივი კორპუსიდან და ქალაქის ცენტრალური ნაწილის გავლით დამთავრდება ორთაჭალის ავტოსადგურთან. მოცემულია ტრამვაის ხაზის მშენებლობის დაახლოებითი საპროექტო ღირებულება, წარმოდგენილია მისი გაყვანის სირთულეები, ექსპლოატაციის პირობებში ტრამვაის ვაგონების, სალიანდაგო და საკონტაქტო ხაზების მოვლა-პატრონობის სპეციფიკური ხასიათი, ტრამვაის მუშაობისათვის დამახასიათებელი დადებითი და უარყოფითი მხარეები, კერძოდ: ავტობუსებთან შედარებით მისი ეკოლოგიურობა, მგზავრობის უზრუნველყოფა, სავალ ნაწილზე მკაცრად დაფიქსირება, ნაკლებად მობილურობა, ხმაურის შემცველობა და სხვა. სრული წარმოდგენისათვის გაანალიზებულია და ცხრილის სახით მოცემულია საქალაქო სამგზავრო ტრანსპორტის სხვადასხვა სახეობათა შედარებითი დახასიათება. ხაზგასმითაა აღნიშნული, რომ პროექტის განხორციელება არ უნდა მოხდეს დარგის სპეციალისტების და ფართო საზოგადოების აზრის გაუთვალისწინებლად.

**საკვანძო სიტყვები:** პროექტი, ტრამვაი, ქვესადგური, საკონტაქტო, სალიანდაგო, ტევალობა, სინქარე, ღირებულება, ხარჯთაღრიცხვა, დახასიათება, საზოგადოება, ანალიზი, გამოკითხვა, ტრანსპორტი, მიზანშეწონილობა.

**შეჯავალი**

2010-2012 წლების ერთერთი აქტუალური თემა, თბილისში ტრამვაის ახალი ხაზის მშენებლობის პროექტის თაობაზე, რომელიც უნივერსიტეტის მალღივი კორპუსის, მეტრო



„დელისის“, ვაკის პარკის, ჭავჭავაძის გამზირის, ახვლედიანის(ყოფილი პეროვსკაია) ქუჩის, რუსთაველის გამზირის, კოტე აფხაზის (ლესელიძის) ქუჩის, „მეიდნის“ ტერიტორიის და გორგასლის ქუჩის გავლით ორთაჭალის ავტოსადგურთან დაკავშირებას ითვალისწინებდა, კვლავ განხილვის საგანი გახდა, განსაკუთრებული აქტიურობა სოციალურ ქსელში შეინიშნება. დედაქალაქის თვითმმართველობა საკითხს არც უარყოფს და არც მიესალმება, რის გამოც ზოგადი პასუხით - ეს მომავლის საქმეა - შემოიფარლება.

### ძირითადი შინაარსი

წინასწარ განზრახული საპროექტო მონაცემებით ტრამვაის ახალი ხაზის სიგრძე 14კმ იქნება, ხაზის საწყის პუნქტთან-მალღვივ კორპუსთან ახლოს აშენდება ტრამვაის დეპოც, რაც ნამდვილად განაპირობებს მცირე ნულოვან გარბენს. მთლიან ხაზზე გათვალისწინებულია 23 გაჩერება, რაც საშუალოდ გაჩერებებს შორის 608 მეტრს შეადგენს და ზუსტად პასუხობს ნორმატივს, რომელიც 500-დან 800 მეტრამდე მანძილს ითვალისწინებს. ხაზზე გასული ტრამვაის ვაგონების რაოდენობამ, რომლის საშუალო სიჩქარე 25 კმ/სთ იქნება, უნდა უზრუნველყოს 4-5 წუთიანი ინტერვალი, რაც ყოველმხრივ მისაღებია.

წინასწარი მონაცემებით, აღნიშნული პროექტის განსახორციელებლად საჭიროა დაახლოებით 140 მილიონზე მეტი ევრო, რომლის მოძიებაც დედაქალაქის მერიისათვის მარტივი საქმე ნამდვილად არ იქნება. წარმოდგენილი საპროექტო ღირებულებიდან გამომდინარე ზედმეტად არ უნდა იქნას მიჩნეული თუ მოხდება შემოთავაზებული ხარჯთაღრიცხვის გადახედვა, რადგანაც ლიანდაგის ერთი კილომეტრის მშენებლობა პროექტით დაახლოებით 6 მილიონი ევრო ჯდება, იმ დროს როცა ეს მაჩვენებელი ბევრად უფრო ნაკლებია სხვა ქვეყნებში, კერძოდ ჩეხეთსა და უკრაინაში იგი დაახლოებით ორი მილიონის ფარგლებში ტრიალებს. თუ გავითვალისწინებთ პროექტზე მუშაობის პერიოდს გამორიცხული არ უნდა იყოს ქალაქის იმდროინდელი ხელმძღვანელობის მიერ ფულის „გაცოცხლების“ გზით ფინანსური დაინტერესება.

მიუხედავად იმისა, რომ მოსახლეობის ერთ ნაწილს ტრამვაის ახალი ხაზის გაყვანა მოსწონს და ძირითად არგუმენტებად მისი ქალაქისათვის ტრადიციულობა, ეკოლოგიურობა და მგზავრობის შედარებით დაბალი ფასი მოყავთ, სულაც არ არის ეს საკმარისი საკითხის მიზანშეწონილობის განსაზღვრისათვის, კიდევ უფრო მეტიც, სერიოზული განხილვები და მოსახლეობის ფართო მასების გამოკითხვები უნდა მოყვეს ამ პროექტის განხილვის და პრაქტიკულად განხორციელების მიზანშეწონილობის საკითხს, რაც მთავარია თავიანთი გადამწყვეტი სიტყვა უნდა თქვან ამ დარგის ჯერ კიდევ შემორჩენილმა ღვაწლმოსილმა

**ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №3 (37) 2016**

სპეციალისტებმა და სამეცნიერო წრეების წარმომადგენლებმა, ბუნებრივია ტექნიკური უნივერსიტეტის შესაბამისი სტრუქტურული ერთეულების თანამშრომლებმა.

რაც შეეხება ჩემ კერძო მოსაზრებებს: გვერდს ვერ ავუვლით იმ ფაქტს, რომ ტრამვაის ვაგონს გამართული მუშაობის შემთხვევაში ბევრად მეტი მგზავრის გადაყვანა შეუძლია ვიდრე ავტობუსს და მითუმეტეს ვიდრე მიკროავტობუსს, რამდენადაც იგი უფრო მეტად ტევადია და მგზავრობის ღირებულებაც შესაბამისად დაბალია, ჭეშმარიტებაა ისიც, რომ იგი ბევრად უფრო ეკოლოგიურია ვიდრე ავტოტრანსპორტი. აღნიშნულ დადებით მხარეებთან ერთად, დღევანდელი მდგომარეობის გათვალისწინებით არსებობს პროექტის განხორციელების შემაკავებელი არგუმენტები, რომელთა განხილვა-გათვალისწინება აუცილებლობას წარმოადგენს, კერძოდ: 1. იგი გამოიწვევს ქალაქის ცენტრალურ ქუჩებზე ხანგრძლივი დროის განმავლობაში დიდი მოცულობის სამუშაოების ჩატარებას და შესაბამისად მოძრაობის შეზღუდვას. 2. ტრამვაის ხაზის მოვლა და მისი ტექნიკურად გამართულ მდგომარეობაში შენარჩუნება ძალზედ სპეციფიკური და რთულია, 1 ტრამვაი იქნება, 10 თუ 100 მას სჭირდება მძღავრი, გამართული დამხმარე სამსახურები, ისეთები როგორცაა სალიანდაგო, საკონტაქტო, საავარიო და მძღავრი ქვესადგურები, პროექტით გათვალისწინებული ერთი ქვესადგური მინიმალურადაც ვერ დააკმაყოფილებს მოთხოვნებს. 3. საჭიროა სპეცდანიშნულების საავტომობილო პარკი (ავტომწეები, საბუქსირე და შესადუღებელი მოწყობილობით აღჭურვილი ავტომობილები და სხვა.). 4. რთულია მისი ხმაურის ჩახშობა, ხაზზე ტექნიკური უწყესივრობით გაჩერებული ტრამვაის ვაგონის გადაადგილება და გზიდან მისი დეპომდე მიტანა. 5. სირთულეს წარმოადგენს საკონტაქტო ხაზების დამჭერი მოწყობილობების დამაგრების საკითხი (ბოძების დაყენება, სამაგრი ნაგებობების შერჩევა) 6. გასათვალისწინებელია საქალაქო სამგზავრო ტრანსპორტის სხვადასხვა სახეობათა შედარებითი დახასიათებაც (იხილეთ ცხრილი).

**საქალაქო სამგზავრო ტრანსპორტის სხვადასხვა სახეობათა შედარებითი დახასიათება**

	ავტობუსი	ტროლეიბუსი	ტრამვაი	ეტროპოლი-ტენი
მოძრაობის საშუალო სიჩქარე, კმ/სთ	19	18	17	36
იზოლირება სატრანსპორტო ნაკადისაგან	არა		ნაწილობრივ	მთლიანი
მარშრუტის ოპერატიული კორექტირების შესაძლებლობა	არის	შეზღუდულია	არსებითად შეზღუდულია	არ არის

**ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №3 (37) 2016**

მუშაობის მდგრადობა მარშრუტის ტრასაზე ხერგილების არსებობისას	შენარჩუნდ ება მთლიანი	ნაწილობრივ	არ არის	
მარშრუტზე მოძრაობის კომბინირებული რეჟიმის გამოყენების შესაძლებლობა	არის	არ არის		
მოძრავი შემადგენლობის მიერ სწრაფი მანევრირების შესაძლებლობა	არის	არ არის		
ეკოლოგიურობა	დაბალი	საშუალო		მაღალი
დანახარჯები მოძრაობის ორგანიზაციაზე	პრაქტიკუ ლად არაა	ზომიერი	საშუალო	მაღალი
ქალაქის მიწების საჭიროება	მოძრაობა ხდება არსებულ გზებზე	ზოლი 6,8- 7,4 მ.	ლია უბნებზე ზოლი 12 მ.	
საწვავით გამართვის ყოველდღიური საჭიროება	არის	არ არის		
გადაყვანათა უსაფრთხოება	დამაკმაყოფილებელი			მაღალი
მგზავრის უბილეთოდ მგზავრობის შესაძლებლობა	არის			პრაქტიკულად გამორიცხუ- ლია

თბილისი გამორჩეული ქალაქი იყო იმითაც რომ აქ ყველა სახის სამგზავრო ტრანსპორტი მუშაობდა და თუ ტრამვაის აღება მაინც შეიძლებოდა აღნიშნულ და სხვა მიზეზთა გამო, ღალატის ტოლფასი იყო ტროლეიბუსების მეურნეობის გაუქმება, რაც ჩემი აზრით საბურთალოს ცენტრში ტროლეიბუსების დეპოს ტერიტორიის დაუფლების და იქ საცხოვრებელი სახლების აშენების კერძო ინტერესებს შეეწირა, ეს კი მოხდა იმ დროს როდესაც გლდანის და მუხიანის მიმართულებით ტროლეიბუსის ხაზის გაყვანის სამუშაოები დაწყებული იყო.

პროექტის განხორციელების შემთხვევაში ხომ არ ავცდებით მოწინავე ქვეყნების იმ კურსს, რომლებიც ელექტრომობილების გამოყენებას მიიჩნევენ პრიორიტეტულად.

## დასკვნა

1. თბილისში, ქალაქის ცენტრალური ნაწილის გავლით ტრამვაის ახალი ხაზის “უნივერსიტეტის მაღლივი კორპუსის – ორთაჭალის ავტოსადგური” პროექტირების და მშენებლობის მიზანშეწონილობის საკითხი განხილული იქნას, დარგის დეაწლმოსილი სპეციალისტების, სამეცნიერო წრეების, ტექნიკური უნივერსიტეტის შესაბამისი სტრუქტურული ერთეულების წარმომადგენლების და საზოგადოების ფართო მასების თანამედროვე, აპრობირებული მეთოდებით გამოკითხვის საფუძველზე.
2. სწორ მიმართულებად უნდა იქნას მიჩნეული თბილისის მუნიციპალიტეტის მერიის გადაწყვეტილება საავტობუსო პარკის განახლების და დედაქალაქში მიკროავტობუსების დიდი ტევადობის ავტობუსებით პერიოდულად ჩანაცვლების თაობაზე.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. ნუგზარ ნავაძე, ვასილ ქართველიშვილი, თემურ გორშკოვი - სამეზავრო საავტომობილო გადაყვანები. თბილისი 2009წ. საგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი”. გამომცემლობა “პოლიგრაფ თბილისი”
2. კახა მჭედლიძე - რადიო თავისუფლება, თბილისის ახალი ტრამვაი რუსთაველზე გაივლის.
3. ინტერნეტ სივრცე, თბილისის მერიის ოფიციალური ვებ-გვერდი.

## ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ УЧЕТА ТРАМВАЙНОЙ ЛИНИИ В КОМПЛЕКСНОЙ ПАССАЖИРСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СХЕМЕ ТБИЛИСИ

Н. Навадзе

### Резюме

Рассмотрен вопрос целесообразности строительства в Тбилиси новой трамвайной линии, которая будет проходить от высотного корпуса Тбилисского государственного университета через центральную часть города до Ортачальской автостанции. Представлены приблизительная проектная стоимость строительства трамвайной линии, сложности её прокладки, специфический характер ухода за трамвайными вагонами, рельсовыми и

контактными линиями, положительные и отрицательные стороны работы трамвая, в частности: его экологичность по сравнению с автобусом, пассажироместимость, строгое фиксирование на проезжей части (пути), уровень шума и др. Для более полного представления проведен анализ и представлен в виде таблицы сравнительная характеристика различных видов городского транспорта. Подчёркнуто обозначено, что проект не должен быть осуществлен без учета мнений специалистов отрасли и широкой общественности.

## **ADVISABILITY OF ENVISAGE OF TRAM –LINE IN PASSENGER TRANSPORTATION COMPLEX SCHEME OF TBILISI**

**N. Navadze**

### **Summary**

It is considered question about advisability of new tram-line construction in Tbilisi, which will begin from Maglivi Block of University and will finish to bus terminal of Ortachala passing by the central part of the city. Is given approximative project value of tram-line construction, presented complications of its installation, during exploitation- specific character of care of tramcars, railway and contact lines, positive and negative sides during exploitation of tram, privately: environmentally better comparative with buses, passenger capacity, strong fixation at the roadway, less mobility, content of noise and others. For full imagination are analyzed and presented comparative characteristic different kinds of passenger transportation utilities. Underscoring is designated, that accomplish the project must make according foreseen the opinions of specialists and general public.

უპაკ 625;330

**გადასახადები და საქართველოს სოციალურ-  
ეკონომიკური მდგომარეობა**

**ნ. ზურიკაშვილი**

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

**რეზიუმე:** საქართველოს თავისი არსებობის ხანგძლივი ისტორიის მანძილზე მრავალი ეკონომიკურ-პოლიტიკური წარმატებები და წარუმატებლობა განუცდია. ეკონომიკური მდგომარეობის და მითუმეტეს გადასახადების სიდიდის, მათი მიღების მექანიზმის შესახებ ისტორიული წყაროები მწირ ინფორმაციას იძლევიან. მიუხედავად ამისა ჩვენამდე მოღწეული ისტორიული დოკუმენტების და სიველ-გურუებზე დაყრდნობით, მაინც შესაძლებელია შეიქმნას მეტ-ნაკლები სიზუსტით საერთო სურათი ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკურ და პოლიტიკურ სიძლიერის შესახებ და იმ პერიოდში არსებული საგადასახადო პოლიტიკაზე. დღეისათვის საქართველო ეკონომიკურად განვითარებად, ღარიბ სახელმწიფოს მიეკუთვნება, შესაბამისად მაღალია დაბალშემოსავლიანი მოსახლეობის ზვედრითი წილი. ქვეყანაში უმუშევრობის მაღალი მაჩვენებელია. სახელმწიფო ვერ ან არასრულყოფილად იყენებს თავის ხელსაყრელ გეოპოლიტიკურ მდებარეობასაც, რომელიც იძლევა საშუალებას შეასრულოს სატრანზიტო ხიდის ფუნქცია დასავლეთსა და აღმოსავლეთს შორის, შესაბამისად განვითარდეს ეკონომიკის ისეთი მნიშვნელოვანი სექტორი, როგორც ტრანსპორტი. დაარსდეს რეგიონალური მნიშვნელობის ლოგისტიკური ცენტრები. შუა საუკუნეებში, მაშინ როდესაც საქართველომ თავისი არსებობის ისტორიაში ყველაზე დიდ წარმატებებს მიაღწია, ვლინდება საგადასახადო პოლიტიკის ლიბერალიზაცია, ხოლო მონღოლების შემოსვლის შემდეგ მოსახლეობის ძირითად მასას – ყმა-გლეხობას გაეზადრა რა გადასახადები, ჩაკვდა ეკონომიკური აქტივობა, რასაც მოჰყვა პოლიტიკური დაკნინებაც. ასეთი მდგომარეობა გაგრძელდა სპარსელების და ოსმალების, შემდეგ კი რუსეთის იმპერიის ბატონობის პერიოდებშიც. დღეისათვისაც

საქართველოში საგადასახადო ტვირთი მნიშვნელოვანია, რაც არ უწყობს ხელს ინვესტიციათა მოზიდვას და ეკონომიკურ აღმავლობას. პრაქტიკა უჩვენებს, რომ მხოლოდ იმ ქვეყნებმა მიაღწიეს ნახტომისებურ ეკონომიკურ წარმატებას, რომლებმაც შეძლეს ლიბერალური ეკონომიკისათვის სათანადო პირობების შექმნა. შესაბამისად საქართველოს ეკონომიკური პოლიტიკა აქეთ უნდა მიემართებოდეს.

**საკვანძო სიტყვები:** ეკონომიკა, მენეჯმენტი, ფისკალური პოლიტიკა, გადასახადები.

## შესავალი

საქართველოს ეკონომიკური ისტორია ქვის ხანის უძველესი ეტაპიდან – წინა აშელის ეპოქიდან იწყება. ამას მოწმობს უძველესი დროის ადამიანის ნაკვალევი მის ტერიტორიაზე, სადაც, განსაკუთრებით ზღვისპირეთში, კიდევ უფრო ფართოდ სახლდება ადამიანი აშელის ეპოქაში. ამას ადასტურებს სოხუმის მახლობლად მდებარე იაშათხვის ნაბინაგარი, ყვირილის აუზში მოპოვებული იარაღები, კუდაროს მღვიმეთა ჯგუფი, წონის გამოქვაბული ერწოს ტბის მახლობლად შიდა ქართლის მაღალმთიან ზოლში და ა.შ. ამ პერიოდში ისწავლა ადამიანმა ცეცხლის გამოყენება.

განსაკუთრებით ფართოდ არის ათვისებული საქართველოს დასავლეთი ნაწილი მომდევნო მუსტიეს ეპოქაში (100-35 ათასი წლის წინათ), როდესაც გაუმჯობესდა შრომის იარაღების დამზადების ტექნიკა და ადამიანმა ისწავლა ცეცხლის ხელოვნურად მიღება. ამ პერიოდში კოლექტიური ნადირობა და გარეულ მცენარეთა ნაყოფის შეგროვება ადამიანთა ძირითადი საქმიანობა იყო.

პალეოლითის ეპოქის წინაგვაროვნული საზოგადოების წარმოების იარაღები აღმოჩენილ იქნა დასავლეთ საქართველოში (ხარაგაულის, თერჯოლის, ზესტაფონის რაიონებში), ხოლო მეზოლითისა და ნეოლითის ეპოქების გვაროვნული საზოგადოების წარმოების იარაღები – როგორც დასავლეთ, ისე აღმოსავლეთ საქართველოში. პალეოლითის ეპოქაში შეიქმნა ქვის დამუშავების ახალი ტექნიკა, გავრცელდა ძვლისა და რქის იარაღები, გაუმჯობესდა ნადირობის წესები. მეზოლითის ეპოქაში წინაგვაროვნული საზოგადოებიდან გვაროვნულზე გადასვლით დაიწყო ახალი ეტაპი წარმოების იარაღების განვითარებაში, რაც საფუძვლად დაედო ნეოლითს. ეს პერიოდი უმნიშვნელოვანესი ეტაპია როგორც მთლიანად კაცობრიობის, ისე საქართველოს განვითარებაში. ჩამოყალიბდა მეურნეობრივი საქმიანობის ახალი ფორმები – მიწათმოქმედება და მესაქონლეობა, პირველად გაჩნდა თიხის ჭურჭელი. ნეოლითის დასასრულიდან და ენეოლითის

ეპოქაში (სპილენძ-ქვის ხანა) მიწათმოქმედება და მესაქონლეობა მეურნეობის წამყვან დარგებად იქცა. ენეოლითის ეპოქა საქართველოში ძვ.წ. VI-IV ათასწლეულია, ხოლო ბრინჯაოს ხანა – III-II ათასწლეული.

ძვ.წ. IV ათასწლეულის შუა პერიოდიდან საქართველოს ტერიტორიაზე დაიწყო სპილენძ-ბრინჯაოს მეტალურგიული წარმოება, რაც განსაკუთრებით III ათასწლეულიდან განვითარდა. ლითონის საგნების დასამზადებლად იყენებდნენ ადგილობრივ დარიშხნიან სპილენძს. სწორედ ამ პერიოდში დაედო სათავე კავკასიურ მეტალურგიას, რითაც ასე განთქმული იყო საქართველო.

ძვ.წ. II ათასწლეულის ბოლოს და I ათასწლეულის დასაწყისიდან საქართველოში ფეხს იკიდებს რკინის წარმოება. იგი ფართოდ გავრცელდა ძვ.წ. VIII-VII საუკუნეებში, რითაც დასრულდა ხელოსნობის ცალკე დარგად ჩამოყალიბების პროცესი. განსაკუთრებით განვითარდა მეთუნეობა, მჭედლობა, რთვა და ქსოვა, საიუველირო წარმოება. დამუშავების მაღალი ოსტატობით გამოირჩეოდა ძვირფასი ლითონებისაგან ნაკეთები ნივთები, საკმაოდ მაღალ დონეზე ავიდა ბრინჯაოს დამუშავების ტექნიკა, განვითარდა რკინისა და სამთამადნო მეტალურგია. ამას მოჰყვა ვაჭრობის განვითარებაც. აღსანიშნავია, რომ ამ პერიოდის კოლხეთის ლითონის, განსაკუთრებით ოქრომჭედლობის მრავალფეროვანი ნაწარმი და სელის ქსოვილები განთქმული იყო მთელ მსოფლიოში.

ძვ.წ. VII-VI საუკუნეების კოლხეთის შავი ზღვის სანაპიროზე ჩამოყალიბებულმა ახალშენებმა – ტრაპეზუნდმა, კერასუნტმა, ფასისმა (ფოთი), დიოსკურიამ (სოხუმი), პეტიუნტმა (ბიჭვინთა) და ა.შ. დიდად შეუწვევს ხელი უცხოეთთან ვაჭრობის გაცხოველებას. ლითონისა და სელის ნაწარმის გარდა, გაჰქონდათ ხე-ტყე, გაჰყავდათ ტყვეები, შემოჰქონდათ უმთავრესად ფუფუნების საგნები, რომლებსაც საზოგადოების ზედა ფენა მოიხმარდა. იმდროინდელ კოლხეთში აღებ-მიცემობის განვითარებაზე მეტყველებს ქართული ვერცხლის მონეტა – „კოლხური თეთრი“, რომელიც ძვ.წ. VI-III საუკუნეებით თარიღდება და მსოფლიოს უძველესი მონეტების რიცხვს განეკუთვნება.

ეკონომიკის განვითარებამ, რასაც, მიწათმოქმედების, მესაქონლეობისა და ხელოსნობის განვითარებასთან ერთად, ხელი შეუწყო სავაჭრო ურთიერთობების გაძლიერებამ, ძვ.წ. I ათასწლეულის პირველი ნახევრის ბოლოსათვის შექმნა წინაპირობები საქართველოს ტერიტორიაზე პირველი კლასობრივი საზოგადოების – მონათმფლობელური ეკონომიკური სისტემის ჩამოყალიბებისათვის.



ძვ.წ. პირველი ათასწლეულის დასაწყისში ისტორიულ საქართველოში დიაოხისა და კოლხას გაერთიანებების ჩამოყალიბებამ, ხოლო ძვ.წ. IV საუკუნის ბოლოს ქართლის სამეფოს აღმოცენებამ გააძლიერა სავაჭრო ურთიერთობა გარე სამყაროსთან. ქართლის სამეფო (იბერია), ისევე როგორც კოლხეთის სამეფო, ითვლება ადრემონათმფლობელურ სახელმწიფოდ, პირველყოფილ-თემური საზოგადოების ძლიერი გადმონაშთებით.

საქართველოს ეკონომიკურ განვითარებაში გარკვეული როლი ელინურმა ცივილიზაციამაც შეასრულა. აღნიშნულის დამადასტურებელი მრავალი საგნებია მოპოვებული არქეოლოგების მიერ სხვადასხვა ადგილას, მათ შორის მცხეთასა და ვანში.

საქართველოს ეკონომიკურ განვითარებაზე მიუთითებს ის მრავალი უძველესი სამიმოსვლო-სავაჭრო გზა, რომლებითაც იგი გარე სამყაროს უკავშირდებოდა. ძვ. წ. IV-III საუკუნეებში არსებული აღმოსავლეთისა და დასავლეთის დამაკავშირებელი დიდი სავაჭრო გზა სამხრეთ კავკასიაზე გადიოდა. ეს გზა ინდოეთიდან იწყებოდა: მდინარე ოქსოსით (ამუდარია) დიდძალი ინდური საქონელი შემოჰქონდათ პირკანიის (კასპიის) ზღვაში, ხოლო აქედან მდინარე მტკვრით, სურამის უღელტეხილითა და რიონ-ყვირილის მაგისტრალით შავ ზღვამდე (ევქსინის პონტო) გადაჰქონდათ. გარდა ამისა, აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ თუ სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ მიმავალი კიდევ მრავალი სავაჭრო-სატრანზიტო გზა გადიოდა საქართველოს ტერიტორიაზე. თუ ერთი დიდი სავაჭრო გზა ბარდავ-შანქორ-ხუნანის გავლით მცხეთა-თბილისისაკენ მიემართებოდა, მეორე არანაკლები მნიშვნელობის გზა სამხრეთის ძველ ქალაქ არტაშატსა და ჯავახ-სამცხის მიწა-წყალზე გადიოდა, ზეკარს გადასერავდა და ფასისზე გავლით დიოსკურიისაკენ, ხოლო, იქიდან მეოტიის (აზოვის) ზღვისა და ჩრდილოეთის ველებისაკენ მიემართებოდა. ეს გზა უძველესი იყო და ეკონომიკურის გარდა დიდი სამხედრო მნიშვნელობაც ჰქონდა. ამ გზის არსებობისა და მნიშვნელობის შესახებ საინტერესო ცნობებია მოცემული „სტრაბონის გეოგრაფიაში“. იგი აღმოგვცემს, რომ აორსებს, რომლებიც მდინარე ტანაისის (დონი) მახლობლად სახლობდნენ და სირაკებს, რომლებიც კავკასიონის მთებიდან გამომდინარე აქარდენის\* ახლოს ბინადრობდნენ, დიდძალი ინდური და ბაბილონური საქონელი შემოჰქონდათ აქლემებით არტაშატზე გამავალი მეოტია-კოლხეთის გზით, რომელზეც მთავარი ქალაქები – ფასისი და დიოსკურია მდებარეობდა.

აღსანიშნავია ტრანსკონტინენტური სავაჭრო-საქარავნო გზა ანუ აბრეშუმის დიდი გზა, რომელსაც დასაბამი მიეცა ძვ. წ. II საუკუნეში. ეს გზა ჩინეთს დასავლეთთან აკავშირებდა. მისი ერთი განშტოება კასპიის ზღვის გავლით უკავშირდებოდა კავკასიას, გადაკვეთდა საქართველოს და ფასისიდან შავი ზღვით ბიზანტიასა და რომს აღწევდა. ამრიგად, საქართველოს სახმელეთო, სამდინარო და საზღვაო გზები ოდითგანვე საერთაშორისო სავაჭრო გზათა

შემადგენელი ნაწილი იყო, რასაც ადასტურებს რომელი გეოგრაფის კასტორიუსის მიერ შედგენილი მსოფლიო საგზაო რუკაც. საქართველო აღმოსავლეთისა და დასავლეთის საქონლის უბრალო გამტარ აუზს კი არ წარმოადგენდა, არამედ იგი თვითონაც იყო ჩაბმული საერთაშორისო ვაჭრობაში და როგორც ქვეყნის შიგნით, ისე სხვა სახელმწიფოებთან გაცხოველებულ ვაჭრობას აწარმოებდა. ქართული ოქროს მონეტა – „კოლხური სტატერი“ იჭრებოდა ძვ. წ. I საუკუნიდან ახ. წ. III საუკუნემდე.

ახალი წელთაღრიცხვის პირველი საუკუნეების საქართველოს ეკონომიკა ხასიათდება მისი ტრადიციული დარგების – მიწათმოქმედების, მესაქონლეობის, ხელოსნობისა და ვაჭრობის სწრაფი განვითარებით, რასაც თან ახლავს საზოგადოების ქონებრივი დიფერენციაციის გაღრმავება.

IV საუკუნიდან, შრომის მწარმოებლურობის ზრდის შედეგად, ეკონომიკურ ურთიერთობებში მომხდარმა ცვლილებებმა ხელი შეუწყო მონათმფლობელობის წიაღში ფეოდალური ურთიერთობების ჩასახვას. ევროპისა და აზიის მრავალ ქვეყანაში ფეოდალურმა ეკონომიკურმა სისტემამ, მონათმფლობელობის გვერდის ავლით, პირველყოფილი საზოგადოება შეცვალა, საქართველოში კი იგი, მონათმფლობელური ეკონომიკური სისტემის განვითარების საფუძველზე, VI საუკუნეში ჩამოყალიბდა. V საუკუნეში, ვახტანგ გორგასლის მეფობის დროს, ქართლის სამეფომ დიდ სამეურნეო აღმავლობას მიაღწია. გაუმჯობესდა სამიწათმოქმედო ტექნიკა, დაიწყო რკინის გუთნისა და სარწყავი ტექნიკის გამოყენება, ფართოდ გავრცელდა ვაზის კულტურა, განვითარდა ვაჭრობა.

ისტორიული წყაროები ადასტურებს, რომ საქართველოს ეკონომიკური ურთიერთობები სხვა ქვეყნებთან შენარჩუნებული ჰქონდა შიგა კონფლიქტებისა თუ უცხოელ მომხდურთა ბატონობის დროსაც. მიუხედავად იმისა, რომ სხვადასხვა დამპყრობთა, განსაკუთრებით კი არაბთა შემოსევებით საქართველო ეკონომიკურ და პოლიტიკურ შევიწროებას განიცდიდა, ქვეყანაში სამეურნეო ცხოვრება სწრაფად ვითარდებოდა. მათმა შემოსევებმა ვერ შეწყვიტა ფეოდალური ურთიერთობების განვითარება საქართველოში. ამის დადასტურება ისიც არის, რომ საქართველოში ფართოდ დაიწყო ფულის მოჭრა. VI-VII საუკუნეებში იჭრება ქართულ-სასანური დრაქმები (სასანური დრაქმის ტიპის ქართული მონეტა), VIII-X საუკუნეებში – თბილურ-არაბული დირჰემები, X-XII საუკუნეებში – ვერცხლის ქართული მონეტები ბიზანტიური ტიტულებით, ქართულ-ბიზანტიური მონეტები და ა.შ. XI საუკუნეში საქართველოს გაერთიანებისა და ერთიანი სამეფოს უფლებების შავი ზღვიდან კასპიის ზღვამდე გავრცელების შემდეგ, კიდევ უფრო გაღრმავდა მისი საგარეო ეკონომიკური ურთიერთობები.

ფეოდალურმა საქართველომ ეკონომიკური და კულტურული განვითარების უმაღლეს საფეხურს XII საუკუნეში მიაღწია. ამ პერიოდში შეიქმნა ტირიფონის, რუის-ურბნისის, მუხრანის, ალაზნის, სამგორის, შიდა კახეთის სარწყავი არხები, რომლებმაც მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა საქართველოში მევენახეობის, მებაღეობისა და მეხაჭაპეობის განვითარებაში. სწრაფად განვითარდა ხელოსნობა და გაღრმავდა შრომის საზოგადოებრივი დანაწილება. მეთუნეების, კალატოზების, მემადნეების (ოქროს, ვერცხლის, რკინის, სპილენძის დამამზადებლები), მჭედლების, ფეიქრების, ოქრომქანდაკელების, მეაბჯრეების, მეხმლეების, მემშვილდეების, ეტრატის (საწერი ტყავი) დამამზადებლების, ფერწერის ოსტატების, ოქრონემსეულის მოხელსაქმეთა, ცხენის იარაღ-საჭურვლის მჭედელ-მქსოველთა და ა.შ. ნაწარმი სულ უფრო ფართოდ ექცეოდა სავაჭრო ბრუნვაში, გადიოდა საზღვარგარეთ.

ამ პერიოდში შექმნილი მატერიალური ღოვლათის მნიშვნელოვანი ნაწილი საქონლურ ხასიათს ატარებდა. იმხანად, როგორც ივანე ჯავახიშვილი შენიშნავს, „არ მოიპოვებოდა ისეთი საგანი, რომელიც ბაზარზე არ ტრიალებდა, რომელიც სოფლადაც კი არ გაყიდულიყო.“

ფეოდალური კლასის შინაგანი ორგანიზაცია მწყობრ იერარქიულ სტრუქტურაზე იყო დამყარებული. სიუზერენულ-ვასალური დამოკიდებულების - პატრონჟიმობის - საფუძველი მიწის ფეოდალური საკუთრება იყო.

იმ დროის ქარველი გლეხობის ძირითად მასას ფეოდალის მიწაზე მიმაგრებული ყმა გლეხები შეადგენდნენ. გლეხობა მკაცრ ფეოდალურ ბატონყმურ ექსპლოატაციას განიცდიდა. იგი თავისი ბატონის სასარგებლოდ მძიმე ფეოდალურ ვალდებულებებს იხდიდა (ღალა, შრომითი ბეგარა, ფულადი რენტა). მაგრამ გლეხობის ნაწილი XI ს. მანძილზე და XII ს. პირველ ნახევარში ჯერ კიდევ ინარჩუნებდა პირად თავისუფლებას და საკუთარ მიწას. ესენი იყვნენ მდაბიურნი, რომლებიც ცენტრალური ხელისუფლების მოლაშქრეთა ნაწილს შეადგენდნენ.

ფეოდალურ საქარველოში ცალკე წოდებრივ ჯგუფს წარმოადგენდნენ ვაჭრები. ისინი ორ ძირითად კატეგორიად - დიდვაჭრებად და წვრილ ვაჭრებად იყოფოდნენ. საქართველოს მრავალრიცხოვან ქალაქებში მრავლად იყვნენ ხელოსნებიც.

ფეოდალურად დამოკიდებულ გლეხთა და ხელოსანთა შრომა იყო ქართული ფეოდალური საზოგადოების ეკონომიკური საფუძველი. საქართველოს „ოქროს ხანაში“, როგორც ეტყობა, ეკონომიკურ სიძლიერეს მნიშვნელოვნად განაპირობებდა საგადასახადო შეღავათები. აღნიშნული პირდაპირ არ მტკიცდება, „თუმცა XI - XII სს. საქართველოში სოფლის მეურნეობის მაღალ დონეს განაპირობებდა ის დიდი სარწყავი არხები და წყალსადენები, რომლებიც სახელმწიფოს მიერ გატარებული ღონისძიებების შედეგად ტირიფონის ველზე, რუის-ურბნისის მიდამოებში,

მუხრანში, სამგორში, კახეთსა და გაღმა მხარეში იქნა გაყვანილი. ამჟამად გარკვეულია, რომ სსენებული ნაგებობანი მეტად რთულსა და ნაირგვარ ბუნებრივ პირობებში დიდი ხელოვნებითა და ოსტატობითაა აგებული.

მშენებლობათა დიდი მასშტაბი და მაღალი დონე იმის აშკარა დადასტურებაა, რომ ჰიდროტექნიკა, სამშენებლო ხელოვნების ეს მეტად რთული დარგი, საქართველოში ჩვენთვის საინტერესო პერიოდში დიდად იყო განვითარებული.

მნიშვნელოვან აგროტექნიკურ ნაგებობას წარმოადგენს სახალტბა-შიომღვიმის 1202 წ. აგებული წყალსადენი. მის აგებას სამი წელი დასჭირვებია. ამასთან, წყალსადენის აგების შემდეგ სხალტბას წყალი დაკლებია და ამის გამო მთელი რიგი მიწისქვეშა წყალშესაკრებელი (საკოპტაჟო) სამუშაოების ჩატარების შედეგად იმავე წყაროს დებეტი გაუდიდებიათ. წყალსადენის აგების შემდეგ ანტონ ჭყონდიდელს მის ექსპლოატაციაზე უზრუნია. მისი თხოვნით, თამარ მეფეს ორი კომლი გლეხი წყალსადენისათვის მიუჩინა მეთვლყურედ და მკაზმავად. **ეს გლეხები სხვა ყოველგვარი ბეგარისაგან გაუთავისუფლებიათ იმ პირობით, რომ მათ თავიანთი შვილები ქუქანკებად (თანამედროვე ჰიდროტექნიკოსები) გაეზარდათ.**

გლეხების შეღავათიანი გადასახადების შესახებ მიუთითებს არაპირდაპირ შემდეგი ისტორიული წყაროც: “XIII ს. შუა წლებში ქართლის მსხვილმა ფეოდალმა გრიგოლ სურამელმა შიომღვიმის მონასტერს შესწირა სოფ. ციხედიდს მცხოვრები გლეხი ქავთარელი მეწისქვილე. ეს გლეხი წინასწარ გაათავისუფლეს ყოველგვარი საფეოდალო და საეკლესიო გადასახადებისაგან და მხოლოდ ერთადერთი მოვალეობა - წისქვილის კაზმვა დააკისრეს. წისქვილიც სურამელმა ააშენა მღვიმისათვის და ვალად იდო, თუკი წისქვილს მომავალში რამე დაუზიანდებოდა, სურამელთა სახლის სახსრებით შეეკეთებინა იგი “თუ წისქვილი დაშავდენ ... თქვენზე (ე. ი. სურამელის სახლით) შეიკაზმოდე”. მეწისქვილე, რაკი ის ყველა გადასახადისაგან თავისუფალია, მთელი გულისყურით წისქვილის მოვლა-პატრონობას და მის კეთილსინდისიერ მომსახურებას უნდება. მონასტრის წინამძღვარს, როგორც საკუთარ პატრონს, წელიწადში ერთხელ ძღვენს მიართმევს - **სამ სქელ პურს და ერთ კორჩხალა ღვინოს.** ამით ამოიწურება მეწისქვილის ვალდებულება ფეოდალის წინაშე. ფეოდალი, ამ შემთხვევაში მონასტერი, მეწისქვილეს უსაზღვრავს სარჩოს: წისქვილში დაფქვილი მარცვლეულის ხრილის (წისქვილის მტვერი) ნახევარი მეწისქვილეს ეკუთვნის, ნახევარი კი მონასტერს.

სურამელმა გაათავისუფლა წისქვილის მოფქვავენი მისდის (საფქვავეის ნაწილი, რასაც მოფქვავე უტოვებს მეწისქვილეს დაფქვის საფასურად) გადახდისაგან და მეწისქვილეს დაუტოვა

უფლება ყოველი მოფქვავისაგან აელო ე. წ. “საპატიო” - მეწისქვილის პატივსაცემად განკუთვნილი ოდენობა ფქვილისა, თანაც

განსაზღვრულია ამ “საპატიოს” ოდენობაც: “მეწისქვილე ეზომსა საპატიოსა აიღებდეს, რომე ერთსა კაცსა ეყოფოდეს”. ეს წისქვილი შიომღვიმის კუთვნილ სოფელს ციხედიდს ემსახურება.

სოფლის პატრონი, ამ შემთხვევაში მონასტერი, ცდილობს არ გაუჭირდეთ ციხედიდელ გლეხებს წისქვილით სარგებლობა, ამიტომ ის ავალებს მეწისქვილეს **გავითვალისწინოს ციხედიდელი მოფქვავის ეკონომიკური შესაძლებლობა და გაჭირვებულ კაცს აღარც “საპატიო” გამოართვას.** ცოტაისა მქონებელსა ნუცა საპატიოსა აუღებენ ესე თქუენნი მეწისქვილენი”.

საერთო საქმედ ითვლება ”წყლის კაზმვა”. გლეხი, რომელიც “წყლის კაზმვით”, ე. ი. წყლის არხისა და რუს მოვლა-პატრონობით იყო დაკავებული, თავისუფლდებოდა სხვა ყოველგვარი სახელმწიფო და საფეოდალო გადასახადებისაგან.

მონღოლების შემოსვლას საქართველოში თან მოჰყვა სახელმწიფოებრივი დაქვეითება და ეკონომიკური სიღუპე, რაც გადასახადების გაზრდითაც უნდა ყოფილიყო განპირობებული. მონღოლური გადასახდი შედარებით ლიბერალური იყო, მაგრამ თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ ქართული თავადაზნაურობა არ ურიგდებოდა შემოსავლების შემცირებას, მონღოლური გადასახადი მთლიანად დააწვა გლეხობას. “ისტორიულმა ძნელებლობამ ყველაზე მეტად ყმა გლეხობა დააზარალა. მას თავს დაატყდა ექსპლოატაციის გაძლიერება, შიმშილი, რიცხობრივი შემცირება, მისი უფლებრივი მდგომარეობა. ბეჟა-აღბულას სამართალი ცდილობს აღადგინოს და განამტკიცოს დარღვეული ბატონყმური რიგი - ბატონსა და გლეხს შორის დამოკიდებულების ნორმები, როგორც აუცილებელი პირობა, რათა გლეხმა შეძლოს დაკისრებული სოციალური ფუნქციის შესრულება.

საქართველოს ისტორიის ნარკვევებში მოყვანილია ასეთი ფაქტიც: “XIII ს. შუა წლებში სოფელ ხოვლეში დაახლოებით 42 კომლი გლეხი ცხოვრობდა. ეს რიცხვი შემდეგნაირად არის მიღებული: კახა თორელმა სოფელი ხოვლე, იქ მცხოვრები გლეხებითურთ, რკონის ღვთისმშობლის ეკლესიას შესწირა და ხოვლელ გლეხებს სხვა ვალდებულებებთან ერთად დააკისრა ეკლესიისათვის 340 თეთრის გამოღება. ეს 340 თეთრი კომლებზე უნდა დანაწილებულიყო და თითოეულ კომლს 8 თეთრი გამოეღო. “სამას და ორმოცსა თეთრსა გამოიღებდნენეკუტერს მისაღებელსა: თვითოი მიწაი რვა-რვასა თეთრსა გამოიღებდეს”.

საქართველოს ეკონომიკა მონღოლების წასვლის შემდეგაც ვერ გაიმართა წელში, რასაც უმეტესწილად გადასახადების მაღალი სიდიდე განაპირობებდა. გადასახადები მრავლად იყო იმპერიალისტური რუსეთის მიერ საქართველოს დაპყრობის შემდეგაც.

## დასკვნა

დღეისათვის ის ქვეყნები, რომლებიც გამოირჩევიან გადასახდების დაბალი დონით აღწევენ დიდ ეკონომიკურ წარმატებებს. ასე მოხდა ბოლო ათწლეულობის განმავლობაში აღმოსავლეთ აზიის ისეთ სახელმწიფოებში, როგორებიცაა სინგაპური, მალაიზია, ახალი ზელანდია, ფილიპინები და სხვა. ზოგჯერ სახელმწიფოები მიმართავენ ე.წ. “თავისუფალი ეკონომიკური ზონების” შექმნას, რაც დიდი სტიმულია ინვესტიციების მოზიდვისა და დაჩქარებული ეკონომიკური განვითარებისათვის (მაგ. ღუბაი).

საქართველო თავისი ეკონომიკური ჩამორჩენილობის მიუხედავად არ ამცირებს საგადასახდლო განაკვეთებს, უფრო პირიქით. ჩვენი მოსახლეობა იხდის საშემოსავლო გადასახადს 20 %-ს, დამატებითი ღირებულების გადასახადს – 18%-ს, აქციზს სხვადასხვა საქონელზე, რომლის მოცულობა 2016 წ-სთვის შეადგენს 1012 მლნ ლარს, რაც ერთ დასაქმებულზე გამოდის დაახლოებით 1556 ლარი ერთ მომუშავეზე წელიწადში და აპირებენ მომავალი წლიდან მის გაზრდას.

ისტორიული გამოცდილების და არსებული რეალობის გათვალისწინებით ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების დასაჩქარებლად საჭიროა საგადასახდლო ტვირთის შემცირება.

## გამოყენებული ლიტერატურა:

1. პაპავა ვ., ჩიქავა ლ. და სხვ. საქართველოს ეკონომიკა. გამომცემლობა “სიახლე”. თბ. 2012;
2. ს. ყაუხჩიშვილი. გეორგიკა. ტ. II, თბილისი, 1934;
3. ჯავახიშვილი ივ. საქართველოს ეკონომიკური ისტორია. წიგნი I. ტფ. „ქართული წიგნი“, 1930.
4. საქართველოს ისტორიის ნარკვევები: 8 ტომად. ტ. 3 / საქართველო XI-XV საუკუნეებში / ტომის რედ.: ზ. ანჩაბაძე, ვ. გუჩუა. მეცნიერება, 1979.

5. საქართველოს ფინანსთა სამინისტროს მონაცემები. საიტო:

[http://www.mof.ge/images/File/biujetis-kanoni2017/III\\_wardgena/TAVI\\_II.pdf](http://www.mof.ge/images/File/biujetis-kanoni2017/III_wardgena/TAVI_II.pdf).

გადამოწმებულია 15.12.2016.

## **TAXES AND THE SOCIO-ECONOMIC SITUATION OF GEORGIA**

**N. Zurikashvili**

### **Summary**

Georgia during its long history has experienced many economic and political successes and failures. In the historical sources, there are scarce information on economic situation and especially the value of taxes, mechanism of tax collection. Despite this based on currently existing historical documents and charters, still is possible to create a more or less accurate overall picture of the country's socio-economic and political strength and existing at that period tax policy. Currently Georgia belongs to less economically developed needy countries; according high is share of having the low-income population. In the country in high indicator of unemployment. The state cannot or will not complete using its favorable geopolitical location, which gives the possibility to perform the function of a transit bridge between East and West, according to the development of such an important sector of the economy, as transport. Will be establishment the regional logistics centers. In the Middle Ages, while Georgia has reached its biggest successes in its history, was revealed the tax liberalization, and the after the Mongols invasion for the main mass of the population - peasantry was increased taxes, had collapsed the economic activity, followed by a political decline. This situation lasted during the Persians and Ottomans, as well as during the Russian Empire periods. Moreover, even currently in Georgia, the tax burden is significant; it does not contribute to the attraction of investment and economic development. Experience shows that only those countries have reached a sharp economic success that was able to create the right conditions for a liberal economy. Accordingly, the economic policy of Georgia will be directed in this direction.

## НАЛОГИ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ГРУЗИИ


Н. Зурикашвили

Резюме

Грузия в течении своей долгой истории испытала ряд экономических и политических успехов и неудач. исторические источники дают скудные сведения об экономическое положение и особенно размеров налогов, механизмах их собирания. Несмотря на это на основе дошедших до нас исторических документов и грамот, всё-таки возможно создать более или менее точную общую картину социально-экономической и политической силы страны и существующей в тот период налоговой политики. На сегодняшний день Грузия принадлежит к экономически развивающимся бедным государствам, соответственно высока доля населения с низким уровнем дохода. В стране высокий уровень безработицы. Государство не может или не хочет использовать своё выгодное геополитическое расположение, которое позволяет выполнять функцию транзитного моста между Востоком и Западом, соответственно развивать такой важный сектор экономики, как транспорт. Необходимо создание региональных логистических центров. В средние века, когда Грузия достигла своих самых больших успехов за всю историю существования, выявилась либерализация налоговой системы, а после появления монголов для основной массы – крепостного крестьянства увеличились платежи, свернулась экономическая деятельность, а затем последовал политический упадок. Такая ситуация продолжалась и в периоды господства Персидской и Османской, а затем и Российской империй. И даже сегодня в Грузии, налоговое бремя значительно, оно не способствует привлечению инвестиций и экономическому развитию. Опыт показывает, что только те страны достигли резкого экономического успеха, которые были в состоянии создать соответствующие условия для либеральной экономики. Соответственно экономическая политика Грузии должна быть направлена в эту сторону.



GTU  
TRANSPORT AND MACH-  
INEBUILDING FACULTY  
www.gtu.ge

TRANSPORT AND  
№3 (37)  2016  
MACHINEBUILDING  
T: 68-82

№503  
Department's of Scientific  
and Research Centre  
PRINT MEDIA

УДК 551.24

**ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
ПРИРОДНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ТОПЛИВО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДАННОГО  
РЕГИОНА(НА ПРИМЕРЕ ДОНБАССА И ТКИБУЛИ-ШАОРСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ)**

**Приходько С. Ю., Кахиани М. Р.**

**(Донецкий национальный технический университет)**

**(Грузинский технический университет, ул. М. Костава №77,  
0175, Тбилиси, Грузия)**

**Резюме:** *Оптимизация и управление динамичной природно-промышленной системой региона является крайне важной для режимов неустойчивости системы. С учетом положения топливно-энергетического комплекса (ТЭК) по отношению к различным отраслям промышленности значение работ по вышеозначенной проблеме имеет крайне актуальный характер. Разнообразие рисков, исходящих от предприятий ТЭК, предопределяет необходимость комплексного подхода для минимизации возможности аварии и катастрофы. Безопасная деятельность предприятий топливной отрасли будет эффективной только в том случае, если они будут отвечать самым высоким требованиям международных стандартов.*

**Ключевые слова:** Топливо-энергетического комплекс, системы эффективного прогноза устойчивости, горный массив, математи-ческая модель.

Предприятия топливно-энергетического комплекса региона - сфера высоких рисков и объектов повышенной промышленной опасности, которые обладают большими потенциальными возможностями для создания катастроф техногенного характера, различных аварий, угрозы людям и окружающей среде, из-за чего возникает надобность организации

системы риск-менеджмента, нацеленного на решение масштабного комплекса проблем различного характера, в которых экологические риски занимают далеко не последнее место.

Исходя из выше изложенного, можно сформулировать цель данной работы: создание динамичной многоуровневой геоинформационной системы эффективного прогноза устойчивости региональной природно-промышленной системы с возможностью предоставления информации о прогнозируемых чрезвычайных ситуациях широкому спектру потребителей для принятия оптимальных управленческих решений.

Для достижения этой цели необходимо решение следующих задач:

- установление механизмов устойчивого функционирования природно-промышленной системы региона;
- определение критериев устойчивого функционирования природно-промышленной системы региона;
- исследование причины, взаимосвязи и последствий геодинамических угроз устойчивому функционированию природно-промышленных систем с оценкой эколого-экономической эффективности повышения уровня безопасности хозяйственной деятельности, ресурсосбережения, улучшения здоровья и благосостояния населения;
- разработка рекомендаций по использованию результатов прогноза устойчивого функционирования природно-промышленной системы региона для принятия оптимальных управленческих решений.

Опыт эколого-геофизических исследований геологической среды в отдельных регионах позволяет сделать ряд практических и методологических выводов, важных при изучении любых урбанизированных территорий. Прежде всего становится очевидным, что достаточно полное их обследование может быть осуществлено только на основе системного подхода к изучаемым объектам. При этом должны применяться различные масштабы исследования, разнообразные геологические, геофизические и геохимические методы и технологии, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), ГИС-технологии, эффективные способы комплексной обработки и интерпретации получаемых данных. Рассмотрим системный подход в решении аналогичных задач, который усматривает для любого произвольно взятого предмета исследования разные уровни моделирования (теоретические объекты, концептуализации)[1,6,7]:

- (a) Объекты - собственно исходные факты, относящиеся к предмету рассмотрения;
- (b) Структуры - модели взаимосвязи и взаимодействия иных фактов, связанных с исходным;
- (c) Системы - модели предмета как взаимодействия и изменения структур;
- (d) Надсистемы (НС или "суперсистемы"), модели связи данного предмета с другими

предметностями.

В применении к моделированию последовательно выводимой системности знания вычленяются следующие взаимодополняющие категории правил:

- (a) рациональные: правила связи, поведения, цели, классификации;
- (b) иррациональные: правила возможности и предсказуемости.

Правило связи постулирует взаимодействие объектов знания, классифицируемое в определенных формах.

Правило поведения постулирует движение, как изменение способа взаимодействия объектов знания во времени.

Правило цели постулирует функциональность как исчерпаемость изменяемости способов поведения во времени. Правило классификации постулирует различие форм как самих объектов, так и способов их связи. Принципы возможности и предсказуемости взаимно постулируют очевидность (или самоочевидность) данного в усмотрении [2]. Логика становления системного рассмотрения (рис.1):

- (a) объекты связываются в структуру посредством правил предсказуемости и связи;
- (b) структура становится системой при соблюдении правил предсказуемости и поведения;
- (c) система входит в надсистему при соблюдении правил возможности и цели;
- (d) дальнейшее уточнение объекта, исходя из надсистемы, выделение из надсистемы объекта или группы объектов при соблюдении правил возможности и классификации.

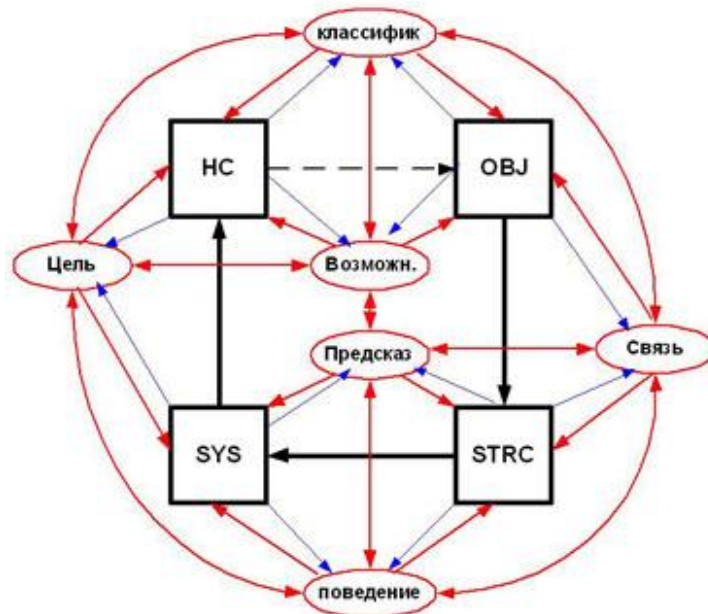


Рис. 1

Зависимости теоретических объектов от правил:

**OBJ** - объект дан с очевидностью различимой формы и возможностью взаимодействия с иными различимыми формами;

**STRS** - структура дана с очевидностью предсказуемого изменения взаимосвязи объектов;

**SYS** - система с очевидностью предсказуемой функциональности поведения структуры;

**НС** - надсистема с очевидностью различения возможной функциональности систем.

Одна из базовых задач научного исследования заключается в выборе или определении той функции (цели) системы, исходя из которой, будет выбрана надсистема, максимально удовлетворяющая необходимости в адекватном предвидении, т.е. максимально расширяющая возможности выбора объектов дальнейшего исследования.

В работе при построении модели региональной природно-промышленной системы главенствующим элементом выделен горный массив (Рис.2). Динамика процессов в горном массиве определяет устойчивое функционирование всей региональной ППС. Наглядным примером этому является ситуация в Японии связанная с землетрясением 2011 года [17].



Рис. 2

Разработана объемная математическая модель горного массива, позволяющая прогнозировать его динамику и определять его устойчивость [10-13].

Анализируется математическая модель, описывающая поведение горного массива при воздействии на него массовых сил, а также условия параметров задачи при которых возможны геотектонические нарушения.

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2} = c_0 \Delta h + c_1 h^\beta - c_2 h^{\beta-1}. \quad (1)$$

$$c_0 = \frac{t_0^2 \mu}{l^2 \rho}, c_1 = \frac{t_0^2 f_0}{h_0^2 (1-\alpha)} \left( \frac{h_0 g_0}{f_0} \right)^{1-\alpha}, c_2 = \frac{t_0^2 \alpha a_s g_0}{h_0^2 (1-\alpha)} \left( \frac{h_0 g_0}{f_0} \right)^{1-\alpha}, \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}. \quad (2)$$

$t_0$  – характерное время релаксации горного массива (с),  $l$  – характерный размер горного массива (м).  $h_0$  – характерная амплитуда инверсионного подъема (м),  $f_0$  – характерное значение среднего суммарного потенциала определяющего динамику горного массива ( $m^2/c^2$ ).

Из нормированного уравнения (1)  $\bar{V}_e = \left( \frac{h_0 g_0}{V_{0e}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \bar{h}^{\frac{1}{1-\alpha}}$ . следует, что параметр  $\alpha$  должен

быть меньше 1, т.е.  $0 < \alpha < 1$ . В случае  $\alpha \geq 1$  с увеличением  $V_e$  вертикальное смещение не возрастало бы (отсутствовало бы возрастание вертикального смещения), что противоречит эмпирическим данным по измерению вариации силы тяжести [11].

Закон сохранения полной энергии рассматриваемой системы:  $E(h(t)) = E(h(0))$ ,

Из теории бинарных систем, хорошо известно, что знак начальной энергии системы существенно влияет на ее поведение, например, если начальная энергия отрицательна, то это приводит к фазовому переходу. Применительно к рассматриваемой ситуации, это означает следующее: если  $E(h(0)) < 0$ , то в системе, при определенных значениях параметров, возможен быстрый рост градиента амплитуды инверсионного подъема.

Случаи  $0 < \beta \leq 1$  и  $\beta > 1$  существенно отличаются. Для  $0 < \beta \leq 1$  ограниченность градиента смещения на любом фиксированном временном интервале, а для  $\beta > 1$  была установлена ограниченность этого градиента только до некоторого момента времени

$T^* = \frac{1}{d_2(\beta-1)E_{elast}^{\beta-1}(h(0))}$ . Оценка  $E_{elast}(h(t)) \leq \frac{E_{elast}(h(0))}{(1-d_2(\beta-1)E_{elast}^{\beta-1}(h(0))t)^{\frac{1}{\beta-1}}}$ , справедлива вплоть до некоторого момента времени  $T^* = \frac{1}{d_2(\beta-1)E_{elast}^{\beta-1}(h(0))}$ , а при  $t \rightarrow T^*$  она разрушается.

Рассмотренную математическую модель горного массива можно считать универсальной. При задании соответствующих геометрических параметров и краевых условий, эту данную модель можно использовать при исследованиях динамики горных массивов в любой области земного шара.

### Техническое обеспечение работы

#### А. Подсистема компьютерного моделирования состояния горного массива [11]

**Актуальность компьютерного моделирования.** Устойчивое развитие сложных техногенных систем предполагает принятие обоснованных, адекватных решений на основе комплексного компьютерного моделирования.

Сосредоточение в единой базе данных картографической информации, привязанной к ней моделей подработки земной поверхности и характеристик горного массива, позволит

предупреждать чрезвычайные ситуации при ведении горных работ, а также ситуации, связанные с проседанием горных пород под строительными объектами и коммуникациями.

***Предполагаемые функции системы:***

- Пространственное моделирование слоистой структуры горного массива.
- Моделирование подработки территории подземными горными выработками.
- Моделирование зон геологических нарушений.
- Построение каркасных и твердотельных моделей объектов (горных выработок, вмещающих пород), расчёт параметров этих объектов (объёмов, расстояний, площадей).

***Имеющиеся наработки и апробация.*** Для моделирования слоистой структуры горного массива, а также для пространственного моделирования подработки поверхности горными выработками возможно использование программного обеспечения «Геософт». Комплекс программных средств апробирован при создании компьютерных моделей подработки земной поверхности многочисленными горными выработками. Обеспечивает пространственное моделирование поверхности, вмещающих пород, горных выработок, отработанного пространства, провалов земной поверхности.

Программное обеспечение позволяет построить сложную систему горных выработок различной конфигурации при различных вариантах исходной информации (таблицы маркшейдерских и геодезических наблюдений либо графические изображения разрезов и проекций).

Программное обеспечение позволяет строить разрезы поверхностей и тел любыми плоскостями, что создаёт инструментарий для изучения закономерностей устойчивости горного массива.

***Отличительные особенности программного обеспечения:***

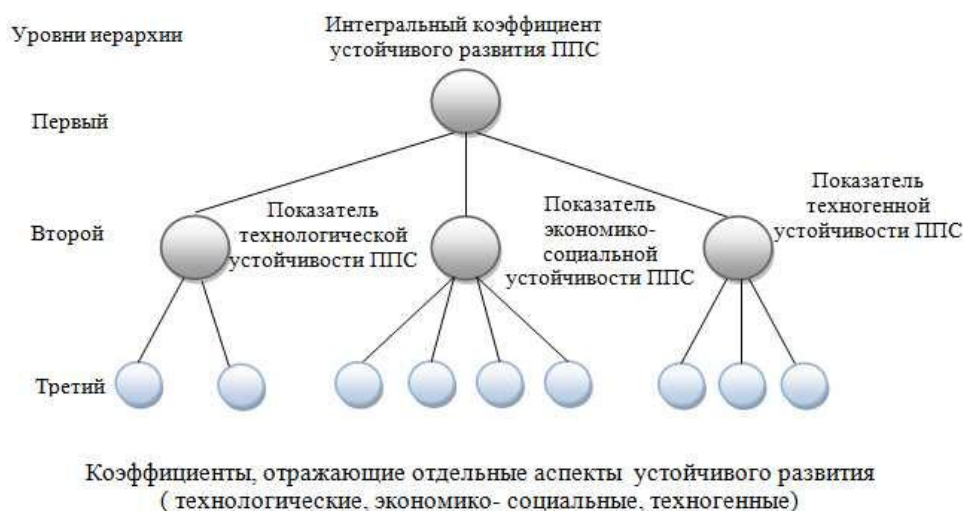
- реализация на собственных программных модулях (в отличие от систем, ориентированных на AutoCAD и MapInfo);
- приспособленность к существующей исходной документации;
- возможность адаптации программного обеспечения под конкретные условия и специфические задачи;
- оперативное сопровождение программного обеспечения;
- развитый экспорт/импорт графической и цифровой информации (ГИС, GemCom, MicroMine, AutoCad, MSEXcel).

**В. Непрерывный мониторинг смещений и деформаций земной поверхности с применением комплексов спутниковой геодезии GPS [7]** Под непрерывным мониторингом

смещений и деформаций земной поверхности понимается длительное инструментальное наблюдение за изменением пространственных координат реперов наблюдательной станции и пространственно-геометрическими связями между ними во времени с интервалом между дискретными определениями от одной секунды до нескольких десятков минут. Данный вид мониторинга используется как для изучения геомеханических процессов, происходящих в верхней части земной коры, вызванных природными или техногенными факторами, так и для наблюдений за деформациями крупных инженерно-технических сооружений, попадающих в область влияния как техногенных, так и природных геомеханических процессов. В отличие от существующих на сегодняшний день видов мониторинга, когда производятся моментные измерения величин смещений и деформаций с периодичностью от одного до нескольких раз в год, непрерывный мониторинг позволяет детально изучить кратковременные процессы, протекающие в верхней части земной коры. Период таких процессов составляет от нескольких сотых герц до одного герца, что не позволяет производить их изучение традиционными методами.

Для непрерывного мониторинга смещений и деформаций земной поверхности наиболее целесообразно использование комплексов спутниковой геодезии GPS, так как они имеют ряд преимуществ перед традиционными геодезическими методами. Во-первых, геодезические наблюдения с применением GPS оборудования можно проводить в любое время суток, при любой погоде и при отсутствии прямой видимости между реперами. Во-вторых, мониторинг смещений и деформаций возможно производить практически без непосредственного присутствия оператора, управляя приборами либо по кабельной связи, либо по радиоканалу, либо заранее задавая необходимые параметры для работы оборудования в автоматическом режиме. В третьих, в результате мониторинга в заранее заданный момент времени одновременно определяются все три координаты точки стояния прибора; в случае, когда мониторинг ведется тремя или более GPS приемниками, образуются жесткие пространственные геометрические связи с другими реперами мониторинговой GPS сети, на которых в данный момент времени производятся измерения. Наиболее точным и надежным методом определения пространственных координат репера является быстро-статический. Технология проведения данного вида съемки требует накопления данных в течение минимум 10 минут. Точность определения координат, обеспечиваемая этим методом, достигает 2 мм. Большой объем данных, накапливаемых во время наблюдений, гарантирует получение во время камеральной обработки с минимальными трудозатратами качественных и надежных результатов.

**Стратегия устойчивого функционирования и развития природно-промышленной системы** Обоснование стратегии устойчивого развития природно-промышленной системы (ППС), осуществляется на основе критерия эффективности, учитывающего важнейшие факторы технологического, социально-экономического и техногенного развития региона [16]. На Рис.3 показан граф иерархии показателей, определяющих уровень устойчивого развития ППС. Показатель техногенной устойчивости ППС является одним из трех показателей определяющих интегральный коэффициент устойчивого функционирования и развития ППС. В связи с тем, что устойчивость горного массива является основополагающей в модели региональной ППС, то и показатель техногенной устойчивости является определяющим для показателей технологической устойчивости и экономико-социальной устойчивости. Его определяющая роль выражается в методических указаниях о принятии оптимальных управленческих решений на различных уровнях иерархии на основании показателя техногенной устойчивости ППС.



**Рис. 3. Граф иерархии показателей, определяющих уровень устойчивого развития ППС**

#### ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Механизмы устойчивости геосистем. - М.: Наука, 1992. - 208 с.
2. **Квейд.Э.** . Анализ сложных систем. // под ред. И.И. Андреева,
3. **Крамер А.** Модель взаимодействия теоретических объектов и концептуальных правил в системном исследовании. - Режим доступа: <http://www.metodolog.ru/00541/00541.html>.
4. **Приходько С.Ю., Поляков П.И.** К теории устойчивости региональных природно-промышленных систем //Проблеми екології.-Донецьк: ДонНТУ, 2009, №1-2, С.70-74.
6. **Приходько С.Ю., Скаженик В.Б., Полякова Л.П.** Перспективы применения ГИС-технологий в региональном управлении Донбасса. / Збірник наукових праць



Донецького державного університету управління.-Донецьк-2010, т.ХІ? серія “Технічні науки”, в.158 – с.178-187.

7. Приходько С.Ю., Поляков П.И., Грищенко Н.Н. Системный метод оценки устойчивого функционирования природно - промышленных систем / Вісті Донецького гірничого інституту 1 [32]- с.238-241. - 2013.

8. Землетрясение в Японии 2011 год - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>

**FUEL AND ENERGY COMPLEX ENTERPRISES OPERATING CONDITIONS OF THE REGION'S NATURAL AND INDUSTRIAL SYSTEMS FOR THE SUSTAINABLE OPERATION OF THE MAIN ISSUES(DONBAS AND TKIBULI-SHAORI EXAMPLE)**

**S. Prikhodko, M. Kakhiani**

**Summary**

It is very important Industrial region’s dynamic, natural-industrial system optimization and management for system instability. Existence of Fuel- Energy complex(FEC), regards to difference sectors of industry connected with activities of mentioned problems is especially important. Risk diversity proceeding from FEC’s industrials cause complex approach’s necessity for minimize accident and disaster Possibilities FEC’s industrials safely operation only be effective if they meet the highest international standards requirements.

**სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის საწარმოების ფუნქციონირების პირობებში მოცემული რეგიონის ბუნებრივ-სამრეწველო სისტემების გლობალი ფუნქციონირების პირითადი საკითხები (დონბასის და ტყიბული-შაორის მაგაროს მაგალითზე)**

**ს. პრიხოდეკო, მ. კახიანი**

**რეზიუმე**

სამრეწველო რეგიონის დინამიური ბუნებრივ-სამრეწველო სისტემის ოპტიმიზაცია და მართვა ძალიან მნიშვნელოვანია სისტემის არასტაბილურობისათვის. სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის (სეკ) არსებობისას მრეწველობის სხვადასხვა დარგებთან მიმართებაში აღნიშნულ პრობლემებთან დაკავშირებით სამუშაოებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭებათ. სეკ-ს საწარმოებისაგან მომდინარე რისკების მრავალფეროვნება იწვევს კომპლექსურ მიდგომათა აუცილობლობას ავარიათა და კატასტროფების შესაძლებლობათა მინიმალიზაციისათვის. სეკ-ს საწარმოების უსაფრთხო ფუნქციონირება მხოლოდ იმ შემთხვევაში იქნება ეფექტური, თუ ისინი დააკმაყოფილებენ საერთაშორისო სტანდარტების უმაღლეს მოთხოვნებს.

უპკ 621.935

**მერქანბურბუშელოვანი ფილემის ლენტური ხერხვით  
ხერხვის დინამიკის კვლევის შედეგები**

ზ. ჩიტბე, ი. გელაშვილი, ვ. აბაიშვილი, მ. ჟღენტი

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

**რეზიუმე:** მათემატიკური პლანირების გამოყენებით ჩატარდა ექსპერიმენტები და მიღებულია რეგრესიის განტოლება ორი ცვლადი პარამეტრით, რის საფუძველზე აიგო გრაფიკული დამოკიდებულებები ჭრის სიჩქარისა, განახერხის სიმაღლის, ლენტური ხერხის რტყელას რხევებზე დამოკიდებულებით. ნაჩვენებია, რომ მერქანბურბუშელოვანი ფილემის ხერხვისას დამუშავებული ზედაპირის ხარისხის მისაღწევად ლენტური ხერხი უნდა ვამუშაოთ მაღალ სიჩქარეებზე და გაზრდილ ჭრის სიმაღლეებზე.

**საკვანძო სიტყვები:** ლენტური ხერხები, ხერხის რტყელას რხევა, ჭრის სიჩქარე, ჭრის სიმაღლე, ზედაპირის სისუფთავე.

**შეჯამება**

წინა გამოკვლევებში განხილული იყო ლენტური ხერხებით ხერხვის პროცესი. დასაბუთებული იყო მთელი რიგი უპირატესობები ჩარჩო და დისკური ხერხებით ხერხვის პროცესთან შედარებით. წინასწარ ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე გამოვლინდა ის ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ლენტური ხერხის რტყელას რხევებზე და დამუშავებული ზედაპირის სისუფთავეზე, მათ შორის არის ჭრის სიჩქარე, მიწოდების სიჩქარე და განახერხის სიმაღლე.

**პირითადი ნაწილი**

მათემატიკური პლანირების საფუძველზე გამოყვანილი იქნა რეგრესიის განტოლება და ამ განტოლების კოეფიციენტების დასადგენად ვადგენთ ცხრილის N5.

**ცხრილი 5**

ექსპერიმენტის N	Y	X <sub>0</sub> Y <sub>s</sub> b <sub>0</sub>	X <sub>1</sub> Y b <sub>1</sub>	X <sub>2</sub> Y b <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> b <sub>12</sub>
1	0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2
2	0,27	+0,27	-0,27	+0,27	-0,27
3	0,35	+0,35	+0,35	-0,35	-0,35
4	0,45	+0,45	-0,45	-0,45	+0,45
Σ	-	1,27	-0,17	-0,33	0,03

რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტები იქნება:

$$b_0 = 1,27 / 4 = 0,318 \quad (1)$$

$$b_1 = -0,17 / 4 = - 0,043 \quad (2)$$

$$b_2 = -0,33 / 4 = -0,083 \quad (3)$$

$$b_{12} = 0,03 / 4 = 0,008 \quad (4)$$

რეგრესიის განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2 = 0,318 - 0,043 X_1 - 0,083 X_2 + 0,008 X_1 X_2 \quad (5)$$

მიღებულ რეგრესიის განტოლების პირობით მნიშვნელობებს ვაძლევთ ფაქტიურ სახეს.

$$Z_i = (X_i - X_i^{(0)}) / \Delta X_i \quad (6)$$

სადაც  $X_i$  - დამოუკიდებელი პირობითი ცვლადი

$Z_i$  - ფაქტიური ცვლადის მნიშვნელობა

$X_i^{(0)}$  - ექსპერიმენტის ნულოვანი დონე

$\Delta X_i$  - ვარირების ინტერვალი

$$X_1 = (V - 32,5) / 7,5 \quad (7)$$

$$X_2 = (h - 20) / 24 \quad (8)$$

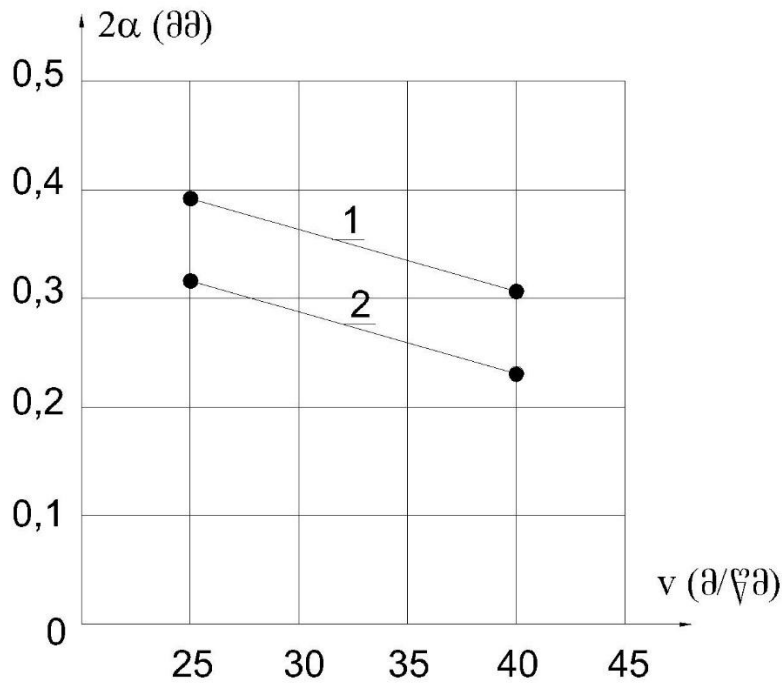
საბოლოოდ რეგრესიის განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს

$$Y = 0,318 - 0,043 ((V - 32,5) / 7,5) - 0,083 ((h - 20) / 24) + 0,008 ((V - 32,5) / 7,5) \times ((h - 20) / 24) \quad (9)$$

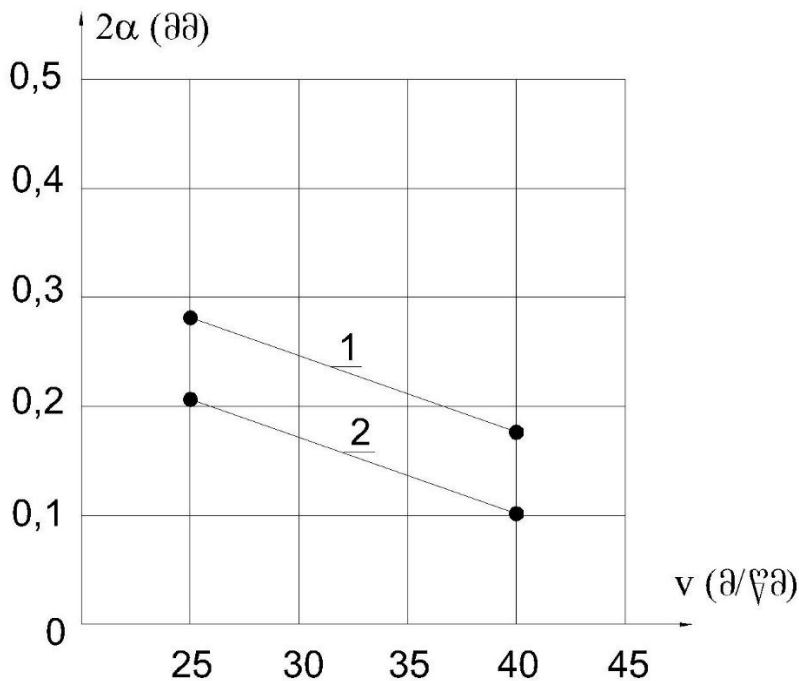
თუ მიღებული რეგრესიის განტოლებას გავამარტივებთ და ფიშერის კრიტერიუმის გათვალისწინებით ამოვადებთ უმნიშვნელო კოეფიციენტებს, განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$Y = 0,614 - 0,006 V - 0,004 h \quad (10)$$

მიღებული განტოლების მიხედვით აიგება სათანადო გრაფიკები.



ნახ.1. ხერხის რტყელას რხევის  $2\alpha$  დამოკიდებულება ჭრის სიჩქარეზე  $V$  მ/წმ, ლენტური ხერხის კბილები არმირებულია P6M5 მარკის სწრაფმჭრელი ფოლადის ფირფიტებით, დასამუშავებელი მასალა-მერქანზურბუმელოვანი ფილა, მიწოდების სიჩქარე  $U=10$ მ/წთ. ჭრის სიმაღლე, გრაფიკზე 1) - $h = 16$ მმ; 2) -  $h = 32$ მმ.



ნახ. 2. ხერხის რტყელას რხევის  $2\alpha$  დამოკიდებულება ჭრის სიჩქარეზე  $V$  მ/წმ, ლენტური ხერხის კბილები არმირებულია P6M5 მარკის სწრაფმჭრელი ფოლადის ფირფიტებით, დასამუშავებელი მასალა-მერქანზურბუმელოვანი ფილა, მიწოდების სიჩქარე  $U=10$ მ/წთ. ჭრის სიმაღლე, გრაფიკზე 1) - $h = 48$ მმ; 2)-  $h = 64$ მმ.

### დასკვნა

მაშასადამე წინასწარ ჩატარებული ექსპერიმენტებით გამოვლინდა ფაქტორთა ჯგუფი, რომელიც უშუალოდ ახდენს გავლენას დამუშავებული ზედაპირის სისუფთავეზე მათ შორის არის ჭრის სიჩქარე, მიწოდების სიჩქარე და განახერხის სიმაღლე. მატემატიკური პლანირებით გამოვიყვანეთ რეგრესიის განტოლება და გრაფიკული დამოკიდებულება ჭრის სიჩქარისა და ლენტური ხერხის რხევას შორის სხვადასხვა ჭრის სიმაღლეზე. გრაფიკული დამოკიდებულებიდან ჩანს რომ ლენტური ხერხის რტყელას რხევა ახწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას ჭრის სიჩქარის შემცირებისას, ამასთანავე განახერხის სიმაღლის გაზრდა ამცირებს ლენტური ხერხის რტყელას რხევის პროცესს. მაშასადამე მერქანბურბუმელოვანი ფილების ხერხვისას დამუშავებული ზედაპირის ხარისხის მისაღწევად ლენტური ხერხი უნდა ვამუშაოთ მაღალ სიჩქარეებზე და გაზრდილ ჭრის სიმაღლეებზე.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ზ. ჩიტძე, ი. გელაშვილი, მ. გოგოტიშვილი, მ. ჟღენტი - მერქანბურბუმელოვანი ფილების ლენტური ხერხვის დინამიკის კვლევა, „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ თბილისი 2016.
2. Читидзе З. Д. - Эффективные методы обработки древесных материалов Тбилиси: Технический университет, 2006.
3. თ. მჭედლიშვილი, ზ. ბალამწარაშვილი, ზ. ჩიტძე - ჩარხების დინამიკა საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“ თბილისი 2008.
4. ზ. ჩიტძე, ი. გელაშვილი, თ. მჭედლიშვილი - დისკური და ლენტური ხერხის განივი გადახრის გამზომი მოწყობილობა, საქართველოს პატენტი N 1165 30.02. 2004.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ЛЕНТОЧНОГО ПИЛЕНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ**

**З. Читидзе, И. Гелашвили, В. Абаишвили, М. Жгенти**

### **Резюме**

С использованием математического планирования были проведены эксперименты и получено уравнение регрессии с двумя переменными факторами, на основе чего построены графики зависимости колебания полотна ленточной пилы от скорости резания и высоты пропила. Показано, что для достижения высокого качества обработанной поверхности ленточную пилу нужно эксплуатировать на повышенных скоростях резания и больших высотах пропила.

## **RESULTS OF DYNAMICS RESEARCH OF WOOD CHIPBOARD SAWING BY BAND SAW**

**Z. Chitidze, I. Gelashvili, V. Abaishvili, M. Zhgenti**

### **Summary**

Using mathematical planimetry were conducted experiments and is obtained the regression equation with two variable parameters, which was built on the basis of graphic dependences of cutting speed, sewing height, depending on the band saw pusher vibrations. It is shown that at sawing of wood chipboard to achieve the quality of treated surface the band saw will run at high speeds and increased cutting heights.

უპკ 514.513

## ორი წრეწირის პარალელური ქორდა

მ. ბეგიაშვილი, ნ. მუმლაძე, ლ. გოგოლაძე

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

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია პოზიციური ამოცანა, რომელიც შეეხება ორი განსხვავებული დიამეტრის მქონე გადაკვეთილი წრეწირების ქორდების ურთიერთპარალელობას. ამოცანაში ქორდების პარალელობის დასამტკიცებლად გამოყენებულია გეომეტრიაში არსებული თეორემები, რომელიც შეეხება წრეწირში ჩახაზული კუთხის თვისებებს. თეორემებს დართული აქვს შესაბამისი გრაფიკული გამოსახულებები.

**საკვანძო სიტყვები:** ჩახაზული კუთხე, ცენტრალური კუთხე, რკალი, ქორდა, წრეწირის მხები წრფე.

### შესავალი

ორი  $m_1$  და  $m_2$  სხვადასხვა რადიუსიანი წრეწირი კვეთს ერთმანეთს ( $AB$ ) წრფეზე.  $A$  წერტილზე გატარებულია ორივე წრეწირის მკვეთი ( $MN$ ) წრფე.  $[MA]$  და  $[AN]$  ქორდებია.

$A$  წერტილზე გავლებულია  $a$  და  $b$  მხები წრფეები  $m_1$  და  $m_2$  წრეწირების მიმართ. მხები წრფეები  $[MB]$  და  $[BN]$  მონაკვეთებს კვეთს  $Q$ ,  $P$  წერტილებზე ( $QP$ ) წრფე პარალელურია ( $MN$ ) წრფის.

### პირითადი ნაწილი

მოცემული ამოცანაში წრფეების პარალელობა მარტივად შემოწმდება, სახაზავი ხელსაწყოების დახმარებით. დავამტკიცოთ, რომ  $(QP) \parallel (MN)$ .

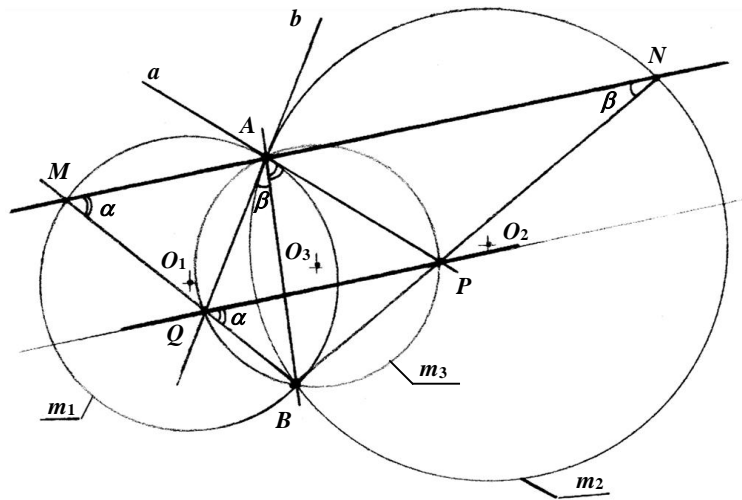


(MN) და (QP) წრეების პარალელობის დასამტკიცებლად გამოსარკვევია წრეწირში ჩახაზული ერთნაირი სიდიდის კუთხეები; კერძოდ, დასადგენია  $\angle PQB$  და  $\angle NMB$  ან  $\angle MNB$  და  $\angle QPB$ -ს ტოლობა.

შესავალში აღწერილი ამოცანის გრაფიკული აგების შედეგად მიიღება წრეწირში ჩახაზული  $APBQ$  ოთხკუთხედი.

განვიხილოთ სურ. 1.

**თეორემა 1.** ოთხკუთხედის შიგა კუთხეების ჯამი უდრის  $360^\circ$  ანუ  $4\alpha$ . მოცემულ  $APBQ$  ოთხკუთხედს  $QP$  დიაგონალი ყოფს ორ სამკუთხედად. თითოეული სამკუთხედის შიდა კუთხეების ჯამი უდრის  $2d$ ;  $2d \cdot 2 = 4d$ .



სურ. 1

**თეორემა 2.** წრეწირში ჩახაზული ოთხკუთხედის მოპირდაპირე კუთხეების ჯამი უდრის  $2d$ -ს

$$\angle QBP + \angle QAP = 180^\circ.$$

$$\angle QAP = \angle QAB + \angle BAP$$

$$\angle QBP + \angle QAB + \angle BAP = 180^\circ.$$

$\angle QBP$  და  $\angle MBN$  ერთი და იგივე კუთხეა.

განვსაზღვროთ  $\triangle MNB$ -ში არსებული  $\angle ANB$ -ს სიდიდე. ეს კუთხე ჩახაზულია  $m_2$  წრეწირში.

**თეორემა 3.** წრეწირში ჩახაზული კუთხე იზომება შესაბამისი ცენტრალური კუთხის ნახევრით, ე.ი.

$$\angle ANB = \frac{\sphericalangle AB}{2}.$$

განვსაზღვროთ  $\triangle MNB$ -ში არსებული  $\angle QAB(\beta)$ -ის სიდიდე. თავის მხრივ ეს კუთხე ეკუთვნის  $m_1$  წრეწირს. მისი  $QA$  გვერდი  $m_2$  წრეწირის მხებია ხოლო,  $AB$  გვერდი სამივე ( $m_1, m_2, m_3$ ) წრეწირის ქორდაა.

თეორემა 4. წრეწირის მხებით და შეხების წერტილიდან გავლებული ქორდით შედგენილი კუთხე იზომება მის გვერდებს შორის მოთავსებული რკალის ნახევრით (სურ. 2),

$$\angle BAC = \frac{\cup AC}{2} \quad \text{ე. ი. სურ. 1-ზე}$$

$$\angle QAB = \frac{\cup AB}{2}.$$

3 და 4 თეორემის შედეგიდან გამოძინარეობს, რომ

$$\angle ANB = \angle QAB.$$

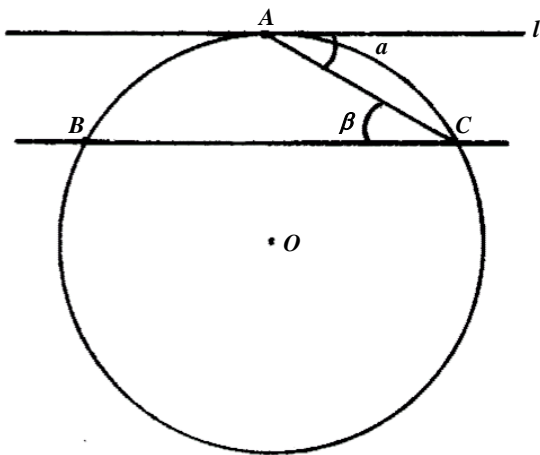
მაშასადამე

$$\angle QBP + \angle QAP = \angle QBP + \angle QAB + \angle BAP = \angle MBN + \angle ANB = 180^\circ.$$

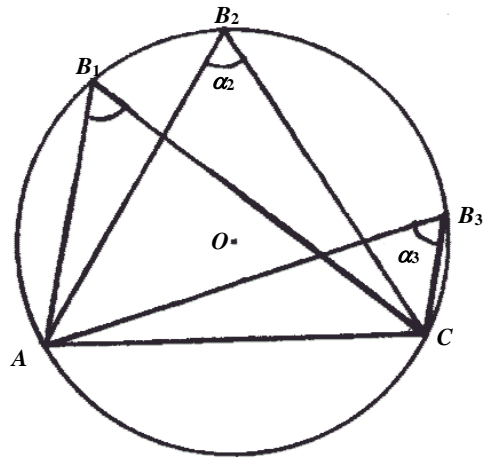
შესაბამისად ერთი და იგივე რკალზე დაყრდნობილი ჩახაზული კუთხეები ტოლია (სურ.

3)  $\angle \alpha = \angle \alpha_2 = \angle \alpha_3$ . სურ. 1-ზე

$$\angle PQB = \frac{\cup BP}{2}, \quad \angle BAP = \frac{\cup BP}{2}.$$



სურ. 2



სურ. 3

ე. ი.  $\angle PQB = \angle BAP$ .

$$\angle AMB = \frac{\cup AB}{2}, \quad \angle BAP = \frac{\cup AB}{2}, \quad \left( \angle BAP = \frac{\cup BP}{2} = \frac{\cup AB}{2} \right).$$

ე. ი.  $\angle AMB = \angle BAP$ .

მაშასადამე სურ. 1-ზე ( $MB$ ) წრფის მიმართ ( $MN$ ) და ( $QP$ ) წრფეებს გააანიათ ერთნაირი დახრის კუთხეები ( $\alpha$ ). რაც ამტკიცებს მათ ურთიერთპარალელობას.

### დასკვნა

სტატიაში განხილულია ამოცანა, სადაც გრაფიკული აგების სიზუსტე გამყარებულია ანალიზით, არსებული თეორემების საფუძველზე და დამტკიცებულია ორი გადაკვეთილი სხვადასხვა რადიუსიანი წრეწირის ქორდების ურთიერთპარალელობა.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ი. გურვიცი, რ. განგნუსი. გეომეტრიის სისტემატური კურსი (ტფილისი 1936 წ.) Высшая геометрия.

## ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ХОРДА ДВУХ ОКРУЖНОСТЕЙ

М. Бегиашвили, Н. Мумладзе, Л. Гоголадзе

### Резюме

В статье рассматривается задача позиционирования, которая касается взаимопараллельности хорд имеющих два различных диаметра скрещивающихся окружностей. В задаче для доказательства параллельности хорд используются существующие в геометрии теоремы, которые касаются свойств вписанных в круг углов. К теоремам приложены соответствующие графические изображения.

## PARALLEL CHORDS OF TWO CIRCUMFERENCES

M. Begiashvili, N. Mumladze, L. Gogoladze

### Summary

In the paper is considered the task of positioning, which is related about mutual parallel of cords of having two different diameter intersected circumferences. In the task to prove the parallelism of cords are used existing in geometry theorems, which is related to properties of inscribed in a circle angles. Theorems are attached to the appropriate graphic images.

უპაკ 514.513

## წრეწირში ჩახაზული კუთხის ბისექტრისა

მ. ბეგიაშვილი, ნ. მუმლაძე

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

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია ამოცანები წერტილის, წრფის და წრეწირის ურთიერთდამოკიდებულების შესახებ. ამოცანებში გამოყენებული გეომეტრიული ფიგურები წარმოადგენენ წრეწირებს. წრეწირის მკვეთრი და მხები წრფეები განსხვავებული მდებარეობებით, ქმნიან გარკვეულ კონფიგურაციას; ამოცანებში მსგავსი თვისებით გამოირჩევა ჩახაზული კუთხის ბისექტრისაზე მდებარე წერტილი.

**საკვანძო სიტყვები:** წრეწირი, მკვეთი და მხები წრფე, კუთხე, ქორდა, ბისექტრისა.

## შეჯამება

პირველ და მეორე ამოცანაში ორი პარალელური წრფიდან ერთი კვეთს წრეწირს, მეორე – იგივე წრეწირის მხებია;

მესამე ამოცანაში – ერთი წრფე გადის ორი სხვადასხვა დიამეტრის მქონე წრეწირის შეხების წერტილზე (მხები წრფეა ორივე წრეწირის), ხოლო მეორე წრფე კვეთს ორივე წრეწირს.

სამივე ამოცანაში გამოსარკვევია წრეწირის კუთვნილი ნებისმიერი წერტილის დაშორება ქორდებისადმი.

## პირითადი ნაწილი

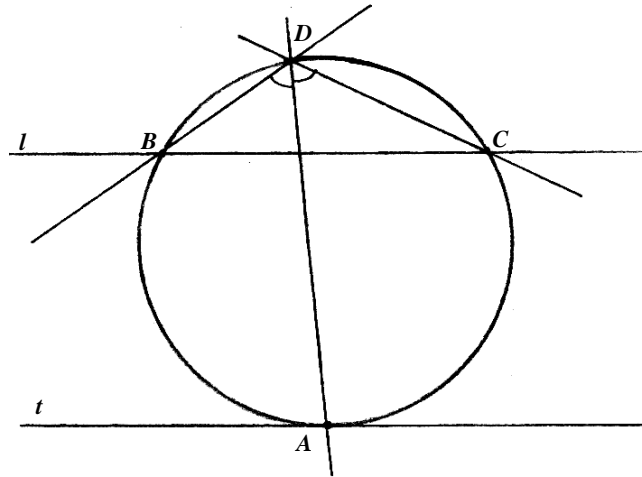
პირველი ამოცანა: მოცემულია წრეწირი და  $t \parallel l$  ორი პარალელური წრფე.  $t$  წრფე წრეწირს ეხება  $A$  წერტილზე,  $l$  წრფე წრეწირს კვეთს  $B$  და  $C$  წერტილებზე. წრეწირის

ნებისმიერი  $A$ ,  $B$  და  $C$  წერტილებისგან განსხვავებული  $D$  წერტილი, მდებარეობს  $BC$  რკალზე (სურ. 1). ვაჩვენოთ, რომ  $A$  წერტილი თანაბრადაა დაშორებული ( $BD$ ) და ( $CD$ ) ქორდებიდან.

ამოხსნა: წრეწირზე აღებული  $D$  წერტილი შევეუერთოთ  $B$  და  $C$  წერტილებს, მივიღებთ  $BD$  და  $CD$  ქორდებით შედგენილ  $BDC$  კუთხეს.

იმისათვის, რომ  $A$  წერტილი იყოს თანაბრად დაშორებული აღნიშნული ქორდებიდან საჭიროა – აუცილებელი და საკმარისი პირობა – ის უნდა მდებარეობდეს  $BDC$  კუთხის ბისექტრისაზე.

მოცემულ ამოცანაში  $l$  წრფე კვეთს წრეწირს, ხოლო  $t$  წრფე ეხება  $A$  წერტილზე (სურ. 1). ამიტომ  $\cup AB = \cup AC$ , ე.ი. ტოლია მათზე დაყრდნობილი ჩახაზული კუთხეებიც  $\angle BDA = \angle CDA$ . აქედან გამომდინარე  $DA$  წრფე არის  $BDC$  კუთხის ბისექტრისა. კუთხის ბისექტრისაზე მდებარე ყოველი წერტილი თანაბარი მანძილითაა დაშორებული  $BDC$  კუთხის შემადგენელი  $BD$  და  $CD$  ქორდებიდან.

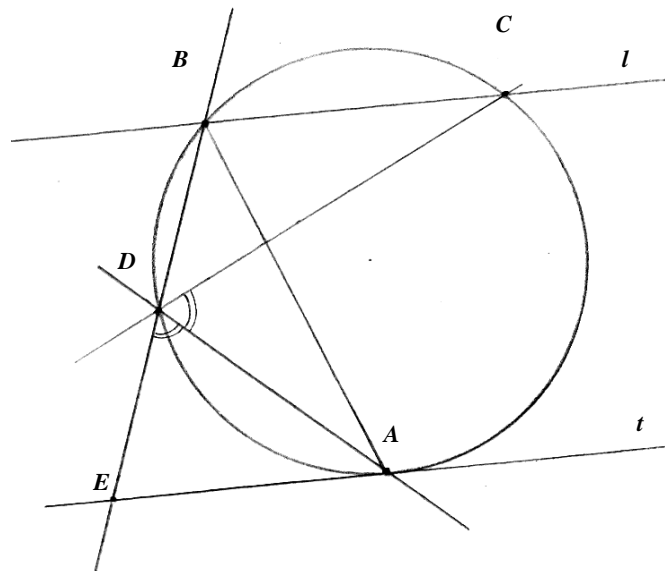


სურ. 1

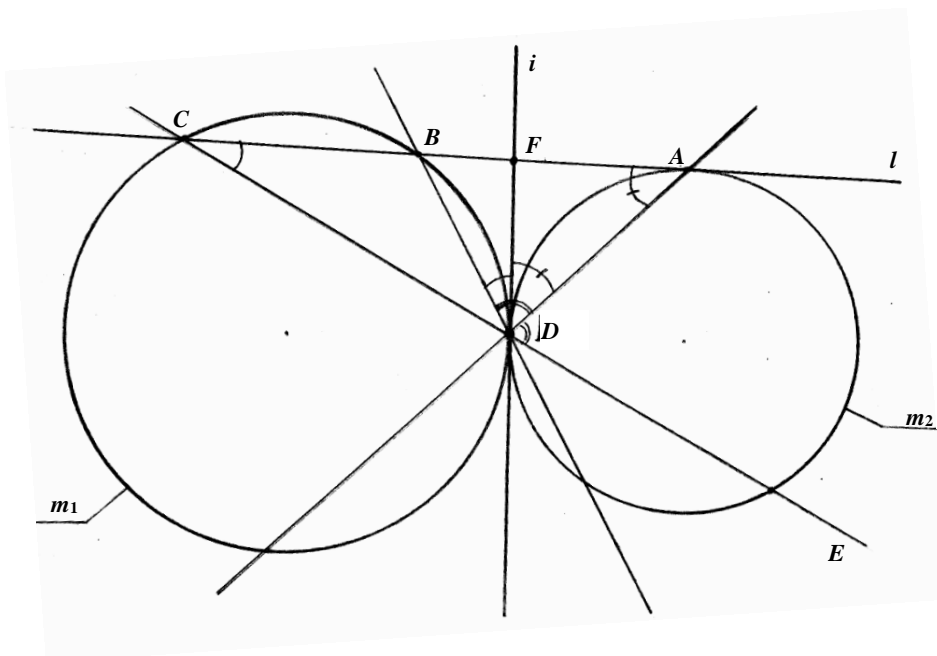
მეორე ამოცანა: ორი პარალელური  $t$  და  $l$  წრფეებიდან  $l$  წრფე კვეთს წრეწირს,  $t$  ეხება  $A$  წერტილზე. წრეწირზე ნებისმიერად აღებული  $D$  წერტილი მდებარეობს  $AB$  რკალზე (სურ. 2). მოვნიშნოთ ( $BD$ ) წრფის  $t$  წრფესთან გადაკვეთის  $E$  წერტილი და ვაჩვენოთ, რომ  $DA$  წრფე (ქორდა)  $EDC$  კუთხის ბისექტრისაა.

ამოხსნა.  $EDA$  კუთხე  $DBA$  სამკუთხედის გარე კუთხეა. მისი ზომა ტოლია  $AD$  და  $DB$  რკალების ნახევრის ჯამი  $\angle EDA = \frac{\cup AD + \cup DB}{2} = \frac{\cup AB}{2} \cup AB = \cup AC$ . ე. ი.  $\angle ADC = \angle EDA$

. აქედან გამომდინარე ( $DA$ ) არის  $EDC$  კუთხის ბისექტრისა.



სურ. 2



სურ. 3

მესამე ამოცანა: ორი  $m_1$  და  $m_2$  წრერიწი ერთმანეთს ეხება  $D$  წერტილზე.  $l$  წრფე კვეთს  $m_1$  წრეწირს  $C$  და  $B$  წერტილებზე, ხოლო  $m_2$  წრეწირს ეხება  $A$  წერტილზე.  $i$  წრფე გადის  $D$  წერტილზე და ორივე წრეწირის საერთო მხებია (სურ. 3). ვაჩვენოთ, რომ  $A$  წერტილი თანაბრად დაშორებული  $BD$  და  $CD$  ქორდებიდან.

ამოხსნა: მოვნიშნოთ,  $CD$  წრფის  $m_2$  წრეწირთან გადაკვეთის  $E$  წერტილი, ასევე  $l$  და  $i$  წრფეების თანაკვეთის  $F$  წერტილი ( $F = i \cap l$ ). ამ შემთხვევაშიც საჭიროა გამოვარკვეოთ  $DA$  წრფე არის თუ არა  $BDE$  კუთხის ბისექტრისა.

$\angle BCE = \angle BDF$ , რადგან თითოეული იზომება  $BD$  რკალის ნახევრით.  $F$  წერტილზე

გამავალი  $i$  და  $l$  წრეები  $m_2$  წრეწირს ეხება შესაბამისად  $D$  და  $A$  წერტილებზე. მიიღება წრეწირის მხები მონაკვეთები, რადგან წრეწირის გარეთ მდებარე ერთი წერტილიდან წრეწირისადმი გავლებული ორი მხები ტოლია გამოდის, რომ  $[FD]=[FA]$ .  $\Delta DFA$  ტოლფერდაა მისი ფუძესთან მდებარე კუთხეები ტოლია  $\angle FDA = \angle FAD$ .

$$\angle BDA = \angle BDF + \angle FDA = \angle BCD + \angle FAD = \angle ADE .$$

$\angle ADE$  არის  $\Delta ADC$ -ს გარე კუთხე, მაშასადამე  $DA$  არის  $\angle BDE$ -ს ბისექტრისა.

### დასკვნა

სამივე ამოცანაში განხილული იყო წრეწირის ნებისმიერი წერტილით, წრეწირის მკვეთი და მხები წრეებით შედგენილი ჩახაზული კუთხე, კუთხის ბისექტრისის და ყველა ამ ელემენტებით განსაზღვრული ურთიერთდამოკიდებულების დროს არსებული თვისებები.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. ი. გურგიცი, რ. განგნუსი - გეომეტრიის სისტემატური კურსი. 1936წ.;
2. ა. კოლმოგოროვი - გეომეტრია (VII კლ.). განათლება. 1974წ.;
3. გ. გოგიშვილი, თ. ვეფხვაძე, ი. მებონია, ლ. ქურჩიშვილი - მათემატიკა (პედაგოგებისათვის). II ნაწ. თბ. გამომც. ინტელექტი, 2009წ.

### ВПИСАННАЯ В ОКРУЖНОСТЬ БИСЕКТРИСА УГЛА

М. Бегиашвили, Н. Мумладзе

#### Резюме

В статье рассматриваются задачи взаимозависимости точки, линии и окружности. Используемые в задачах геометрические фигуры представляют окружности. Пересекающие окружности и касательные прямые создают определенную конфигурацию; где подобными свойствами отличается точка находящаяся на биссектрисе вписанного угла.

### BISECTOR OF ANGLE INSCRIBED IN CIRCUMFERENCE

M. Begiashvili, N. Mumladze

#### Summary

In the paper is considered the task of interdependence of a point, line, and circumference. The used in tasks geometric figures represents the circumferences. Intersecting circumference and tangent lines are, create a certain configuration; where by such properties is outlined point located on the bisector of inscribed angle.

უპკ 656.259.1

**სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის საინფორმაციო  
მოწყობილობაში ხელშეშლების  
შემცირების ხერხი**

ნ. მღებრიშვილი, ლ. კურახჩიშვილი, ნ. კვაჭაძე, გ. მღებრიშვილი  
(სტატია მომზადებულია რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მხარდაჭერით,  
გრანტის ნომერი DI/16/4-140/14)

**რეზიუმე:** ჩატარებულია სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის საინფორმაციო მოწყობილობაში შემავალი სიგნალების მიმღებთან მიერთების სხვადასხვა ვარიანტების მიმოხილვა. დადგენილია საინფორმაციო სიგნალებზე მოქმედი ხელშეშლათა სახეები. შემოთავაზებულია საინფორმაციო მოწყობილობაში შემავალი სიგნალების მიმღებთან მიერთების ხერხი, რომელიც საგრძნობლად ამცირებს ხელშეშლებს.

**საკვანძო სიტყვები:** სიგნალი, ხელშეშლა, სადენი, გადაცემა.

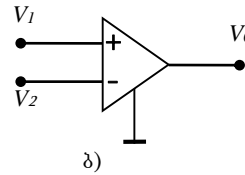
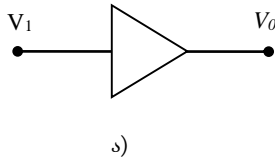
ხელშეშლები ინფორმაციის დამუშავების დროს შეიძლება დაიყოს შემდეგ ჯგუფებად:

- ზემოქმედება კონდუქტიური კავშირის დროს;
- ზემოქმედება მაგნიტური ტალღებით, შემადგენლობის მოძრაობისას;
- ზედდება გამოწვეული ურთიერთინდუქციურობით;
- ზედდება გამოწვეული ტევადური კავშირით;
- მაღალსიხშირული ელექტრომაგნიტური ზედდება.

სიგნალის წყაროდ შეიძლება იყოს, როგორც ძაბვა, ისე დენი. სადენიანი ელექტრული სიგნალები არის ორი ტიპის: დამიწებული და მცოცავი. შესაბამისად სიგნალების მიმღების ორი სახე გამოიყენება ნახ. 1 ა, ბ, სიგნალი პირობითად „მიწასთან“ და პირობითად მეორე შესასვლელთან. პირველ შემთხვევაში ეწოდება ერთმხრივი (არადიფერენციალური), ხოლო მეორე



შემთხვევაში დიფერენციალური მიმღები. სიგნალის დიფერენციალური მიმღები აწარმოებს ორ გამტარს შორის პოტენციალთა სხვაობის განსაზღვრას. უმეტეს შემთხვევაში მაღალი სიზუსტის მისაღებად გამოიყენება დიფერენციალური მიმღებები.



**ნახ. 1.** სიგნალების მიმღები ა) ერთმხრივი შესასვლელით; ბ) დიფერენციალური შესასვლელით დიფერენციალური მიმღებები ძირითადად 2 ტიპის არის ცნობილი: აგებული მიწასთან იზოლირებულ კვების ბაზაზე ან გამომკლები სქემის ბაზაზე.

დიფერენციალური მიმღების ძირითად პარამეტრს წარმოადგენს სინფაზური სიგნალის დასუსტების კოეფიციენტი  $K_s$ . რეალურ დიფერენციალურ მიმღებებში დიფერენციალურ სიგნალთან ერთად ხვდება დასუსტებული სინფაზური სიგნალიც. სინფაზური სიგნალის გადაცემის კოეფიციენტი რამდენჯერმე მცირეა ვიდრე დიფერენციალურის და ასევე დამოკიდებულია სიხშირეზე.

სიგნალის დიფერენციალურ გამოსასვლელზე სიგნალის ძაბვა გამოისახება (ნახ. 1ბ):

$$V_0 = K_0 (V_1 - V_2) + K_s V_s \quad (1)$$

სადაც,  $V_s = (V_1 + V_2) / 2$  -სინფაზური ძაბვაა,  $K_0$  -გაძლიერების დიფერენციალური კოეფიციენტი.

განვიხილოთ მაგალითი.

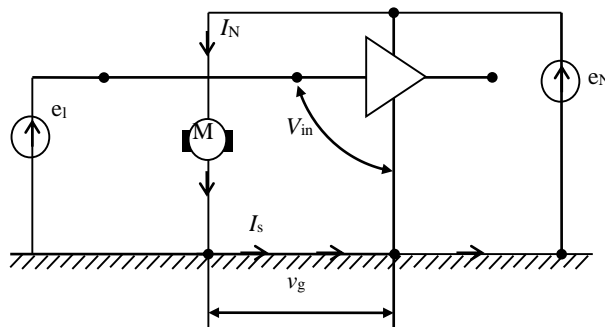
დავუშვათ მოთხოვნილია დიფერენციალური სიგნალის მიღება დასაშვები შესაძლებლობით 12 ბიტი და ფარდობით სიგნალი/ცდომილებასთან ტოლი 4096.

ასევე დავუშვათ რომ ცდომილება განისაზღვრება მხოლოდ სინფაზური ხელშეშლით  $g_s$ , ე.ი. მოცემული ნებადართავი მისაღები ცდომილება  $g_s = 1/4096$ . თუ ამ დროს სინფაზური ხელშეშლა 10 ჯერ მეტია დიფერენციალურ სიგნალზე ანუ  $V_s / (V_1 - V_2) = 10$ , მაშინ ფორმულიდან გამომდინარე ცდომილება იქნება  $g = g_s (V_1 - V_2) / V_s = 1/4096 \cdot 1/2 \cdot 10 = 1/81920$ , რომელიც შეიძლება მიღებული იქნეს 17 თანრიგიანი ანალოგურ ციფრული გარდამსახით.

აქედან გამომდინარე, სინფაზური სიგნალის  $s$  დროს, როდესაც იგი აჭარბებს დიფერენციალურ სიგნალს 10-ჯერ, ნებადართველი შესაძლებლობის მისაღებად 12 ბიტისანი ყოველი სიგნალი უნდა გაძლიერდეს 17 ბიტამდე. ამიტომაც ყველა შემთხვევაში, როდესაც იზომება ორ ძაბვათა შორის სხვაობა უნდა გაძლიერდეს პოტენციალი  $V_1$ ,  $V_2$  ძაბვასთან შეფარდებით და

არა „მიწასთან“ ფარდობით. ამ საფუძველზე აგებულია დიფერენციალური შესასვლელიანი პრეციზიული მიმღებები (გამაძლიერებლები).

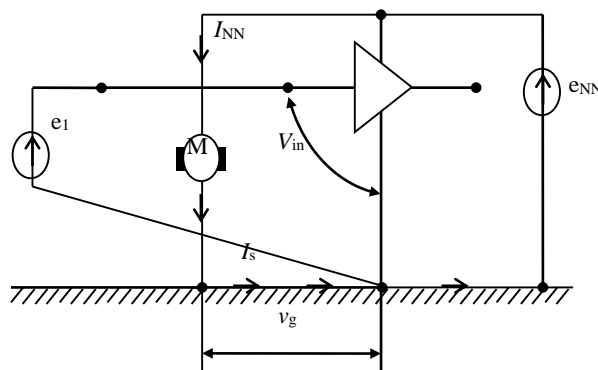
კონდუქტიური კავშირებით გამოწვეული ხელშეშლები სიგნალის გადაცემის დროს ცდომილების წყაროდ შეიძლება იყოს ძაბვის ვარდნა გამტარის უბანზე  $V_g$ , ნახ. 2. ასეთი სახის „პარაზიტულ“ კავშირს უწოდებენ კონდუქტიურს (რეზისტიული). დატვირთვის ამ შემთხვევაში წარმოადგენს სენსორი და მისი ე.წ. დამხმარე სქემა, რომელიც ამიწებს გამტარს. მასში ამავე დენი  $I_N$  ექვივალენტური კვებიდან  $e_N$ . განსაკუთრებით დიდი პრობლემა შეიძლება შექმნას ციფრულ სქემამაც, რომელიც მუშაობს ანალოგური სიგნალის გადაცემის მომენტში. ამის შედეგად შესავალი ძაბვა  $V_{in}$  იქნება სიგნალის წყაროს ძაბვის  $e_1$  და ხელშეშლის ძაბვის  $V_g$  ჯამით.



პირობითი მაჩვენებლები: M -დატვირთვა,  $e_N$ - კვების ექვივალენტი,  $I_N$ - ექვივალენტური კვებიდან დატვირთვაში გამავალი დენი

**ნახ. 2. პარაზიტული დენის  $I_s$ , გავლა საერთო უბანის გამტარით „მიწა“**

აღნიშნული პრობლემის გადაჭრა შეიძლება სიგნალის წყაროს „მიწის“ მიერთებით მიმღებთან განცალკევებული იზოლირებული გამტარით, რომელიც არავითარ შემთხვევაში არ გამოიყენება სხვა მიზნისათვის (ნახ. 3).



**ნახ. 3. სიგნალის წყაროს და სიგნალის მიმღების „მიწა“ ჩართვის სქემა**

საერთოდ, მოცემული პრობლემის წინასწარ თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია გარკვევა განსხვავებებში განსაზღვრებებისა „სასიგნალო მიწა“, „ანალოგური მიწა“, „ციფრული

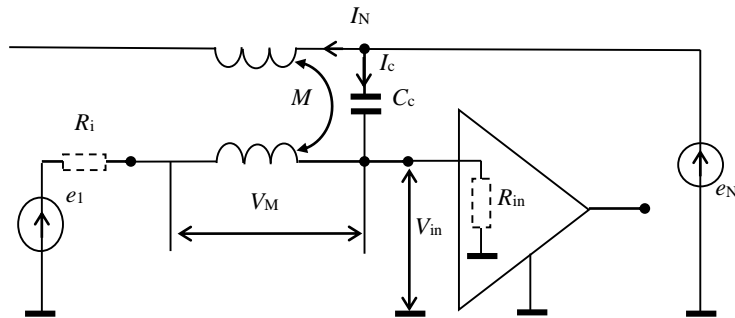
მიწა“. ყველა ეს „მიწები“ შესრულებული უნდა იყოს სხვადასხვა გამტარებით და ისინი ჩართულები უნდა იყოს მხოლოდ ერთ საერთო წერტილში. სასიგნალო წრედები არ შეიძლება გამოყენებული იქნეს მცირე სიმძლავრის აპარატურის კვებისათვისაც კი.

ინდუქციური და ტევადური კავშირებით გამოწვეული ხელშეშლები დაეუშვათ, რომ სიგნალის გამტარის გვერდით იმყოფება სხვა გამტარი, რომელშიც გაედინება დენი ამპლიტუდით  $I_N$  (ნახ. 4). მაშინ სასიგნალო გამტარში, ელექტრომაგნიტური ინდუქციის ეფექტის შედეგად იქნება ხელშეშლის ძაბვა  $V_M$ . სასიგნალო გამტარზე მომქმედი ძაბვა, ხელშეშლის ძაბვის სინუსოიდალური ფორმის შემთხვევაში, იქნება

$$V_m = \frac{\omega \cdot M \cdot (R_i + R_{in})}{\sqrt{(R_i + R_{in})^2 + \omega^2 L^2}} \cdot I_N \quad (2)$$

სადაც,  $M$  - გამტარებს შორის ურთიერთ ინდუქციურობა;  $L$  - სასიგნალო გამტარის ინდუქციურობა;  $\omega = 2\pi f$ ;  $f$  - ხელშეშლის დენის სიხშირე;  $R_i$  - სიგნალის წყაროს გამოსასვლელი წინალობა;  $R_{in}$  - მიმღების გამოსასვლელი წინალობა.

ურთიერთინდუქციის სიდიდე პროპორციულია ხვიის ფართობის, რომელიც გადიკვეთება  $I_N$  დენის მიერ შექმნილი მაგნიტური ველით. მოცემულ შემთხვევაში „ხვია“ წარმოადგენს კონტურს, რომელშიც გადის ხელშეშლის ემმ-სგან გამოწვეული დენი.



ნახ. 4.  $e_N$ - წყაროდან ინდუქციური და ტევადური ხელშეშლების გავლის გზები

ნახ. 4-ზე ეს კონტური წარმოქმნილია სასიგნალო სადენით, მიმღების შესავალი წინალობით, გამტარით „მიწა“ და სიგნალის წყაროს გამოსასვლელი წინალობით.

(2) ფორმულიდან ჩანს, რომ ინდუქციური აღზნება იზრდება სიშირის გაზრდით და გამოირიცხება მუდმივი დენის დროს. ნახ. 4 ხელშეშლის ძაბვა მიმდევრობით არის ჩართული სიგნალის წყაროსთან, ე.ი. შეაქვს ადიტიური ცდომილება.  $R_{in}$  -ის უსასრულოდ დიდი წინალობისას ძაბვა მიმღების შესასვლელზე აქვს სახე:

$$V_{in} = e_1 + w \times M \times I_N, \quad (3)$$

და არ არის დამოკიდებული სიგნალის წყაროს წინალობაზე.

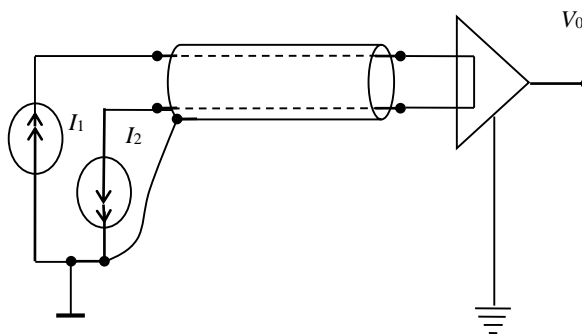
ტევადური აღზნება პარაზიტული ტევადობით გამტარებს შორის  $C_c$ , პირიქით, მთლიანად განისაზღვრება სიგნალის წყაროს შინაგანი წინაღობის სიდიდით  $R_i$ , რამდენადაც ის შედის ხელშეშლის ძაბვის გამყოფში, რომელიც შედგება  $R_i$  წინაღობისაგან პარალელურად ჩართულ  $R_{in}$  წინაღობასთან და ტევადობასთან  $C_c$ :

$$V_{in} = e_1 + \frac{\omega \cdot (R_i \parallel R_{in}) \cdot C_c}{\sqrt{1 + (\omega \cdot (R_i \parallel R_{in}) \cdot C_c)^2}} \cdot e_N \quad (4)$$

აქედან ჩანს რომ, როდესაც  $R_i = 0$  ტევადური ხელშეშლა არ არსებობს.

**სიგნალის დიფერენციალურ გადაცემის ხაზებში პარაზიტული კავშირებით გამოწვეული ხელშეშლები** ინდუქციური და ტევადური პარაზიტული კავშირების აღმოფხვრის კარდინალურ საშუალებას წარმოადგენს სიგნალების გამოყენება დიფერენციალური დენის გამოსასვლელით და მიმღებების დაბალომიანი (დენური) დიფერენციალური შესასვლელით ნახ. 5. მათში ინდუქციური დენის ზედდება მცირეა, რამდენადაც ინფორმაცია გადაეცემა დენის ფორმით, ხოლო ტევადური ზედდება მცირეა, რამდენადაც გადამცემი ხაზის კარგი სიმეტრიის დროს ის არის სინფაზური და მისი ჩახშობა (განეიტრლება) წარმოებს დიფერენციალური მიმღებების შესასვლელში.

ხაზის დამატებით დაცვას წარმოადგენს მისი ეკრანირება. წყაროს დენები ურთიერთმიმართ მკაცრად თანაბარია და ურთიერთსაწინააღმდეგოდ არის მიმართული.



ნახ. 5. სიგნალის დიფერენციალური მიმღებების ჩართვის სქემა

გადაცემის მაღალი ხარისხის მისაღებად სასიგნალო სადენები უნდა იყოს ეკრანირებული და შერულებული ხვეული წყვილის სახით. სადენების სიგრძეებს და სიხშირეთა მახასიათებლების იმპედანსებს შორის სხვაობა შეიძლება იყოს მიზეზი სინფაზური ხელშეშლის მოვლენისა მაღალ სიხშირეებზე. პარალელურად ჩასმული, ორად ხვეული წყვილი საგრძნობლად ამცირებს სადენების გასწვრივ იმპედანსს და ზრდის სიგნალის სიზუსტეს. ნახ. 5-ზე ნაჩენები დიფერენციალური მიმღებების ჩართვის სქემა არის სიგნალის ხარისხიანი გადაცემის პრობლემის საუკეთესო გადაწყვეტა. ამრიგად, ხელშეშლების შემცირების მიზნით, სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის საინფორმაციო მოწყობილობებში შემაჯავლი სიგნალები უნდა ჩაირთოს მიმღებების შესასვლელში დიფერენციალური სქემით და ცალმხრივი დამიწებით.

**გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. **В. Денисенко, А. Халявко** - Защита от помех датчиков и соединительных проводов систем автоматизации - "Современные технологии автоматизации», № 1, с. 68-75, 2001;
2. **ნ. მღებრიშვილი, მ. მოისწრაფიშვილი გ. მღებრიშვილი** - მიკროპროცესორის გამოყენების თავისებურებები სარკინიგზო სიგნალიზაციის, ცენტრალიზაციის და ბლოკირების სისტემებში - ჟურნალი "ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა" №3(34), გვ. 151-159, თბილისი, 2015;
3. **ნ. მღებრიშვილი, ი. გარიშვილი, ა. ლუნდუა, ნ. კვაჭაძე, ნ. კაკალაშვილი** - გოგორწყვილის ცვეთისა და დაზიანების კონსტრუქციული ანალიზი და მათი გამოვლენის მეთოდის დამუშავება - ჟურნალი "ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა" №2(36), გვ. 30-38, თბილისი, 2016.

**СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ ВОЗМУЩАЮЩИХ ФАКТОРОВ В  
ИНФОРМАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО  
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

**Н. Мгебришвили, Л. курахчишвили, Н. Квачадзе, Г. Мгебришвили**

**Резюме**

Проведен обзор разных вариантов подключения входных сигналов в приемниках информационных устройствах железнодорожного подвижного состава. Установлены виды возмущающих факторов, действующие на информационных сигналов. Предложен способ включения входных сигналов на приемниках информационных устройств, который существенно уменьшает возмущении.

**A METHOD OF REDUCING THE DISTURBING FACTORS IN THE  
INFORMATION DEVICES OF RAILWAY ROLLING STOCK**

**N. Mgebrishvili, L. Kurakhchishvili, N. Kvachadze, G. Mgebrishvili**

**Summary**

A review of different options for connecting the input signals to the receivers of information devices of railway rolling stock. Establish the types of disturbing factors acting on the information signals. A method for switching input signals overhead at the receivers of information devices, which significantly reduces the perturbation.

უპაკ 514.513

**ოქროს კვეთა. ფოკუსის ძირითადი ვერტიკლების  
განსაზღვრა**

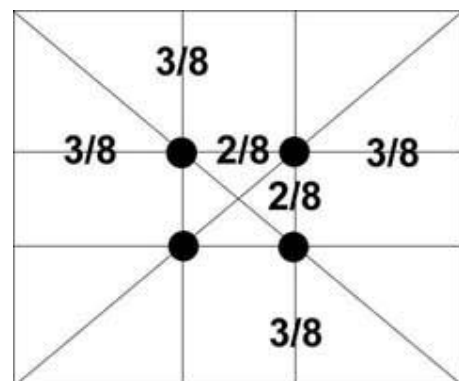
ი. უგრეხელიძე, ნ. ჯავახიშვილი

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

**რეზიუმე:** დღეისათვის გეომეტრია საერთო განათლების და კულტურის ელემენტი გახდა. იგი იწვევს ისტორიულ ინტერესს და აქვს ფართო პრაქტიკული გამოყენება. ამბობენ რომ გეომეტრია ფლობს ორ საგანბურს – პითაგორას თეორემას და ოქროს კვეთას. ოქროს კვეთა ნახაზების შექმნის საფუძველია და ხელს უწყობს გამოსახულების სწორ განლაგებას, რისი წყალობითაც გამოსახულება ხდება უფრო ბუნებრივი და ადვილად აღსაქმელი ადამიანისათვის, კომპოზიციის მთავარი ელემენტები განლაგებული უნდა იყენ ოქროს კვეთის ხაზების გადაკვეთაზე. ოქროს კვეთის სწორი გამოყენება გამოსახულებას მაქსიმალურად ჰარმონიულს ქმნის.

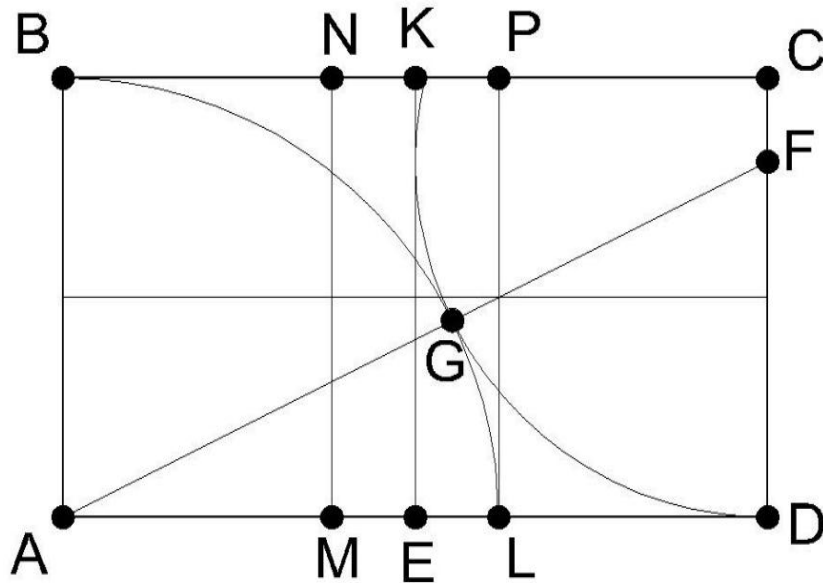
**საკვანძო სიტყვები:** ოქროს კვეთა, მართკუთხედი, ფოკუსი, პროპორცია.

“ოქროს კვეთის” საშუალებით ხდება კადრის ძირითადი კომპონენტების განლაგება განსაკუთრებულ ვერტიკლებში – ყურადღების ცენტრებში, ასეთი ვერტიკლი სულ 4-ია და განლაგებულნი არიან  $3/8$  და  $5/8$  მანძილის დაშორებით სიბრტყის შესაბამისი ნაპირებიდან. ადამიანი ყურადღების აქცენტირებას ყოველთვის ახდენს ამ ვერტიკლებზე. ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ხაზების გადაკვეთის ვერტიკლები წარმოადგენს ოთხ მხედველობით ცენტრს. (ნახ. 1)



ნახ. 1. ყურადღების ცენტრები

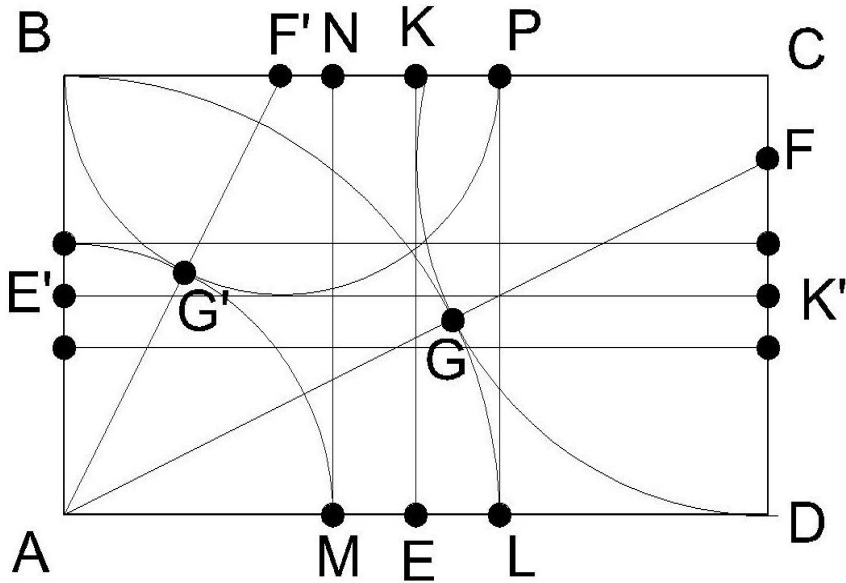
განვიხილოთ ფოკუსის იმ ძირითადი წერტილების განსაზღვრის მეთოდი, რომლებზეც ხდება ყურადღების გამახვილება. ავავთ მართკუთხედი  $ABCD$  ისეთი თანაფარდობით, რომ დიდი გვერდის შეფარდება მცირე გვერდთან იყოს 1.6-ის ტოლი (ნახ. 2). განვსაზღვროთ მართკუთხედის  $BC$  და  $AD$  გვერდების  $K$  და  $E$  შუა წერტილები.  $D$  წერტილიდან გადავზომოთ  $DE$  მონაკვეთის ტოლი მონაკვეთი მართკუთხედის  $DC$  გვერდზე და მივიღებთ  $F$  წერტილს. შევაერთოთ  $A$  წერტილი  $F$  წერტილს და  $F$  წერტილიდან გადავზომოთ  $FD$ -ს ტოლი მონაკვეთი  $AF$ -ზე, მივიღებთ  $G$  წერტილს.



ნახ. 2. ფოკუსის ძირითადი წერტილების აგება

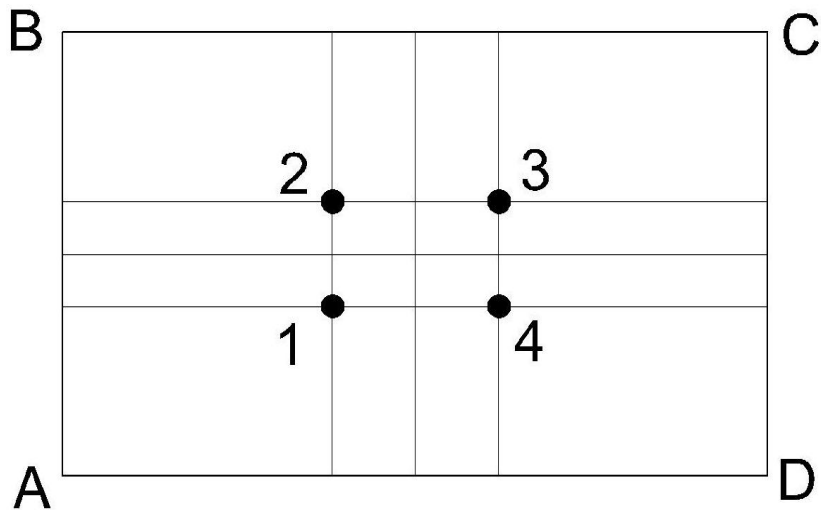
$A$  წერტილიდან გადავიტანოთ  $AG$  -ს ტოლი მონაკვეთი მართკუთხედის  $AD$  გვერდზე, მივიღებთ  $L$  წერტილს.  $E$  წერტილიდან გადავზომოთ  $EL = EM$  მონაკვეთი და ავღმართოთ მართობები  $L$  და  $M$  წერტილებიდან -  $LP$  და  $MN$  არის ოქროს კვეთის წრფეები. (ნახ. 2)

$ABCD$  მართკუთხედიდან  $PL$  წრფით მოკვეთილი  $PCDL$  მართკუთხედი სრულად შეესაბამება  $ABCD$  მართკუთხედს. (ნახ. 2)



ნახ. 3. ფოკუსის ძირითადი წერტილების აგება

სარეკლამო მიმართვაზე ელემენტების განლაგება ოქროს კვეთის წესის თანახმად საშუალებას იძლევა აქცენტი გაკეთდეს პირველხარისხოვან დეტალზე და წინა პლანზე წამოიწიოს იმან, რაც უნდა დომინირებდეს ჩანაფიქრის მიხედვით. თანაც ჰარმონიულად აგებული გამოსახულება მაყურებელში იწვევს დადებით ემოციებს. მსოფლიოს ცნობილი ბრენდები თავიანთ სარეკლამო მიმართვაში ძალიან ხშირად იყენებენ ოქროს კვეთის წესს.



ნახ. 4. ფოკუსის ძირითადი წერტილები



ობიექტის განლაგება ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ხაზების გადაკვეთის არეში გამოსახულებას სიცოცხლესა და დინამიზმს ანიჭებს. თუ ობიექტი ორი ან ორზე მეტია, ეს ართულებს კომპოზიციის სწორად აგების ამოცანას. ნებისმიერ შემთხვევაში უნდა გავითვალისწინოთ, რომ გამოსასახი საგნები უმჯობესია განლაგებული იყოს მკვეთი ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ხაზების გასწვრივ. ჰორიზონტის ხაზი არასოდეს არ უნდა იყოს განლაგებული სამუშაო სიბრტყის ზუსტად შუაში. ასეთი განლაგება გამოსახულებას სტატიურობას ანიჭებს. ჰორიზონტი უნდა განვითარდეს „ოქროს კვეთის“ ზედა ან ქვედა ჰორიზონტალურ ხაზზე. რა თქმა უნდა, ეს არ არის დოგმა, ეს წესი შესაძლებელია გარკვეულ შემთხვევაში დაირღვეს, მაგრამ მისი გათვალისწინება ყოველთვის სასარგებლოა.

რაც შეეხება დიაგონალურად განლაგებულ ობიექტებს, სასურველია ისინი არ იყოს განთავსებული სამუშაო სიბრტყის ქვედა კუთხიდან ზედა მოპირდაპირე კუთხემდე. დიაგონალის ხაზი რბილად უნდა მიემართებოდეს „ოქროს კვეთის“ ქვედა ან ზედა ჰორიზონტალური ხაზისკენ და თუ არ შეიძლება თავი ავარიდოთ მკვეთრ დიაგონალურ ხაზს, მაშინ ამ ხაზის ზედა განაპირა მდებარეობის გასწვრივ უნდა განთავსდეს მსხვილი ობიექტი, მითუმეტეს თუ არ გაგვანჩია მკვეთრი გამოსახულებითი ცენტრი, ეს ობიექტი, გარკვეულწილად, დაბლოკავს და არ გაუშვებს მაყურებლის მზერას გამოსახულების სიბრტყის გარეთ.



სურ. 1 ა

გამოსახულებაზე ობიექტი ხშირად მოქცეულია ოქროს კვეთით განსაზღვრულ არეში, რის შედეგადაც იგი კომპოზიციის ცენტრს წარმოადგენს (სურ 1ა) და პირველ რიგში იპყრობს მაყურებლის ყურადღებას. სურათ 1ა – ზე კი ობიექტი არ არის მოცეული ოქროს კვეთით

განსაზღვრულ არეში რის შედეგადაც იგი აღარ არის კომპოზიციის ცენტრი და ამ კომპოზიციის მხოლოდ ერთ-ერთი შემადგენელი ნაწილი ხდება.



სურ. 1 ბ

ოქროს კვეთა ნახაზების გეომეტრიული პროპორციების აგების საფუძველია. ოქროს კვეთა საშუალებას აძლევს ხელოვანს სწორად განალაგოს გამოსახულება, რითაც ის უფრო ბუნებრივი და მარტივი აღსაქმელი ხდება ადამიანის თვალისათვის. კომპოზიციის ყველაზე მნიშვნელოვანი ელემენტები განლაგებული უნდა იყვნენ ოქროს კვეთის ხაზების გადაკვეთის წერტილებში.

ოქროს კვეთის სწორი გამოყენება გვაძლევს საოცრად ჰარმონიულ სურათებს. ოქროს კვეთის მაგალითად შეიძლება ჩაითვალოს გამოსახულების ძირითადი კომპონენტების განსაკუთრებულ წერტილებში „მხედველობის ცენტრებში“ განლაგება. ხშირად გამოიყენება ოთხი წერტილი, რომლებიც  $3/8$  და  $5/8$  ით არიან დასორებული ფორმატის ნაპირებიდან. ოქროს კვეთის პრინციპის შესრულება არის მაყურებელთან ჰარმონიული დიალოგის დამყარების გარანტი.

დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ ესთეტიკური თვალსაზრისით ოქროს კვეთას გააჩნია გარკვეული უპირატესობები. აღსანიშნავია, რომ უამრავ საგანს (წიგნები, საფოსტო ბარათები, საფულეები, შოკოლადის ფილები) ოქროს მართკუთხედის ფორმა აქვს. თუ ოქროს მართკუთხედს ჩამოვაჭრით კვადრატს ან ოქროს მართკუთხედის დიდ გვერდს მივადგამთ კვადრატს, ისევე ოქროს მართკუთხედს მივიღებთ.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ი. უგრეხელიძე - „პოლიგრაფიაში გამოყენებული მასალების და საბეჭდი მანქანების მექანიზმების შეთანხმებული მუშაობის ოპტიმიზაცია“ სადოქტორო დისერტაცია 2011წ.

2. ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ - Шкруднев Федор Дмитриевич.

[http://samlib.ru/s/shkrudnev\\_f\\_d/osnovy-30.shtml](http://samlib.ru/s/shkrudnev_f_d/osnovy-30.shtml)

## **ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФОКУСНЫХ ТОЧЕК**

**И. Угрехелидзе, Н. Джавахишвили**

### **Резюме**

В наше время геометрия является необходимым элементом общего образования и культуры и представляет большой исторический интерес. Говорят, что геометрия владеет двумя сокровищами – теоремой Пифагора и золотым сечением. Золотой сечение является основой создания чертежей и помогает правильному расположению изображения, благодаря чему произведение становится естественным и легко осязаемым для человека. Главные элементы композиции должны быть расположены на пересечений линий золотого сечения. Правильное использование золотого сечения создаёт максимально гармоничное изображение.

## **GOLDEN SECTION. DETERMINATION OF MAIN POINTS OF FOCUS**

**I. Ugrekheldze, N. Javakhishvili**

### **Summary**

At present, the geometry becomes an element of the overall education and culture. It leads to the historical interest and has wide applications. Is claimed that geometry holds two treasures - Pythagorean theorem and the golden section. Golden section is the basis of drawings and promotes of the correct arrangement of image, so the image becomes more natural and easy to understand for humans, the main elements of the composition will be arranged on the intersection of golden section lines. The correct use of a golden section harmonizes the image.

უპკ 339; 626.9

**საქართველოს სატრანსპორტო დერეფნის  
კონკურენტუნარიანობის ამაღლების კონსპექტივები**

ვ. ზეიკიძე, გ. მაისურაძე, თ. კილაძე, ნ. ნაკაშიძე  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** დღეისათვის საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი სატრანსპორტო დერეფნის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს სატრანზიტო გადაზიდვების დროის შემცირება, სატრანზიტო გადაზიდვების სათანადო სერვისის დონის მიღწევა და გადაზიდვების მიმზიდველ-კონკურენტუნარიანი ტარიფების დაწესება. ამ პრობლემების გადაჭრა ხელსაყრელ პირობებს შექმნის სატრანსპორტო დერეფნის პოტენციური შესაძლებლობების ამოქმედებისათვის. აღნიშნული სატრანსპორტო დერეფნის სრული დატვირთვით ამოქმედება საქართველოში უზრუნველყოფს წარმოების ზრდას, ახალი სამუშაო ადგილების შექმნას და მნიშვნელოვნად გაზრდის ტვირთბრუნვას. სატრანსპორტო დერეფნის კონკურენტუნარიანობის გაზრდისათვის აუცილებელია ლოგისტიკური პროცესების მართვის დასავლური სტანდარტების დანერგვა. აღნიშნულის გათვალისწინებით, საქართველო თავისი ხელსაყრელი გეოგრაფიული ადგილმდებარეობიდან გამომდინარე, უნდა გახდეს კავკასიის და ცენტრალური აზიის ლოგისტიკური ჰაბი.

**საკვანძო სიტყვები:** ტრანსპორტი, კონკურენტუნარიანობა, ტრანზიტი, ფასი.

**შესავალი**

დღეისათვის საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი სატრანსპორტო დერეფნის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს სატრანზიტო გადაზიდვების დროის შემცირება, სატრანზიტო გადაზიდვების სათანადო სერვისის დონის მიღწევა და გადაზიდვების მიმზიდველ-კონკურენტუნარიანი ტარიფების დაწესება. ამ პრობლემების გადაჭრა ხელსაყრელ პირობებს შექმნის სატრანსპორტო დერეფნის პოტენციური შესაძლებლობების ამოქმედებისათვის. აღნიშნული სატრანსპორტო დერეფნის სრული დატვირთვით ამოქმედება საქართველოში უზრუნველყოფს

წარმოების ზრდას, ახალი სამუშაო ადგილების შექმნას და მნიშვნელოვნად გაზრდის ტვირთბრუნვას.

TRACEKA-ს დერეფნის კონკურენტუნარიანობის დაქვეითების ტენდენციები 1997 წლიდან შეიმჩნევა, როდესაც თურქმენეთის რკინიგზამ გადაზიდვების გაანგარიშებისას გამოიყენა (აშშ დოლართან მიმართებაში) შევიცარული ფრანკის კურსის საუკუთარი მიდგომა, რამაც სარკინიგზო ტრანსპორტზე გადაზიდვების ღირებულება საშუალოდ 15%-ით გაზარდა. ამის საპასუხოდ 1998 წელს საქართველოს რკინიგზამ შავი ზღვის ნავსადგურებიდან წამოსულ სატრანზიტო გადაზიდვებზე დააწესა “ამამალღებელი კოეფიციენტი”, რამაც ღირებულება 20%-ით გაზარდა. ამ ქმედებების შემდეგ ტრასეკას სხვა ქვეყნებმაც შესაბამისი კორექტივები შეიტანეს საკუთარ სატარიფო პოლიტიკაში

უკრაინული კომპანია “უკრფერის” ბორნებით 60 ტონიანი ტვირთის ქვეშ მყოფი ერთი ვაგონის გადაზიდვა ილიჩოვსკი – ფოთის მიმართულებით დღეისათვის 3500-3700 აშშ დოლარი ჯდება, როდესაც 1998-1999 წლებში 850 დოლარი ღირდა.

სარკინიგზო გადაზიდვების მთლიანი მოცულობა 2015 წელს, 2014 წელთან შედარებით 15%-ით შემცირდა. აქედან, ადგილობრივი ტვირთები 7%-ით, ტრანზიტული 16,5%-ით, იმპორტზე შემოსული ტვირთები კი 9%-ით. ყველაზე დიდი ვარდნა 32% ექსპორტზე გასულ ტვირთებს შეეხო. ტვირთბრუნვის შემცირების ძირითად მიზეზს წარმოადგენს რუსეთის დერეფნის მიმზიდველობა, რადგან აზერბაიჯანსა და საქართველოს რკინიგზაზე მაღალი ტარიფები აქვთ და მხოლოდ მაშინ აიფებენ, როდესაც ტვირთები კატასტროფულად უმცირდებათ.

### ძირითადი ნაწილი

სატრანსპორტო დერეფნის კონკურენტუნარიანობის შესახებ USIAD-ის მიერ მომზადებული ანგარიშის საფუძველზე ნოვოროსიისკიდან – ტაშკენტამდე 20 TFV კონტეინერის გადაზიდვის ღირებულება 1795 აშშ დოლარია (0,48 აშშ დოლარი კმ-ზე). ფოთიდან ტაშკენტამდე – 2568 აშშ დოლარად (0,66 აშშ დოლარი კმ-ზე). ნოვოროსიისკიდან ბიშკეკამდე 2020 აშშ დოლარი (0,49 აშშ დოლარი კმ-ზე), ფოთიდან ბიშკეკამდე 2790 აშშ დოლარი (0,65 აშშ დოლარი კმ-ზე). აღნიშნული ციფრული მასალა ნათლად წარმოაჩენს საქართველოზე გამავალი დერეფნის დაბალ მიმზიდველობას.

საკონტეინერო გადაზიდვებში, საქართველოზე გამავალი დერეფნის ტარიფები მნიშვნელოვნად აღემატება ნოვოროსიისკის მიმართულების ტარიფებს. პრაქტიკულად, მეზობელ ქვეყნებთან სატარიფო სფეროში არასათანადო კოორდინაციის გამო იკარგება მნიშვნელოვანი სატვირთო გადაზიდვები და შესაბამისად ალტერნატიული მიმართულებით გადაიზიდება

წელიწადში 6-8 მლნ.ტონა ტვირთი.

საქართველოს სატრანსპორტო დერეფნის დაბალი მიმზიდველობა პირდაპირ კავშირშია ტვირთნაკადების მოცულობების შემცირებასთან, რაც ძირითადად განპირობებულია, როგორც სარკინიგზო, ისე საზღვაო ტრანსპორტზე, რიგ ქვეყნებში ტარიფების უთანაბრობით და ზრდით. ამას კი ხშირად ჯაჭვური რეაქციის პრინციპი გააჩნია, ანუ ერთი რომელიმე ქვეყნის სატრანსპორტო უწყების მხრიდან ტარიფების ზრდას მოსდევს ანალოგიური ქმედება დერეფნის სხვა ქვეყნებშიც. ამ ქმედების შედეგია საქართველოს დერეფნიდან ტვირთნაკადების კონკურენტ მარშრუტებზე გადამისამართება.

სახელმწიფო დონეზე სატარიფო სფეროში ერთიანი კოორდინაციული ზომების დამუშავება კვლავ პრობლემურია. ამის ნათელი მაგალითია კასპიის ზღვაზე ყაზახეთისა და აზერბაიჯანის სახელმწიფო დამოკიდებულება სანაოსნო კომპანიების მიმართ. აღნიშნული ქვეყნები მოგების მაქსიმიზაციის თვალსაზრისით ცდილობენ, რომ საკუთარი ტვირთნაკადები გადასაზიდად გადასცენ საკუთარ სანაოსნო კომპანიებს და ქმნიან მართვის მომგებიან სატარიფო პოლიტიკას. ასე მაგალითად, კასპიის ზღვაზე, აზერბაიჯანულმა კომპანია “კასპარმა” სახელმწიფოსაგან ბაქო – აქტაუს მარშრუტზე მიიღო ბუნებრივი უპირატესობა. ბაქოს ნავსადგურში შესვლისას უცხო ქვეყნის ტანკერებზე მაღალი სატარიფო განაკვეთების დაწესების ხარჯზე, შესაბამისად საკუთარ ტანკერებს დაუწესა 5500 აშშ დოლარი ნავსადგურში გემთშემოსვლაზე, როდესაც ანალოგიურ გემთშემოსვლაზე იმავე ბაქოს ნავსადგურში ყაზახური “ყაზმორფლოტის” გემებს უჯდებათ ორჯერ მეტი. შედეგად კი ყაზახური მხარე ცდილობს საკუთარი ტვირთნაკადები მიმართოს ასტრახანის მიმართულებით, რითაც მთლიანობაში ზარალდება საქართველოზე გამავალი სატრანსპორტო დერეფანი.

საქართველოს სატრანსპორტო დერეფნის კონკურენტუნარიანობაზე მნიშვნელოვნად მოქმედებს ის გარემოებაც, რომ ცენტრალური აზიის ქვეყნები აქტიურად გადადიან ახალ ტრენდზე და ნედლეულის ნაცვლად, გადამუშავებული პროდუქციის ტრანსპორტირებას და ექსპორტს ახორციელებენ, რაც 30-40%-ით ამცირებს ტვირთნაკადს. მაგალითად, უზბეკეთის სახელმწიფო პოლიტიკა ბამბის ბოჭკოს ნაცვლად, ნაწარმი პროდუქციის გადაზიდვას ემყარება.

ევროპისა და აზიის დამაკავშირებელი სატრანსპორტო დერეფნის კიდევ ერთ სისუსტეს წარმოადგენს ღრმაწყლოვანი პორტის არარსებობა, რადგან ფოთისა და ბათუმის ნავსადგურში ღიდი წყალწყვის გემები ვერ შემოდინან. მცირე ზომის გემების დაფრახტვა-დაქირავება კი თითქმის იგივე ღირს, რაც ღიდი ტვირთამწეობის გემის მომსახურება. ეს კი ტვირთმფლობელის გადაზიდვის ხარჯებს ზრდის. საქართველოს სატრანსპორტო დერეფნის კონკურენტუნარიანობის

გაზრდისათვის, ევროპასთან ფიზიკური სიახლოვის გამო გარკვეული უპირატესობა გააჩნია. ჩვენი პორტებიდან ზღვის საშუალებით ევროპაში ტვირთის ჩატანა 3 დღეში ესწრება, რაც ძალიან ეფექტური დროა. ამიტომ მიზანშეწონილია პორტების გასწვრივ, სანაპირო ზოლში მოეწყოს სწრაფი მიწოდების ცენტრები, ეს ტერიტორია გამოცხადდეს თავისუფალ ინდუსტრიულ ზონად და თეზ-ში არსებული საგადასახადო შეღავათები გარკვეულ მოტივაციას მისცემს ტვირთბრუნვის ზრდას.

სარკინიგზო მაგისტრალის კონკურენტუნარიანობის ამაღლებისათვის, აუცილებელია პერსპექტივაში განხორციელდეს ევროპის სარკინიგზო გადაზიდვების მენეჯმენტის სისტემის ERTMS დანერგვა. ამის რეალური პერსპექტივა არსებობს ბაქო-თბილისი-ყარსის სარკინიგზო მაგისტრალით, რომელიც თურქეთის გავლით დაუკავშირდება და უზრუნველყოფილი იქნება ინტეროპერაბელურობა ტრანს-ევროპულ სარკინიგზო ქსელთან. ეს იქნება ყველაზე გრძელი დერეფანი, რომელიც ევროპას შუაზე კვეთს. საქართველოს რკინიგზა შეძლებს გახდეს ამ დერეფნის უმნიშვნელოვანესი რგოლი, თუ ქვეყანა შეასრულებს ევროკავშირის ღირებულებების მოთხოვნებს და ფუნდამენტურად გარდაქმნის სარკინიგზო სექტორს.

ევროკავშირის ეს ახალი სტრატეგია ინფრასტრუქტურის სფეროში, მძლავრი ევროპული სატრანსპორტო ქსელის ექსპლუატაციაში შეყვანის საშუალებას იძლევა წევრ-ქვეყნებში. ის დააკავშირებს აღმოსავლეთს დასავლეთთან, ჩრდილოეთს სამხრეთთან და ამჟამად არსებულ სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურას შეცვლის თანამედროვე ევროპული ქსელით. ჩვენთვის საინტერესოა (Orient /East – Med Corridor) დერეფანი, რომელიც გადაჭიმულია ჩრდილო - დასავლეთიდან, სამხრეთ - დასავლეთისაკენ და ცენტრალურ ევროპას აკავშირებს ჩრდილოეთის ზღვასთან, ბალტიის ზღვასთან, შავზღვასთან და ხმელთაშუა ზღვასთან. დერეფანი იწყება გერმანიის ბრემენის, ჰამბურგის და საზღვაო პორტებიდან, გაივლის ჩეხეთის რესპუბლიკას და სლოვაკეთს. ამ მარშრუტს განშტოება აქვს ავსტრიაში, შემდეგ უნგრეთისა და რუმინეთის გავლით უკავშირდება ბულგარეთში ბურგასის საზღვაო პორტს, ასევე თურქეთისა და საბერძნეთის საზღვაო პორტებს. დერეფანში სარკინიგზო ქსელი ფარავს რვა ქვეყანას. სარკინიგზო ინფრასტრუქტურის სრული განფენილობა შეადგენს 6246 კმ-ს.

თურქეთი 2016 წლის ბოლომდე აპირებს თავისი სარკინიგზო გადაზიდვების ბაზრის გახსნას თავისუფალი კონკურენციისათვის. აღნიშნულის გათვალისწინებით საქართველოს რკინიგზას მიეცემა შესაძლებლობა შევიდეს მეზობელი ქვეყნის სარკინიგზო გადაზიდვის ბაზარზე, რომლის შედეგადაც საქართველოს რკინიგზის კონკურენტუნარიანობის მასშტაბები მნიშვნელოვნად გაიზრდება. საქართველოს რკინიგზის სატრანსპორტო დერეფნის კონკურენტუნარიანობის

ამაღლების საქმეში მნიშვნელოვანია ევროპიდან საქართველოს გავლით ირანული ტვირთების გადაზიდვის დაწყება. კერძოდ, ირანის სამხრეთში მდებარე პორტ-ბანდერ-აბასს, საქართველოსა და აზერბაიჯანის გავლით ევროპასთან დაკავშირება. ამ სარკინიგზო მარშრუტის ამოქმედებით ტვირთები ირანიდან ევროკავშირში 45 დღის ნაცვლად, 22-23 დღეში ჩავა, რაც ტრანსპორტირებისა და დაზღვევის ხარჯებს მნიშვნელოვნად შეამცირებს.

### **დასკვნა**

საქართველოს სატრანსპორტო დერეფნის კონკურენტუნარიანობის ამაღლების ძირითადი მიმართულება უნდა გახდეს სატრანსპორტო დერეფნის მთელ სიგრძეზე კონკურენტუნარიანი ტარიფების მექანიზმის შემუშავება და ამოქმედება.

### **გამოყენებული ლიტერატურა**

1. European Commission – Mobility onol Transport. <http://ec.europo euhtransport /themes/infrastructure>.
2. Internati onal Railway Journal. [www.railjournal.com](http://www.railjournal.com)

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА ГРУЗИИ**

**В. Зеикидзе, Г. Майсурадзе, Т. Киладзе Н. Накашидзе**

### **Резюме**

Одной из основных проблем в настоящее время проходящего через территорию Грузии транспортного коридора составляет сокращения времени транзитных перевозок, обеспечения надлежащего уровня обслуживания транзитных перевозок и установление привлекательных-конкурентоспособных тарифов для транспортировки. Это создаст благоприятные условия для решения проблемы задействования потенциальных возможностей транспортного коридора. Задействование полной нагрузки транспортного коридора в Грузии обеспечит рост производства, создание новых рабочих мест и значительно увеличит грузооборот. Для увеличения конкурентоспособности транспортного коридора необходимо внедрение логистических процессов по западным стандартам. С учетом сказанного, Грузия имеет выгодное географическое положение, должна стать логистическим узлом Кавказа и Центральной Азии.

### **PROSPECTS TO IMPROVE THE COMPETITIVENESS OF THE GEORGIA TRANSPORT CORRIDOR**

**V. Zeikidze, G. Maisuradze, T. Kiladze N. Nakashidze**

### **Summary**

One of the major problems of running through the territory of Georgia transport corridor at present is the reduction of transit transportation time, ensuring the appropriate level transit of transportation service and to achieve attractive-competitive tariffs for transportation. This will create favorable conditions to solve the problems of the transport corridor potential possibilities. The full operation of the transport corridor in Georgia will provide production growth, creates new jobs and significantly increase turnover. For improvement of transport corridor competitiveness is necessary transition of logistical management on Western standards. With this, Georgia has a favorable geographical location, to become a logistics hub of Caucasus and Central Asia.



შპს 336.7

**საბანკო კონკურენციის თანამედროვე მდგომარეობა  
საქართველოში**

ვ. ზეიკიძე, თ. კილაძე, გ. მაისურაძე, ი. ხართიშვილი

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

**რეზიუმე:** საბანკო სიტემის რეფორმირების ამოცანები უშუალოდ უკავშირდება მის კონკურენტუნარიობას და ეფექტიანობის გაზრდას. საბანკო კონკურენცია თავისი არსით არის ბანკის კლიენტურის დაცვა მონოპოლიზაციისაგან. ამიტომ საბანკო სფეროს რეგულატორი ეროვნული ბანკი ვალდებულია უზრუნველყოს კონკურენტული გარემოს შექმნა ქვეყნის საბანკო ბაზარზე. იგი საბანკო სექტორში, საურველი შედეგების მისაღწევად, ახდენს ზემოქმედებას არსებულ ეკონომიკურ კონიუნქტურაზე მიმოქცევაში არსებული ფულადი მასის მოცულობის ცვლილების მეშვეობით. ამასთან ერთად, ქვეყნის ფულად-საკრედიტო სისტემაში ჩასარევად ეფექტურად იყენებს ისეთი ინსტრუმენტების ნაკრებს, როგორცაა: მინიმალური სარეზერვო მოთხოვნები; ოპერაციები ღია ბაზარზე; ოფიციალური სააღრიცხვო განაკვეთი; რეფინანსირების განაკვეთი; სავალუტო პოლიტიკის ინსტრუმენტები.

**საკვანძო სიტყვები:** ბანკი, კონკურენცია, ფული, კრედიტი, ფინანსები.

**შესავალი**

საქართველოს საბანკო სექტორი ეკონომიკის ყველაზე წარმატებული და მდგრადი სექტორია, რაც აღიარებულია არა ერთი საერთაშორისო საფინანსო ინსტიტუტის მიერ. შემთხვევითი არ არის, რომ საბანკო სექტორი არის ლიდერი ინვესტიციების მოზიდვის თვალსაზრისით. ბოლო წლებში საბანკო სექტორში ასეული მილიონობით უცხოური ინვესტიცია განხორციელდა, რაც ქართული საბანკო სექტორისათვის მაღალი ნდობის დადასტურებაა და ეს

პროცესი წარმატებით დღესაც გრძელდება. გლობალიზაციისა და ეკონომიკური ინტეგრაციის პირობებში სწორი კონკურენციის ეკონომიკური პოლიტიკის გატარება შიდა და გარე ბაზარზე ხელს უწყობს ქვეყნის აქტიურ ჩართვას საერთაშორისო ეკონომიკურ კავშირებში, რომელიც განსაკუთრებით აქტუალურია თანამედროვე ეტაპზე ქვეყნის ეკონომიკური ინტეგრაციის პირობებში. კონკურენციის დაცვისა და რეგულირების ეფექტური მექანიზმის ფორმირება ისეთ პატარა ქვეყანას, როგორც საქართველოა, უნდა უზრუნველყოს სათანადო ჯანსაღი კონკურენციული ბიზნეს-გარემოს შექმნა ქვეყნის მთელ ტერიტორიაზე, ყველა ეკონომიკური აგენტისათვის და უპირველეს ყოვლისა საბანკო სექტორის წარმომადგენელთათვის.

დამოუკიდებელი საბანკო სისტემის განვითარება საქართველოში დაიწყო გასული საუკუნის 80-იანი წლების ბოლოს, როდესაც დღის წესრიგში დადგა საბაზრო ეკონომიკურ ურთიერთობებზე გადასვლის აუცილებლობა, ხოლო საბაზრო ეკონომიკისათვის დამახასიათებელია კომერციული საბანკო სისტემის ფორმირება. სამწუხაროდ ეს პროცესი საქართველოში სტიქიურად დაიწყო და უკვე 1989 წლის 1 იანვრისათვის ქვეყანაში ფუნქციონირებდა 20 ბანკი, რომელთა რიცხვმა 1990 წლისათვის უკვე 200 გადაჭარბა. ქვეყნის საბანკო სექტორის განვითარებას მნიშვნელოვნად შეუწყო ხელი საკანონმდებლო ბაზის დროულმა ფორმირებამ.

### პირითადი ნაწილი

საქართველოში კომერციული ბანკების კონკურენტუნარიანობის შეფასების საქმეში მნიშვნელოვანია საბანკო რეიტინგების შეფასებების გაცნობა. ამ საქმეში წამყვანი ადგილი ანალიტიკურ საბანკო ჯგუფს Fitch Ratings უკავია, რომელიც მთელ მსოფლიოში ბანკებს საკრედიტო რეიტინგებს ანიჭებენ. Fitch Ratings ანალიტიკოსების ჯგუფი საბანკო საქმის დიდი გამოცდილებით უზრუნველყოფს მსხვილი ფინანსური ინსტიტუტების სრულყოფილ, დროულ და გამჭვირველ შეფასებას. Fitch-ს რეიტინგები ქართული ბანკებისთვისაც აქვს მინიჭებული. საქართველოს სუვერენული რეიტინგის გაზრდის ფონზე საგენტომ საქართველოს ბაზარზე მომქმედ ბანკებს ახალი საკრედიტო რეიტინგები მიანიჭა, კერძოდ სს“საქართველს ბანკს“, სს „თიბისი ბანკს“, სს. „ვითიბი ბანკ ჯორჯიას“ და სს, პროკრედიტ ბანკ საქართველოს“ სტაბილური პროგნოზი დაუდგინა. სს“საქართველოს ბანკს“ რეიტინგი „BB“-მდე გაუზარდა, ხოლო „თიბისი“, „პროკრედიტს“ და „ვითიბის“ „BB ” რეიტინგი დაუდგინა.

Fitch Ratings-ი აქცენტს აკეთებს „პროკრედიტ ბანკის“ კარგ მენეჯმენტზე. ასევე აღნიშნავს „საქართველოს ბანკის“ კორპორაციული მართვის მენეჯმენტის მაღალ ხარისხს და „თიბისი ბანკის“ რისკ-მენეჯმენტის გამართულ მუშაობას. Fitch-ს შეფასებით „თიბისი ბანკს“ და

„საქართველოს ბანკს“ დომინანტი პოზიცია აქვთ საბანკო ბაზარზე, ხოლო „პროკრედიტ ბანკს“ საკმაოდ მძლავრი პოზიცია მცირე ბიზნესის დაკრედიტებაში. Fitch-ს შეფასებით, საქართველოს სუვერენული რეიტინგი BB-ა, რაც სტაბილურ პროგნოზს ნიშნავს, თუმცა სარეიტინგო სააგენტო გამოთქვამს შეშფოთებას, რომ ქვეყნის ეკონომიკის განვითარების მაჩვენებელი კვლავ დაბალია, ხოლო უცხოურ ვალუტაში დაკრედიტების მაჩვენებელი სამი ბანკის საკრედიტო პორტფელის განხილვისას 65-75 პროცენტია.

საქართველოს კომერციული ბანკების პირველი ხუთეულის რეიტინგი მთლიანი აქტივების მიხედვით 31. 06. 2015 წლის მდგომარეობით ასეთ სურათს იძლევა: 1.სს. „საქართველოს ბანკი“ – 8431,1 მლნ. ლარი; 2.სს. „თიბისი ბანკი“ – 6076,1 მლნ. ლარი; 3.სს. „ლიბერთი ბანკი“ – 1553,7 მლნ. ლარი; 4.სს. „ბანკი რესპუბლიკა“ – 1365,7 მლნ. ლარი; 5.სს. „პროკრედიტ ბანკი“ – 1144,9 მლნ. ლარი.

რაც შეეხება ქვეყნის კომერციული საბანკო სექტორის რეიტინგს მთლიანი სესხების მიხედვით პირველი ხუთეული ასე გამოიყურება: 1.სს. „საქართველოს ბანკი“ – 4965,2 მლნ. ლარი; 2.სს. „თიბისი ბანკი“ – 4132,3 მლნ. ლარი; 3.სს. „ბანკი რესპუბლიკა“ – 1041,2 მლნ. ლარი; 4.სს. „პროკრედიტ ბანკი“ – 866,2 მლნ. ლარი; 5.სს. „ლიბერთი ბანკი“ – 808,3 მლნ. ლარი.

ხოლო ქვეყნის კომერციული ბანკების რეიტინგების პირველი ხუთეული წმინდა მოგების მიხედვით ასე გამოიყურება: 1.სს. „საქართველოს ბანკი“ – 71,7 მლნ. ლარი; 2.სს. „თიბისი ბანკი“ – 63,4 მლნ. ლარი; 3.სს. „ბანკი ქართუ“ - 41,1 მლნ. ლარი; 4.სს. „ბანკი რესპუბლიკა“ – 21,5 მლნ. ლარი; 5.სს. „ლიბერთი ბანკი“ – 14,2 მლნ. ლარი.

სპეციალისტები მიუთითებენ საქართველოს საბანკო ბაზარის დაბალ კონკურენტუნარიანობაზე და აღიარებენ, რომ მომქმედ კომერციულ ბანკებში კრედიტები დეპოზიტებზე 3-ჯერ უფრო ძვირია და საქართველო მაღალი სპედით (კრედიტების საპროცენტო განაკვეთსა და დეპოზიტების საპროცენტო განაკვეთებს შორის სხვაობა) ერთ-ერთი მოწინავე ქვეყანაა.

ქვეყანაში კონკურენტუნარიანი საბანკო სექტორის ფორმირებისათვის ეროვნული ბანკის მხრიდან, აქტიურად ხორციელდება ამ სფეროში კონკურენტუნარიანი გარემოს შენარჩუნების ხელშეწყობა ახალი მარეგულირებელი საკანონმდებლო ნორმატიული აქტების ამოქმედებით. 2014 წლიდან სრულყოფილად ამოქმედდა ბაზელ II/III-ზე დაფუძნებული კაპიტალის ადეკვატურობის ჩარჩოს I და II პილარის კომპონენტები, რომელთა დაცვა დღეისათვის სავალდებულოა საქართველოში მომქმედი ყველა კომერციული ბანკისათვის.

საერთაშორისო სავალუტო ფონდისა და მსოფლიო ბანკის რეკომენდაციების შესაბამისად საქართველოს ეროვნული ბანკმა განახორციელა მთელი რივი საკანონმდებლო და ნორმატიული ცვლილებები, რომელთა შედეგადაც მნიშვნელოვნად გაიზარდა ქვეყნის საფინანსო ბაზარზე კომერციული საბანკო სექტორის კონკურენტუნარიანობა. ამ მხრივ აღსანიშნავია საქართველოს ეროვნული ბანკის პრეზიდენტის 2006 წლის 23 მაისის №144 ბრძანება „კომერციული ბანკებისათვის კაპიტალის მინიმალური ოდენობის განსაზღვრის შესახებ“, რომლის თანახმადაც საბანკო საქმიანობის ლიცენზიის მადიებელი კომერციული ბანკებისათვის და უცხოური კომერციული ბანკების ფილიალებისათვის საზედამხედველო კაპიტალის მინიმალური ოდენობა განისაზღვრა 12(თორმეტი) მილიონი ლარით 2007 წლის 30 ივნისისათვის.

### დასკვნა

ამრიგად, ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე კონკურენტული გარემოს გაზრდა ბანკებს აიძულებს უფრო ქმედითი ნაბიჯები გადადგან მომხმარებლებისაკენ, აქ იგულისხმება როგორც მომსახურების ხარისხი, ასევე გეოგრაფია და პროდუქტების ხელმისაწვდომობა. ქვეყანაში საბანკო კონკურენციის განვითარებისათვის ძალზე მნიშვნელოვანია კაპიტალის ბაზრის განვითარებაც, რადგან დღეს საერთაშორისო ბაზრების ინტეგრაცია სულ უფრო შეუქცევად ხასიათს ატარებს და ჩვენც ამ მიმართულებით უნდა ვიაროთ.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. რ. კაკულია, გ. ხელაია - ფულის მიმოქცევისა და კრედიტის ზოგადი თეორია. თბ., 2000წ.
2. [www.htg.gov.ge](http://www.htg.gov.ge). საქართველოს ეროვნული ბანკის საფინანსო ინსტიტუტები 2015 წლის დეკემბრის მდგომარეობით.
3. [www.bfm.ge](http://www.bfm.ge) ბანკები და ფინანსები, №446 (ელვერსია).
4. [www.mof.ge](http://www.mof.ge)

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БАНКОВСКОЙ КОНКУРЕНЦИИ В ГРУЗИИ**

**В. Зеикидзе, Т. Киладзе, Г. Майсурадзе, И. Хартшвили**

### **Резюме**

Задачи по реформированию банковской системы непосредственно связаны с его конкурентоспособностью и повышением эффективности. Банковская конкуренция по своей сути является защитой клиентов банка от монополизации. Поэтому регулятор банковского сектора, Национальный банк обязан обеспечить конкурентную среду на рынке банковских услуг. Оно в банковском секторе, для достижения желаемых результатов, оказывает влияние на существующую экономическую конъюнктуру за счет изменения находящейся в обращении денежной массы. Вместе с тем, для воздействия на денежную систему страны, эффективно используется такой набор инструментов, как минимальные резервные требования; операции на открытом рынке; официальная учётная ставка; ставка рефинансирования; инструменты валютной политики.

## **CURRENT STATE OF BANKING COMPETITION IN GEORGIA**

**V. Zeikidze, T. Kiladze, G. Maisuradze, I. Khartishvili**

### **Summary**

The banking system reform tasks directly is related to its competitiveness and increased efficiency. Banking competition in its essence represents the protection of bank customers from monopolization. Therefore, the banking sector regulator, the National Bank is obliged to ensure a competitive environment in the banking market. It in the banking sector, to achieve the desired results, affects on the economic situation through changes in supply volume of the existing in circulation the money. In addition, to act effectively on the country's monetary system are applied a set of tools, such as the minimum reserve requirements; open market operations; official registration rate; refinancing rate; monetary policy tools.

უპკ 005. 93

**კორპორაციული მართვის გამჭვირვალობის სრულყოფა  
საკანონმდებლო-ნორმატიული ბაზის განვითარებით**

ვ. ზეიკიძე, გ. მაისურაძე, თ. კილაძე, ი. ხართიშვილი

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

**რეზიუმე:** ქვეყანაში არსებული საკანონმდებლო ბაზის გაანალიზების საფუძველზე შესაძლებელია გავაკეთოდ დასკვნა, რომ საქართველოში კორპორაციული მართვის სრულყოფისა და განვითარების მიზნით, აუცილებელია დამუშავდეს ახალი კორპორაციული მართვის კოდექსი სამეწარმეო სექტორისათვის, არსებითი ცვლილებები შევიდეს საქართველოს კანონში „მეწარმეთა შესახებ“, „ფასიანი ქაღალდების ბაზრის შესახებ“ და მთელ რიგ საკანონმდებლო ნორმატიულ აქტებში, რომლის შედეგადაც შესაძლებელი გახდება კორპორაციული მართვის გამჭვირვალე განხორციელება თანამედროვე სტანდარტების დონეზე. აუცილებლად უნდა გადაისინჯოს და დაწესდეს სავადასახადო შეღავათები ლისტივში განთავსებულ კომპანიებისაგან მიღებულ დივიდენდზე და საპროცენტო შემოსავალზე. საქართველოს მთავრობამ უნდა განახორციელოს სახელმწიფო საკუთრებაში არსებული საწარმოების მინორიტარული წილების შეთავაზება.

**საკვანძო სიტყვები:** კორპორაცია, მენეჯმენტი, მართვა, კაპიტალი, ფინანსები.

**შესავალი**

კორპორაციული ფასიანი ქაღალდების ბაზრისათვის 2007-2014 წლები მძიმე პერიოდი იყო. სახეზე გვქონდა სამი მოვლენა, რომელმაც არსებითად ხელი შეუშალა ბაზრის შესაძლებლობების რეალიზებას. გლობალური ფინანსური კრიზისი, რომელიც დაიწყო 2008 წლის შუა პერიოდიდან, 2008 წლის რუსეთ - საქართველოს აგვისტოს ომმა, რამაც განაპირობა ქვეყნიდან კაპიტალის გადინება და მესამე - ეხება ფასიანი ქაღალდების ბაზრის შესახებ კანონში

შეტანილ რადიკალურ ცვლილებებს, რამაც მიგვიყვანა ვაჭრობის გამჭვირვალობის შემცირებასთან და თან მოჰყვა იმ სააქციო საზოგადოებების რაოდენობის შემცირება, რომლებსაც ევალებოდათ ანგარიშგების წარდგენა საჯაროდ.

ფასიანი ქაღალდების ბაზრის შესახებ კანონში შეტანილი ცვლილებების შედეგად საქართველოს სააქციო საზოგადოებათა გამჭვირვალობა განიცდიდა არა პროგრესს, არამედ რეგრესს, რაც ძალზე უარყოფით გავლენას ახდენს ინვესტორთა დაინტერესებაზე. უახლოეს მომავალში საქართველოს კორპორაციული ფასიანი ქაღალდების ბაზრის სამართლებრივი ჩარჩოს გადასინჯვის ძირითადი მამოძრავებელი ფაქტორი ევროკავშირის კანონმდებლობასთან მიახლოებაა. ეს პროცესი გულისხმობს 22 ღირექტივისა და რეგულაციის შინაარსის ასახვას ფასიანი ქაღალდების ბაზრის შესახებ კანონში. ამავე დროს აზიის განვითარების ბანკიდან აღებული სესხის ერთ-ერთი პირობაა, რომ საქართველომ იკისრა ვალდებულება შეიმუშაოს საკანონმდებლო ცვლილებების პაკეტი 2016 წლის დეკემბრისათვის.

### ძირითადი ნაწილი

ჩვენ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია კაპიტალის ბაზრის საკანონმდებლო ცვლილებების ორ ეტაპად განხორციელება: კერძოდ პირველ ეტაპზე, რომელიც 2016 წლის დეკემბერში დაიწყო მონდეს ყველა საკანონმდებლო ცვლილების მიღება და მაქსიმალურად განხორციელდეს ევროკავშირის საკანონმდებლო ბაზასთან მიახლოება, ხოლო ცვლილებების მეორე ფაზა, რომელიც 2018 წლიათვის უნდა მომზადდეს, აუცილებელია მოიცავდეს საკანონმდებლო მიახლოების დარჩენილ სამუშაოს.

კორპორაციული მართვის საკანონმდებლო ხარვეზების გამოსწორების მიზნით ცვლილებები უნდა შევიდეს კანონში მეწარმეთა შესახებ, რადგან იგი თითქმის არაფერს განსაზღვრავს კანონით გათვალისწინებულ აქციონერთა უფლებების თაობაზე. ეს განსაკუთრებით შესამჩნევია სავალდებულო სატენდერო შეთავაზების მოთხოვნებთან (მუხლი 532), აქციათა სავალდებულო მიყიდვის დებულებასთან (მუხლი 534) და აქციონერთა კრებასთან დაკავშირებულ დებულებებთან (მუხლი 54) მიმართებაში. კანონში არ არის დეტალურად დარეგულირებული ხემდგანელ პირთა პასუხისმგებლობის საკითხი და არსებული დებულებები ბუნდოვანია. აღნიშნულის გათვალისწინებით მიზანშეწონილად გვესახება მეწარმეთა შესახებ კანონიდან ამოღებული იქნეს მე-4 თავი, 51-59 მუხლების ჩათვლით. რომლის სანაცვლოდ უნდა დამუშავდეს ახალი ჩარჩო „სააქციო კანონი“, როგორც ეს ბევრ განვითარებულ ქვეყნებშია და ამ კანონის საშუალებით უნდა

დარეგულირდეს სააქციო საზოგადოებების მართვა, რომელშიც გათვალისწინებული იქნება ყველა ის დეტალი რომელიც უკავშირდება კორპორაციული მართვის გამჭვირვალობას.

ახალმა კანონმა უნდა დაუშვას შესაძლებლობა, რომ სამეთვალყურეო საბჭოს წევრებს, გარდა დირექტორად დანიშვნისა, წესდებით დამატებით განესაზღვროთ იმ თანამდებობათა ნუსხა, რომელთა შეთავსება სამეთვალყურეო საბჭოს წევრებს შეიძლება აკრძალეთ. ასევე ვთვლით, რომ სამეთვალყურეო საბჭოს წევრი არ შეიძლება იყოს იმავდროულად კონკურენტი საზოგადოების ხელმძღვანელი, წარმომადგენლობითი და სამეთვალყურეო საბჭოს წევრი.

აღნიშნულ რეგულაციას უზრუნველყოფს გერმანიის სააქციო კანონი, რომლის მიხედვითაც სააქციო საზოგადოების სამეთვალყურეო საბჭოს წევრი არ შეიძლება იყოს პირი - რომელსაც აქვს პირადი ან ბიზნეს ურთიერთობები სხვა საზოგადოებასთან ან მის დირექტორთა საბჭოსთან. ქართულ კანონმდებლობაშიც ამგვარი რეგულაციის შემოტანით, თავიდან ავიცილებთ ინტერესთა კონფლიქტს. ამ კანონის საფუძველზე აღდგენილი უნდა იქნეს ანგარიშვალდებული საწარმოს განმარტებასთან მიმართებაში „აქციონერთა რაოდენობის ტესტი“, დადგინდეს საანგარიშგებო ვალდებულებები დონეების მიხედვით, მოეთხოვოს ყველა სააქციო საზოგადოებას ზოგადი ფინანსური ინფორმაციის მიწოდება ყოველწლიურად და სხვა.

საქართველოში კაპიტალის ბაზრის მარეგულირებელი საკანონმდებლო ჩარჩო მუდმივად იცვლება. ასეთი მოდგომები პირველ რიგში ქმნის გარკვეულ უპატივცემულობას კანონის მუდმივობისა და ავტორიტეტის მიმართ, მეორეს მხრივ კი ეს აძნელებს კანონის ბოლო რედაქციით განსაზღვრულ მოთხოვნებზე თვალყურის დევნას. მესამე რიგში იგი ქმნის შთაბეჭდილებას, რომ კანონშემომქმედი რეაგირებს მიმდინარე საკითხებზე და არ გააჩნია გათვლილი გრძელვადიანი ხედვა, რომელიც ზურგს გაუმაგრებს კანონს, მეოთხე იგი ქმნის უცხოელი ინვესტორებისათვის არასტაბილურობის შეგრძნებას და ზრდის რისკს, რომლისადმი მიდგომაც ქვეყანაში სამომავლოდ აუცილებლად უნდა შეიცვალოს. ფასიანი ქაღალდების ბაზრის განვითარებისა და კორპორაციული მართვის შემდგომი გამჭვირვალობის განვითარების კუთხით, სახელმწიფომ უნდა უზრუნველყოს „საგადასახადო ნეიტრალიტეტის“ შექმნა, რაც საშუალებას მისცემს ყველა მონაწილეს კაპიტალის მოპოვებისა თანაბარი კონკურენტული შესაძლებლობების ფარგლებში. ამ მიზნით უნდა გაუქმდეს გადასახდელი კორპორაციული ფასიანი ქაღალდების შეთავაზებასთან დაკავშირებით, რადგან „სარეგისტრაციო მოსაკრებელი“ არ ემსახურება პროსპექტის რეგისტრაციისათვის გაღებული ადმინისტრაციული ხარჯების დაფარვას.

საქართველოში საინვესტიციო ფონდების საქმიანობის სფეროს განვითარების მოლოდინისათვის აუცილებელია გარკვეული ცვლილებები განხორციელდეს საგადასახადო



კანონმდებლობაში. არსებითად, საგადასახადო გამჭვირვალობა გულისხმობს, რომ ფონდი არ იხდის მოგების გადასახადს საკუთარი შემოსავლიდან, ფასიანი ქაღალდების გაყიდვის შედეგად მიღებულ ნამეტ შემოსავალზე. საქართველოს ამ დეფექტის აღმოფხვრის მიმართულებით აქვს გარკვეული პროგრესი. დივიდენდი, რომელიც გადახდილია იურიდიული პირებისათვის არ იბეგრება. ასევე სახეზე გვაქვს საგადასახადო გამონაკლისები თავისუფლად მიმოქცევადი ფასიანი ქაღალდებისაგან საპროცენტო სარგებლის მიღებასთან და რეალიზების შედეგად მიღებულ ნამეტ შემოსავალთან დაკავშირებით.

იმისათვის, რომ საინვესტიციო ფონდმა ისარგებლოს საგადასახადო შეღავათით, მისი პორთფელი უნდა იყოს კარგად დივერსიფიცირებული და თავად ფონდი არ უნდა მონაწილეობდეს პორთფელის კომპანიების მართვაში. საქართველოს მთავრობამ უნდა დააწესოს სააქციო საზოგადოებების მიერ ზოგადი ფინანსური ინფორმაციის ანგარიშგების ვალდებულება. ახალი საანგარიშგებო მოთხოვნების შესაბამისობის დასაცავად მარეგულირებელმა უნდა იცოდეს კორპორაციული პოპულაციის შემადგენლობა.

უნდა შეფასდეს საქართველოს კანონმდებლობის შესაბამისობა IOSCO და CPSS-10 პრინციპთან, ასევე უნდა გადაწყდეს ფასიანი ქაღალდების რეგულირების ფუნქციის ლოკაცია. აუცილებლად უნდა გადაისინჯოს და დაწესდეს საგადასახადო შეღავათები ლისტინგში განთავსებული კომპანიებისაგან მიღებულ დივიდენდზე და საპროცენტო შემოსავალზე. საქართველოს მთავრობამ უნდა განახორციელოს სახელმწიფო საკუთრებაში არსებული საწარმოების მინორიტარული წილების შეთავაზება.

## დასკვნა

ამრიგად, ქვეყანაში არსებული საკანონმდებლო ბაზის გაანალიზების საფუძველზე შესაძლებელია გავაკეთოდ დასკვნა, რომ საქართველოში კორპორაციული მართვის სრულყოფისა და განვითარების მიზნით, აუცილებელია დამუშავდეს ახალი კორპორაციული მართვის კოდექსი სამეწარმეო სექტორისათვის, არსებითი ცვლილებები შევიდეს საქართველოს კანონში „მეწარმეთა შესახებ“, „ფასიანი ქაღალდების ბაზრის შესახებ“ და მთელ რიგ საკანონმდებლო ნორმატიულ აქტებში, რომლის შედეგადაც შესაძლებელი გახდება კორპორაციული მართვის გამჭვირვალე განხორციელება თანამედროვე სტანდარტების დონეზე.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. გ. მაზარობლიშვილი - კორპორაციული მართვის ზოგადი ანალიზი. თბ., 2015. გვ. 371.

2. სახელმწიფო საწარმოების მართვის და განკარგვის ეფექტიანობის აუდიტი. თბ., 2015. გვ. 104.
3. ლ. ელიავა - საბანკო კრიზისების პროგნოზირება. სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, თბ., 2013. გვ. 402.

## **ПОВЫШЕНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ**

**В. Зеикидзе, Г. Майсурадзе, Т. Киладзе, И. Хартишвили**

### **Резюме**

На основе анализа существующей в стране законодательной базы можно предположить, что с целью улучшения корпоративного управления и развития в Грузии, необходимо разработать новый Кодекс корпоративного управления для предпринимательского сектора, внести существенные поправки к закону о «Предпринимательство», «О рынке ценных бумаг», а также в ряд законодательных актов, после чего можно будет реализовать современные, прозрачные стандарты корпоративного управления. Должны быть пересмотрены и установлены налоговые льготы на дивиденды и процентные доходы для имеющих листинг компаний. Правительство Грузии должно осуществить предложение миноритарных долей для находящихся в государственной собственности предприятий.

## **IMPROVE THE TRANSPARENCY OF CORPORATE GOVERNANCE BY DEVELOPING OF LEGISLATIVE NORMATIVE BASIS**

**V. Zeikidze, G. Maisuradze, T. Kiladze, I. Khartishvili**

### **Summary**

Based on the analysis of existing in the country legislative basis is possible to suggest that in order to Georgia's corporate governance improvement and development, is necessary to develop the new Corporate Governance Code for the entrepreneur sector, substantial amendments to the law on "Entrepreneurship", "On Securities Market" and a number of legislative regulations, after which it will be possible to implement a modern, transparent corporate governance standards. Must be reviewed and established tax benefits for companies listing on the adopted dividend and interest income. The government must carry out state-owned enterprises offer for minority shares.

უპკ 621.935

**მერქანბურბუშელოვანი ფილგის ხერხვის  
ღინამიკის კვლევა**

ზ. ჩიტიძე, ი. გელაშვილი, მ. გოგოტიშვილი, მ. ჟღენტბ  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, კოსტავას 77,  
თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** გამოვლენილია ლენტური ხერხვის უპირატესობა დისკურ და ჩარჩო ხერხვის პროცესთან შედარებით. მოყვანილია პროცესის ნაკლოვანებები, კერძოდ შესწავლილია ლენტური რტყელას რხევების პროცესის დამოკიდებულება ჭრის სიჩქარის და განახერხის სიმაღლეზე. ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა გამოავლინა ფაქტორთა ჯგუფი, რომლის ცვლილება უშუალოდ ახდენს გავლენას დამუშავებული ზედაპირის სიზუსტეზე და სისუფთავეზე.

**საკვანძო სიტყვები:** ლენტური ხერხები, ხერხის რტყელას რხევა, ჭრის რეჟიმები, ზედაპირის სისუფთავე.

**შესავალი**

ლენტურსახერხ ჩარხებს გააჩნია მთელი რიგი უპირატესობები სხვა ჩარხებთან შედარებით, კერძოდ ამ უპირატესობაში შედის: მცირე განახერხის სიგანე; გახერხლი ზედაპირის მაღალი ხარისხი, ინერციის ძალის ნაკლებობა ჩარხის კვანძებში.

ზემოაღნიშნული უპირატესობებთან ერთად ლენტური ხერხებით ხერხვის პროცესს ახლავს ნაკლოვანებები ასეთი როგორც, მაღალი მიწოდების სიჩქარეებისას ხერხვის დაბალი სიზუსტე და დაბალი საიმედოობა, ამასთან ერთად ჩარხის დიდი გაბარიტები.

40დან-100მმ ჭრის სიმაღლეზე ხერხვა გაცილებით ეფექტურია ვიდრე ჩარჩო ხერხებით ხერხვა.

100 მმ და მეტი სიმაღლის ხერხვისას ლენტური ხერხებით ხერხვას ვერცერთი ხერხვის პროცესი კონკურენციას ვერ გაუწევს.

### პირითადი ნაწილი

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე აუცილებელია შესწავლილი იყოს თუ როგორ გავლენას ახდენს ჭრის რეჟიმების ცვალებადობა ჭრის პროცესის სიზუსტეზე და ლენტური რტყელას რხევებზე.

კერძოთ სატყეო-ტექნიკური დეპარტამენტის ლაბორატორიაში იყო ჩატარებული ექსპერიმენტები ლენტურ სახერხ ჩარხზე და შესწავლილი ჭრის სიჩქარის განახერხის სიმაღლის ცვლიების გავლენა ლენტური რტყელას რხევაზე მერქანბურბუმელოვანი ფილების ხერხვისას.

ექსპერიმენტები ჩატარებულია JIC -80 ტიპის ლენტსახერხ ჩარხზე, ჭრის სიჩქარის და მიწოდების სიჩქარის უსაფეხურო რეგულირებით ზემოაღნიშნული ჩარხი მოდერნიზებულია და მას გააჩნია ტერისტორული მართვა.

მათემატიკური პლანირების გამოყენებით მიღებულია რეგრესიის განტოლებები და აგებულია შესაბამისი გრაფიკები.

ექსპერიმენტები ტარდებოდა შემდეგი მუდმივი ფაქტორების გამოყენებით:

- 1) მიწოდების სიჩქარე  $U = 10$  მ/წთ.
- 2) დასამუშავებელი მასალა- მერქანბურბუმელოვანი ფილა
- 3) საიარალო მასალა - სწრაფმჭრელი ფოლადი - P6M5

ცვლადი ფაქტორები:

- 1) ჭრის სიჩქარე:  $25 \text{ მ/წმ} \leq V \leq 40 \text{ მ/წმ}$ .
- 2) განახერხის სიმაღლე:  $16 \text{ მმ} \leq h \leq 64 \text{ მმ}$ .

შერჩეული ფაქტორები და ვარიანტების ინტერვალები მოყვანილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1

ფაქტორი	ვარიების დონე			ვარიების ინტერვალი
	ქვედა	ნულოვანი დონე	ზედა	
	-1	0	+1	
ჭრის სიჩქარე V მ/წმ	25	32,5	40	7,5
ჭრის სიმაღლე h მმ	16	40	64	24

ექსპერიმენტები ტარდებოდა ცხრ. 2-ის მიხედვით

ცხრილი 2

ექსპერიმენტი	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>
N		(V)	(h)	(V.h)
1	+1	+1	+1	+1
2	+1	-1	+1	-1
3	+1	+1	-1	-1
4	+1	-1	-1	+1

პლანირების მატრიცა და ექსპერიმენტების შედეგები მოყვანილია ცხრ. 3-ში

ცხრილი 3

ექსპერიმენტი	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	შედეგები		
			Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>საშ.</sub>
N	V	h			
1	40	64	0,18	0,22	0,2
2	25	64	0,26	0,28	0,27
3	40	16	0,34	0,36	0,35
4	25	16	0,43	0,47	0,45

ყოველივე ექსპერიმენტი მეორდება 2-ჯერ, ანუ ორი დაკვირვებით და საშუალო მნიშვნელობას ვეძებდით ფორმულით (1) ანუ როგორც საშუალო არითმეტიკული

$$Y = ( Y_1 + Y_2 ) / 2 \quad (1)$$

სადაც n-დაკვირვებათა რიცხვი თითოეულ ექსპერიმენტში ექსპერიმენტის დისპერსიას განვსაზღვრავთ ფორმულა 2-ით.

$$\sigma^2 \{ y \} = ( \sum( Y_n - Y ) ) / ( n - 1 ) \quad (2)$$

საშუალო კვადრატული გადახრას ვეძებთ ფორმულა 3-ით:

$$\sigma_y = \sqrt{ ( \sigma_1 ) } \quad (3)$$

ექსპერიმენტების სტატისტიკური დამუშავება და შედეგები შეგვაქვს ცხრ. 4-ში.

ცხრილი 4

ექსპერიმენტი N	დაკვირვებებში შედეგები		საშუალო არითმეტიკული
	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y
1	0,18	0,22	0,2
2	0,26	0,28	0,27
3	0,34	0,36	0,35
4	0,43	0,47	0,45

ჩატარებული ექსპერიმენტი საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ რეგრესიის განტოლება შემდეგი სახით:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2 \quad (4)$$

სადაც Y - ლენტური რტყელას გადახრის (2 α ) საშუალო არითმეტიკულია რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტებს ვსაზღვრავთ შემდეგი ფორმულებით:

$$b_0 = (\sum Y_s) / N \quad (5)$$

$$b_i = (\sum X_{is} Y_s) / N \quad (6)$$

$$b_{ij} = (\sum X_{is} X_{js} Y_s) / N \quad (7)$$

სადაც  $b_i$  ( $i=0,1,2$ )- რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტები, რომელიც ასახავს წრფივ ეფექტს

$b_{ij}$  ( $i =1,2; j =2,3$ ) - რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტები, რომელიც ასახავს წყვილთა ურთიერთობის ეფექტს მიღებული რეგრესიის კოეფიციენტების შეფასებას ვახდენთ ფიშერისკრიტერიუმით.

$$\Delta b_i = \pm 2 \sqrt{(\sigma^2 \{ b_i \})} \quad (8)$$

სადაც  $\sigma^2 \{ b_i \} = (\sigma^2 \{ y \}) / N_n \quad (9)$

## დასკვნა

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე ლენტური ხერხებით ხერხვის პროცესი ჩარჩო და დისკური ხერხებით ხერხვისას შედარებით უფრო ეფექტური და ეკონომიურია. ამასთანავე მაღალი მიწოდების სიჩქარეებზე ლენტური რტყელას ხერხის რხევის პროცესი უარყოფით გავლენას ახდენს განახერხზე. ამ ნაკლოვანებების შესასწავლად ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა გამოავლინა ფაქტორთა ჯგუფი, რომლის ცვლილება უშუალოდ ახდენს გავლენას დამუშავებული ზედაპირის სიზუსტეზე და სისუფთავეზე.

**გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. **Читидзе З.Д.** - Эффективные методы обработки древесных материалов Тбилиси: Технический университет, 2006.
2. **თ. მჭედლიშვილი, ზ. ბალამწარაშვილი, ზ. ჩიტძე** - ჩარხების დინამიკა თბილისი: საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი 2008.
3. **ზ. ჩიტძე, ი. გელაშვილი, თ. მჭედლიშვილი** - დისკური და ლენტური ხერხის განვიგადახრის გამოზომი მოწყობილობა, საქართველოს პატენტი N 1165 30.02. 2004.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЛЕНТОЧНОГО ПИЛЕНИЯ  
ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ**

**З. Читидзе, И. Гелашвили, М. Гоготшвили, М. Жгенти**

**Резюме**

Выявлены преимущества ленточного пиления в сравнении с рамным и дисковым процессом пиления. Перечислены недостатки процесса, в частности изучена зависимость процесса колебания полотна ленточной пилы от скорости резания и высоты пропила. Проведенные эксперименты выявили группу факторов, от которых непосредственно зависит чистота и точность обработанной поверхности.

**RESEARCH OF WOOD CHIPBOARD BAND SAWING DYNAMICS**

**Z. Chitidze, I. Gelashvili, M. Gogotishvili, M. Zhgenti**

**Summary**

Are revealed the advantages of band sawing process compared to the disc and frame sawing. Are stated some of the shortcomings of the process, in particular is studied the process of dependency of band pusher oscillations on cutting speed and sawing height. The carried out experiments showed a group of factors, which change directly affects on the accuracy of the machined surface and roughness.



უპკ 621.866.12

**სამანქანათმშენებლო დეტალის 3D მოდელის აგება  
პროგრამა Autocad -ის გამოყენებით**

ლ. ქისიშვილი, ნ. ნიკვაშვილი

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

**რეზიუმე:** პროგრამა AutoCAD–ის მეშვეობით ვაგებთ სამანქანათმშენებლო დეტალის 3D მოდელს, რომელსაც აქვს სხვადასხვა დიამეტრის კვეთების მქონე ძილის ფორმა. სამანქანათმშენებლო დეტალის მოდელი მიიღება ხელსაწყო „Revolve“–სა და გამოკლების და გაერთიანების ლოგიკური ოპერაციების გამოყენებით. ასე იქმნება რთული მყარი სხეულის მოდელი.

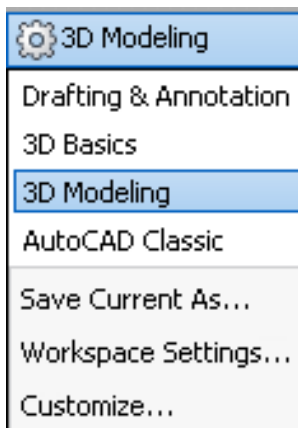
**საკვანძო სიტყვები:** 3D მოდელი, ძილი, სამანქანათმშენებლო, ჭრილი, კვეთი.

**შესავალი**

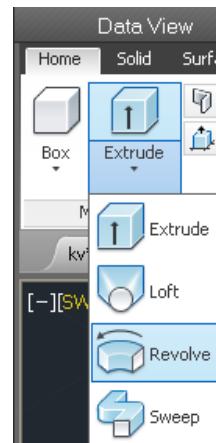
ტექნოლოგიების თანამედროვე განვითარების პირობებში გრაფიკული პროგრამა AutoCAD-ის მეშვეობით 3D მოდელირებამ დიდი გამოყენება ჰპოვა ისეთ დარგებში როგორცაა მანქანათმშენებლობა, მშენებლობა, გეოლოგია და სხვა. თანამედროვე პროგრამული მართვის ჩარხზე ნამზადის დამუშავებისას ჩარხს უნდა „მივაწოდოთ“ პროგრამა AutoCAD–ით შესრულებული სამანქანათმშენებლო დეტალის მოდელი, კონკრეტული ჩარხისთვის შესაბამის გაფართოებაში კონვერტაციის შემდეგ (მაგალითად STL), ჩარხი „წაიკითხავს“ ნახაზს და მითითებული სიზუსტით დაამუშავებს დეტალს. ანალოგიურ შემდეგ მივიღებთ 3D პრინტერის საშუალებით დეტალის „ამობეჭდვისას“ (ჩამოსხმისას). განვიხილოთ სამანქანათმშენებლო წარმოებაში გამოყენებული ერთ–ერთი დეტალის 3D მოდელის აგება პროგრამა AutoCAD-ის გამოყენებით.

## პირითადი ნაწილი

შერჩეული დეტალის 3D მოდელის ასაგებად პირველ რიგში ვირჩევთ სამუშაო სივრცეს და შესაბამის ხელს (იზომეტრია). ამისათვის „Workspace“-ის ფანჯარაში ვირჩევთ 3D მოდელირებას (ნახ. 1). ეკრანზე გამოჩნდება საჭირო ხელსაწყოები, აქვე „View“ ფანჯარაში ვირჩევთ იზომეტრიას. დეტალი წარმოადგენს ურთიერთმართობული ღერძების მქონე სხვადასხვა დიამეტრის კვეთების მიღების გაერთიანებას ე.ი. საჭირო მოდელი ბრუნვის სხეულების კომბინაციით მიიღება. მის ასაგებად, AutoCAD-ში მოდელის შესაქმნელად არსებული ყველა შესაძლებლობიდან, მიზანშეწონილია ვისარგებლოთ ბრძანებით „Revolve“ (ბრუნვა) (ნახ. 2), რომელიც საშუალებას იძლევა ღერძის გარშემო შეკრული წირის ბრუნვით მივიღოთ სამგანზომილებიანი ფიგურა.

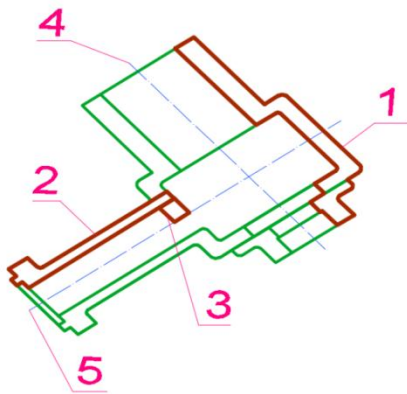


ნახ. 1.

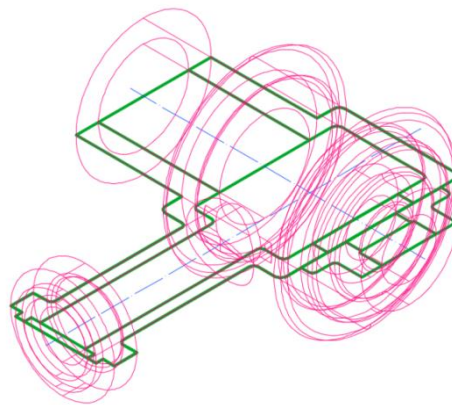


ნახ. 2.

თავდაპირველად xy სიბრტყეზე ავაგოთ ნახ. 3-ზე მოცემული ორგანზომილებიანი ფიგურა, რომელიც არის ასაგები დეტალის ჭრილი. დეტალის სირთულეებისა და თავისებურებების გათვალისწინებით საჭირო ხდება სამი - 1, 2 და 3 შეკრული წირის აგება, რისთვისაც ჩავრთავთ „Snap“-ს (მიბმა) და ბრძანება „Polyline“-ის (ნახ. 3) გამოყენებით უკვე არსებულ ნახაზზე გამოვყოფთ საჭირო უბნებს. ვირჩევთ ბრძანებას „Revolve“, ვნიშნავთ წირს 1, ვადასტურებთ „Enter“-ით და ორ წერტილზე დაწკაპებით მივუთითებთ ღერძს 4. ავტომატურად აიგება სამგანზომილებიანი ფიგურა (ნახ. 4).



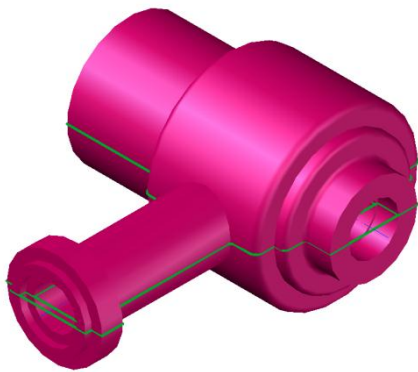
ნახ. 3



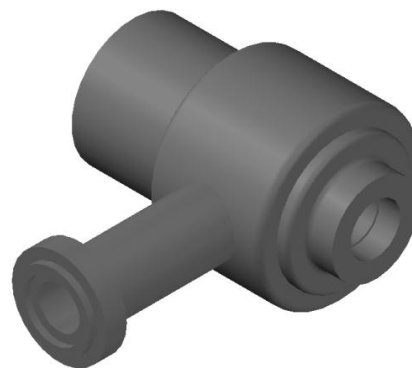
ნახ. 4

ზემოაღნიშნული წესით წირს 2 და 3 ვაბრუნებთ ღერძი 5–ის გარშემო. 1 და 2 წირების ბრუნვით მიღებულ ფიგურებს გავაერთიანებთ და (მიღებულ ფიგურას) გამოვაკლებთ წირი 3–ს მეშვეობით აგებულ ფიგურას (ნახ. 5).

მიღებულ სამგანზომილებიან მოდელს მივანიჭებთ რკინის ფაქტურას (ნახ. 6).



ნახ. 5



ნახ. 6

### დასკვნა

გრაფიკული პროგრამა AutoCAD-ის გამოყენებით 3D მოდელირება ძალზედ ამარტივებს რთული სამანქანათმშენებლო ნახაზების აგებას. ჩვენ გავაგრძელებთ სტატიების სერიას და შემდეგში მოგახსენებთ როგორ ხდება 3D მოდელიდან მუშა ნახაზის მიღება და ჭრილების დატანას ხელეზუ. აგრეთვე განვიხილავთ (დეტალისთვის) მრავალფეროვანი ფაქტურის მინიჭების შესაძლებლობას.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. <http://autocad-specialist.ru/video-uroki-autocad/komandnaya-stroka-v-autocad.html>
2. ზ. კვინიკაძე - საინჟინრო და კომპიუტერული გრაფიკა. თბილისი: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2010 წ.
3. გ. ჩიტაიშვილი, ნ. ნოზაძე - კომპიუტერული საინჟინრო გრაფიკა Autocad 2013. თბილისი: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2013 წ.

## ПОСТРОЕНИЕ 3D МОДЕЛИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕТАЛИ ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ AUTOCAD

Л. Кисишвили, Н. Никвашвили

### Резюме

С помощью программы AutoCAD строим 3D модель машиностроительной детали, которая имеет форму трубы разного диаметра в разных сечениях. Мы получаем модель трехмерной детали при помощи инструмента „Revolve“. Используя логические операции, такие как вычитание и объединение, создаем сложный твердотельный объект.

## CONSTRUCTION OF 3D MODEL OF MACHINE BUILDING DETAIL BY APPLICATION OF AUTOCAD SOFTWARE

L. Kisishvili, N. Nikvashvili

### Summary

By AutoCAD software let's construct of 3D model of machine building detail that has a shape of various diameter pipe in various sections. We obtain the model of three-dimensional detail by „Revolve“ tool. Building application of logical operations as subtraction and integration we create the complex solid body object.

უპკ 667.6

**მერქნის ნაკეთობების დასამზადებლად გამოყენებული  
ახალი ფეხო და ლაქ-საღებავი მასალები**

ი. ჩუთლაშვილი, ა. ინასარიძე

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

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია მერქნული ნაკეთობების წარმოებაში გამოყენებული წებოები, მათ მიმართ წაყენებული საერთო და სპეციალური მოთხოვნები, რომლებიც აუცილებლად უნდა იყოს გათვალისწინებული ყველა კონკრეტული შემთხვევისათვის. შერჩეულ უნდა იქნეს ისეთი წებოები, რომლებიც თავისი თვისებებით ყველაზე უკეთ აკმაყოფილებს მოცემულ კონკრეტულ პირობებს. სტატიაში განხილულია მერქნული ნაკეთობების წარმოებაში გამოსაყენებული თანამედროვე წებოები და ლაქ-საღებავი მასალები, მათი მოკლე ტექნოლოგიური დახასიათება.

**საკვანძო სიტყვები:** ცხოველმყოფელობა, ტრანსპორტაბელურობა, სიცოცხლისუნარიანობა, წყალმდეგობა, წებოს ფენის სიმტკიცე, ტოქსიკური თვისებები, მოპირკეთება, ლამინირება.

მერქნის ნაკეთობების დასამზადებლად გარდა მერქნისა და მერქნული მასალებისა გამოიყენება მთელი რიგი სახის ძირითადი და დამხმარე მასალები, მათ შორისაა წებოები და ლაქ-საღებავი მასალები.

წებოები ეწოდება ისეთ ნივთიერებებს, რომლებსაც გარკვეულ პირობებში ქიმიური რეაქციის, გაცივების ან გათბობის საფუძველზე აქვთ უნარი ერთმანეთთან შეაკავშიროს ერთნაირი ან სხვადასხვაგვარი მასალები: ლითონი, პლასტიკები, მერქანი, რეზინა, კერამიკა, ტყავი, ქალაღი, მინა, ქსოვილი და სხვა.

ადამიანი უხსოვარი დროიდან ხმარობს წებოებს და მჭიდვ მინერალურ ნივთიერებებს. ადამიანი ჯერ თინით აშენებდა სახლებს, შინაური ცხოველების მოშენების შემდეგ კი მან ისწავლა

წებოს მიღება ცხოველების ტყავისა და ძვლებისაგან, თანდათან ისწავლა აგრეთვე თევზისა და მცენარეული წებოების მიღება.

XIX საუკუნის ბოლოს და XX საუკუნის 20-30 წლებიდან მიღებულ და გამოყენებულ იქნა სინთეზური (ხელოვნური) წებოები.

მერქნული ნაკეთობების წარმოებაში ამჟამად გამოყენებული წებოები მრავალნაირია თავისი თვისებებით და გამოყენების პირობებით, ამიტომ მათი კლასიფიკაცია შეიძლება მრავალი ნიშნის მიხედვით: მათი წარმოშობის, მიღების წესის, გათბობასთან დამოკიდებულების და წყალმედვეობის მიხედვით.

წებოებს წაყენება მთელი რიგი მოთხოვნები, რომელთა შორის ძირითადია: მათი დამზადებისათვის საჭირო ნედლეულის არსებობა, ცხოველმყოფელობა, ტრანსპორტაბელურობა, მათში ტოქსიკური თვისებების მქონე თავისუფალ მდგომარეობაში მყოფი ქიმიური ნივთიერებების მცირე შემცველობა, წებოს ხსნარისათვის განსაზღვრული კონცენტრაციის და სიბლანტის მიცემის შესაძლებლობა, შესაწებ ზედაპირზე ხსნარის თანაბრად წასმის შესაძლებლობა, წებოს საკმარისი სიცოცხლისუნარიანობა, გამყარების მაქსიმალური სიჩქარე, წებოს ფენის მაქსიმალური სიმტკიცე.

გარდა ზემოჩამოთვლილი საერთო მოთხოვნებისა, ზოგიერთ წებოებს წაყენება დამატებითი მოთხოვნებიც, რომელიც განპირობებულია წარმოების თავისებურებებით და მზა შეწებილი ნაკეთობის დანიშნულებით.

ასე მაგალითად, შეწებილი ფანერისა და სხვადასხვა სახის ფილების მიღებისას, რომლებიც გამოიყენებიან გადიდებული ტენიანობის პირობებში (გემთ, ავია და მანქანათმშენებლობაში) საჭიროა გამოყენებულ იქნეს მაღალი წყალმედვეობის თვისებების მქონე ფისები.

წებოები, რომლებიც გამოიყენებიან ავეჯის დეტალების ან კვანძების შესაწებებლად უნდა იყოს უფერული, არ უნდა შედიოდნენ რეაქციაში მერქნის შემადგენელ ქიმიურ ელემენტებთან და არ უნდა იწვევდნენ ლაქების გაჩენას მერქნის ზედაპირზე.

ის წებოები, რომლებიც გამოიყენებიან მაღალი სიხშირის დენის ველში შეწებებისათვის უნდა ფლობდნენ გარკვეულ ელექტრულ თვისებებსაც.

როგორც ჩანს, წებოებისადმი წაყენებული მოთხოვნები მრავალგვარი და მრავალრიცხოვანია. ამჟამად არსებული ცნობილი წებოებიდან არც ერთი არ აკმაყოფილებს მათდამი წაყენებულ ყველა მოთხოვნას, ამიტომ პრაქტიკულად ყველა კონკრეტული შემთხვევისათვის საჭიროა შერჩეულ იქნეს ისეთი წებოები, რომლებიც თავისი თვისებებით ყველაზე უკეთ აკმაყოფილებს მოცემულ კონკრეტულ პირობებს.

მერქნული ნაკეთობების წარმოებაში ძირითადად გამოიყენება ცხოველური და სინთეზური წებოები. ცხოველური წებოებია: გლუტინის, კაზეინის და ალბუმინის. სინთეზური წებოებიდან კი მერქნული ნაკეთობების წარმოებაში გამოიყენება ფენოლ-ფორმალდეჰიდის, შარლოვანა-ფორმალდეჰიდის და მელამინ-ფორმალდეჰიდის ფისები.

ლამინირებული ფილების გამოყენებამ მნიშვნელოვნად შეამცირა ტრადიციული ხმარებადი წებოების გამოყენების სფერო.

ამჟამად ფართოდ გამოიყენება წებოები, რომელთა დანიშნულებაა ძირითადად სამონტაჟო სამუშაოების ჩატარება (მცირე ზომის დეტალების შესაერთებლად, რაიმე ორი დეტალის ერთმანეთთან დასამაგრებლად და სხვა). ამ წებოების გამოშვება ხდება მცირე ზომის ქილებით, რომლებშიც ძირითადად მოთავსებულია 200 1000 გრ წებო.

ასეთი წებოები საქართველოში შემოდის თურქეთიდან, პოლანდიიდან, გერმანიიდან, ფინეთიდან, ირანიდან და სხვა სახელმწიფოებიდან.

ქვემოთ მოყვანილია რამდენიმე ასეთი წებოს მოკლე დახასიათება:

– წებო „PVA“ (ირანი) – ეს წებო ემსგავსება წებო PBA-ს. გამოიყენება მერქნის, კარდონის, ქალაღის, ლინოლეუმის, ტყავის და სხვა მასალების შესაწებებლად.

– წებო „MONTAG KIT“ (პოლანდია) – ეს წებო სუპერ ძლიერი, სწრაფი შეწებების უნარის მქონეა. აწებებს ბეტონს, აგურს, მერქანს, რკინას, თაბაშირს. არ გამოიყენება პოლისტიროლის და პროლიპროპილენის შესაწებებლად.

შეწებების წინ ზედაპირი უნდა იყოს მშრალი, მტვრისა და ცხიმის ლაქების გარეშე. წებო ესხმება მხოლოდ ერთ ზედაპირს წერტილ-წერტილ ან ზოლებად (20 40 სმ შუალედებით). შემდეგ დეტალები ერთმანეთს ეჭირება და ასე ფიქსირდება 24 სთ-ის განმავლობაში. შეწებება შეიძლება ჩატარდეს +5 40 -ი ტემპერატურისას.

– წებო „PA 360“ (გერმანულ-თურქული). ამ წებოთი შეწებება შეიძლება მაღალი ტენიანობის პირობებშიც: მას გააჩნია მაღალი ადგეზიის უნარი მერქანთან. პოლიურეთანი

წებო ავეჯის დეტალებს ესხმება თხელ ფენად, შეერთების შემდეგ საჭიროა 4 სთ-ის განმავლობაში დეტალები იყვნენ მოჭიმულ მდგომარეობაში. წებოს შრე არის თბოგამძლე, ინარჩუნებს შეწებების უნარს -40 +100 ჰაერის ტემპერატურის პირობებში.

– წებო „EXTREME GRIP“ (პოლანდია), სუპერ ძლიერი წებოა, არ შეიცავს გამხსნელს და დაფუძნებულია პოლიმერ-აკრილატის დისპერსიაზე ყველა სახის მასალის, ძირითადად კი ფოროვანი და ნაპრალებიანი ზედაპირების შესაწებებლად. თუ შესაწები ზედაპირები ორივე გლუვია, აუცილებელია ერთ-ერთი ზედაპირი გავხადოთ ფოროვანი. ეს წებო არ გამოიყენება

მუდმივად წყალთან შეხების ადგილებში. შესაწები ზედაპირები უნდა იყოს სუფთა, უმჯობესია ზედაპირები გავწმინდოთ აცეტონით.

წებო ესხმება ერთ-ერთ ზედაპირს, ძირითადი დეტალების კუთხეებში და კიდეებზე. დეტალები მჭიდროდ უნდა შეერთდეს ერთმანეთთან ან გამოვიყენოთ საბრჯენები. 24 სთ-ის შემდეგ შეწებილი მასალა მზად არის გამოსაყენებლად.

წებოს ლაქები და ნარჩენები ადვილად შორდება მექანიკური გზით.

– წებო „MOOD SEAIANT“ (ჰოლანდია), იმალლესი ხარისხის შემავსებელი წებოა, გამოიყენება ლამინატის პარკეტის, იატაკის, ხის ნაკეთობების ბმულების და ხარვეზების შესავსებად. აგრეთვე კედელსა და კიბეებს შორის, იატაკსა და გათბობის მილებს შორის დაცილებების შესავსებად. შევსებული მასალები გამოყენებისათვის მზად არის 30 60 წთ-ის შემდეგ. შევსების სიღრმე არ უნდა აღემატებოდეს 6 24 სმ-ს.

წებოს ლაქები და ნარჩენები ადვილად შორდება წყლით.

– წებო „SMILE D3“ (ფინეთი), ეს წებო იწარმოება 1, 2, 3, 5, 10, 20 და 32კგ-იანი ჭურჭლით.

იგი გამოიყენება ყველა ჯიშის მერქნის, მბფ-ს, შეწებილი ფანერის, ახილი შპონის, ლამინირებული მასალის, ქსოვილის, ტყავის და სხვა მასალების შესაწებებლად. აგრეთვე გამოიყენება ავეჯის აწყობისას და რემონტისას.

წებო არ ცვლის მერქნის ფერს, აქვს მაღალი თერმომდეგობა, წარმოქმნის მაღალი სიმტკიცის ელასტიურ წებოს შრეს.

შეწებება შეიძლება +10 ჰაერის ტემპერატურის ზევით. მერქნის ტენიანობა ამ დროს უნდა იყოს 8 12%-ის ფარგლებში.

– წებო „BISON KIT“ (ჰოლანდია), ეს წებო გამოიყენება ტყავის, ლინოლეუმის, ტექსტილის, მერქნის და სხვა მასალების შესაწებებლად. ეს წებო ესხმება ორ ფენად. პირველი ფენის წასმის შემდეგ უნდა ცოტა ხანს დავაცადოთ, რათა გაშრეს, შემდეგ ესმება მეორე ფენა, რის შემდეგ ხდება დეტალების ერთმანეთთან შეერთება.

– წებოები „TIMBER MAX“ და „SPP FIX“ ისინი ემსგავსებიან „ბიზონ კიდს“, ძლიერი წებოებია, შეიძლება ვიხმაროთ ტენიანი მერქნის შესაწებებლად. ისინი ესხმება ერთ ზედაპირს ერთჯერ.

– წებო „MDF KIT“ (ჰოლანდია), „STERN“ (თურქეთი). ისინი ორკომპონენტური წებოებია, ამ შემთხვევაში ერთ ზედაპირს ესხმება წებოს ერთი კომპონენტი, მეორეს კი მეორე კომპონენტი. შემდეგ ხდება დეტალების სწრაფი შეერთება ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე.



– წებო „TITEBOND II და III“ (აშშ). იგი არის მაღალტექნოლოგიური სადურგლო წებო. გამოირჩევა მაღალისიმტკიცით, გამოიყენება დაბალ ტემპერატურებზეც, არ შეიცავს გამხსნელებს. საკვებ პროდუქტებთან ურთიერთობისას საშიში არ არის, იგი არატოქსიკურია, წყალგამძლეა. იგი შეიძლება გამოყენებული იქნეს როგორც შენობაში, ისე გარე პირობებში.

ფილების ლამინირებამ განსაკუთრებით დადებითად იმოქმედა მერქნული ნაკეთობების ერთ-ერთ ძირითად ოპერაციაზე – მოპირკეთებაზე.

მოპირკეთების ქვეშ იგულისხმება მერქნული ნაკეთობების ზედაპირის ყოველგვარი დამუშავება, რომელიც მიმართულია ნაკეთობის გარე სახის გაუმჯობესებისაკენ და მისი ზედაპირის დაცვისაკენ გარემოს მავნე ფაქტორების ზემოქმედებისაგან.

მერქნული ნაკეთობების მოპირკეთება ტექნოლოგიური პროცესი რთული და მრავალფეროვანია. იგი შედგება მთელი რიგი ოპერაციებისაგან, შესაბამისად გამოყენებულია სხვადასხვა დანიშნულების და დასახელების მასალები, როგორცაა: ლაქები, გამჭვირვალე და გაუმჭვირი გრუნტი, ფორშემავსებლები, საფითხები, საღებავები, პიგმენტები, გამხსნელები და მრავალი სხვა ნივთიერებები.

იმის და მიხედვით, თუ რა ტიპის ლაქებია გამოყენებული ნაკეთობების მოპირკეთებისათვის ტექნოლოგიური პროცესიც შედგება მთელი რიგი ოპერაციებისაგან.

- ფილის ზედაპირის ზედმიწევნით გასუფთავება;
- შეღებვა;
- ფორშემავსება;
- გრუნტვა;
- შეღებვა;
- შუალედებში შრობა;
- შუალედებში ხეხა;
- ლაქის დატანა;
- ზედაპირების გათანაბრება;
- ზედაპირების გაპრიალება;
- ზეთის მოცილება.

მოპირკეთების ეს ოპერაციები სრულდება სხვადასხვა კონსტრუქციის ჩარხ-დანადგარებზე, ოპერაციების დაწყების წინ კი საჭიროა დიდი საწარმოო ფართები, რაც მთავარია, აუცილებელი არის აგრეთვე მოპირკეთების საამქროებში დაცული იქნას გარემოს უსაფრთხოების დაცვის განსაკუთრებული პირობები.

ფილების ლამინირებამ გამოტოვა რა მოპირკეთების ოპერაციები, მოგვცა დიდი ეკონომია, მაგრამ ზოგიერთი ნაკეთობების მოპირკეთება მაინც დარჩა აუცილებელ ტექნოლოგიურ სტადიად. საზღვარგარეთ ამჟამად იწარმოება მრავალი სხვადასხვა ტიპის ლაქ-საღებავები.

გერმანიაში ფირმა ADLER აწარმოებს მაღალხარისხოვან ორკომპონენტულ პოლიურეთანის ფუძეზე დამზადებულ გამჭვირვალე ლაქს „PUR-ANTISCRATCH-HQ“, რომელიც ხასიათდება მექანიკური და ქიმიური მდგრადობით, მის მიერ წარმოქმნილი აფსკი განსაკუთრებით მდგრადია ნაჩხაპნების და ბზარებისადმი. ეს ლაქები არ შეიცავენ გამსხნელებს, არომატულ წყალბადებს. იგი ძნელად აალებადი და ძნელად მწვადი მასალაა.

გამოყენება შენობის შიდა გამოყენებად ავეჯში. მისი მაღალი მექანიკური და ქიმიური მდგრადობის თვისებების გამო, ძირითადად გამოიყენება სასტუმროების, სასწავლო დაწესებულებების და საოფისე დაწესებულებების მერქნული ნაკეთობების მოსაპირკეთებლად.

თურქეთის ფირმა „DULUX“-ი და გერმანული ფირმა „KUPAROLL“ უშვებენ სპეციალურად იატაკის მოპირკეთებისათვის წყლის ფუძეზე დამზადებულ ერთ და ორკომპონენტულ ლაქს, რომლის დატანა ადვილია, მაგრამ მოითხოვს ტექნოლოგიური პროცესის ზუსტ დაცვას. ლაქის დატანისას ჰაერის ტემპერატურა უნდა იყოს +20 -ის ფარგლებში, რაც განაპირობებს ლაქის აფსკის მაღალ მდგრადობას.

იატაკის დატვირთულობის დონის და მიხედვით, ლაქის დატანა ხდება 3 4 ფენად.

– იტალია-გერმანიის ფირმა „BIOLAR“-ი უშვებს ფორმალდეჰიდის ფუძეზე დამზადებულ ლაქს. ეს ლაქი წინასწარ იხსნება გამსხნელთან შეფარდებით 10:1, გამსხნელად გამოიყენება გამსხნელი 646, კარგად ირევა და საჭიროა დაყოვნება 10 15 წუთის განმავლობაში. იგი დაცული უნდა იყოს ორპირი ქარის და მზის ზემოქმედებისაგან.

ლაქის პირველი პირის დატანის შემდეგ საჭიროა დაყოვნება და ზუმფარით დამუშავება, შემდეგ დაიტანება ლაქის კიდევ 1 2 ფენა, შრობა უნდა მოხდეს ჰაერის 20°C-ის პირობებში, ხოლო ტენიანობა უნდა იყოს 50 55%.

აფსკის გასაშრობად საჭიროა 1 2 სთ, ხოლო საბოლოო გასამყარებლად კი 1 კვირა.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. ბ. ბოქლიშვილი - „მერქნული მასალებისა და მერქნის ნაკეთობათა ტექნოლოგია“. გამომც. „სტუ“, თბილისი, 2004.
2. გ. კონაში და სხვები - „ლამინირებული მზღ წარმოების გამოცდილება კოსტოპოლსკის DCK-ში“. გამომც. ჟურნალი „ხის დამამუშავებელი წარმოება“, 1976.

3. რ. ტომკინა - „სინთეზური ფისები ხის დამუშავებაში“. გამომც. „სატყეო მრეწველობა“, მ., 1971.
4. ღორონინი და სხვები - „სინთეზური ფისები ხის დამუშავებაში“. გამომც. „სატყეო მრეწველობა“, მ., 1987.

**НОВЫЕ КЛЕИ И ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ,  
ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ  
ИЗ ДРЕВЕСИНЫ**

**И. Чутлашвили, А. Инасаридзе**

**Резюме**

В статье рассмотрены клеи, использованные в производстве изделий из древесины, общие и специальные требования выдвинутые в их отношении, которые непременно должны быть предусмотрены для всех конкретных случаев. Должны быть выбраны такие клеи, которые своими качествами лучше всех удовлетворяют данные конкретные условия. В статье рассмотрены современные клеи и лакокрасочные материалы, использованные в производстве изделий из древесины, их краткие технологические свойства.

**NEW ADHESIVES AND PAINTS-VARNISHES USED FOR  
PREPARATION OF WOODY PRODUCTS**

**I. Chutlashvili, A. Inasaridze**

**Summary**

In the article are studied new adhesives used to the manufacture of woody products, general and special requirements put forward in their relationship, which is not applicable shall be provided for all individual cases. Should be selected such adhesives that its qualities best meet these specific conditions. In the article are studied modern adhesives and paints-varnishes used to the manufacture of woody products, theirs brief technological properties.

შპს. 629 (472.2)

**სატვირთო ვაგონების ურიკის გვერდითი და რესორებზედა  
ქმედების გატეხვის მიზეზები**

**დ. კბილაშვილი, თ. გრიგორაშვილი**

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

**რეზიუმე:** სატვირთო ვაგონების ტვირთამწეობის გაზრდის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს სავალ ნაწილებში ურიკების გამოყენება. ურიკები აერთიანებენ ორ ან რამოდენიმე წყვილთვალს. ტვირთამწეობის გაზრდასთან ერთად ურიკები, რომელთაც საშუალება აქვთ შემობრუნდნენ ვაგონის ძარის ვრცელი ღერძის მიმართ, ადვილებენ ვაგონების მრუდებში ჩაწერას. საქართველოს რკინიგზის კუთვნილი სატვირთო ვაგონები აღჭურვილნი არიან 18-100 მოდელის ორღერძიანი ურიკებით. 18-100 მოდელის ურიკების ძირითადი ნაწილებია გვერდითი და რესორებზედა ძელები. მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის საკითხში დიდ როლს თამაშობს ურიკის გვერდითი და რესორებზედა ძელების ტექნიკური მდგომარეობა. ნაშრომში სისტემატიზირებულია გვერდითი და რესორებზედა ძელების უწყესივრობანი და განხილულია მათი გატეხვის მიზეზები.

**საკვანძო სიტყვები:** 18-100 მოდელის სატვირთო ვაგონის ურიკა, მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოება, ურიკის გვერდითი და რესორებზედა ძელები.

**შეჯავალი**

დღევანდელი გეოპოლიტიკური სიტუაციიდან გამომდინარე საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალმა აღმოსავლეთ-დასავლეთის სატრანსპორტო კორიდორმა მიიღო ახალი დატვირთვა, რაც გამოწვეულია ეკონომიკის გლობალიზაციის პროცესებიდან გამომდინარე ტვირთბრუნვის მოცულობის ზრდით ევროპა და აზიას შორის, რადგანაც ეს მარშრუტი უმოკლესია და შესაძლებელია ტვირთების გადატანა სწრაფად და იაფად.

აღნიშნული ამოცანის წარმატებით გადაჭრა მოითხოვს სატვირთო ვაგონების ტვირთამწეობის გაზრდას და მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოებას. ყოველივე ეს დიდად არის დამოკიდებული სატვირთო ვაგონების ურიკების გვერდით და რესორებზედა ძელების საიმედო მუშაობაზე.

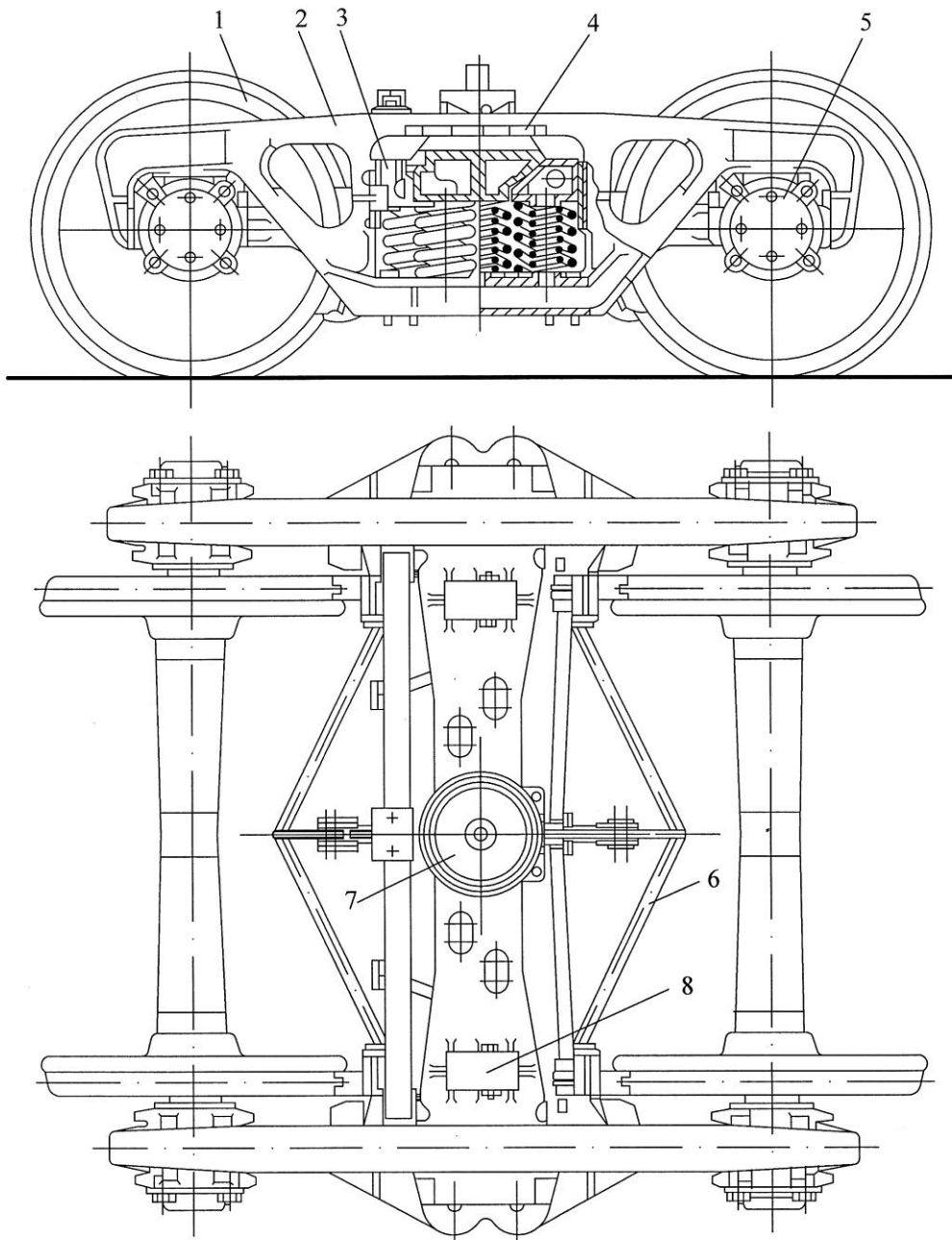
### პირითადი ნაწილი

სატვირთო ვაგონების ტვირთამწეობის და ბაზის გაზრდის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს ვაგონის ქვეშ შეგორებული წყვილთვლების რაოდენობის გაზრდა. ვაგონის ჩარჩოზე ხისტად შეერთებული გაზრდილი რაოდენობის წყვილთვლები აუარესებენ ვაგონის ჩაწერას მრუდებში. აქედან გამომდინარე აუცილებელი გახდა ვაგონების სავალ ნაწილებში ურიკების გამოყენება. ურიკები აერთიანებენ ორ ან რამოდენიმე წყვილთვალს, რითაც იზრდება ვაგონის ტვირთამწეობა. ამავე დროს ურიკებს საშუალება აქვს შემობრუნდეს ვაგონის ჩარჩოს გრძივი ღერძის მიმართ, რაც აადვილებს მოძრავი შემადგენლობის მრუდებში ჩაწერას.

საქართველოს რკინიგზის კუთვნილი სატვირთო ვაგონების 90% აღჭურვილნი არიან 18-100 მოდელის ორღერძიანი ურიკებით (ნახ. 1). 18-100 მოდელის ურიკა შედგება ორი წყვილთვალისაგან, ორი გვერდითი და ერთი რესორებზედა ძელისგან, ცენტრალური რესორული ჩამოკიდებულებისაგან და სამუხრუჭე გადაცემისგან [1].

გვერდითი და რესორებზედა ძელები ჩამოსხმულია 20ΦII და 20ΓΦII მარკის დაბალლევირებული ფოლადისაგან. რესორებზედა ძელის დანიშნულებაა საქუსლის ან ჰორიზონტალური მცოციების საშუალებით მიიღოს დატვირთვა ვაგონის ძარიდან და ცენტრალური რესორული ჩამოკიდებულების საშუალებით გადასცეს იგი გვერდით ძელებს. გვერდითი ძელები თავის მხრივ მიღებულ დატვირთვას საბუქსე კვანძის საშუალებით გადასცემენ წყვილთვალს. სატვირთო ვაგონებში, რომლების ქვეშაც შეგორებულია 18-100 მოდელის ურიკები, დატვირთვა ვაგონის ძარიდან ურიკას გადაეცემა საქუსლის საშუალებით (ვაგონის ძარა ეყრდნობა ურიკის რესორებზედა ძელს საქუსლეში, ხოლო ვაგონის ძარის მცოციებს და რესორებზედა ძელზე განთავსებულ მცოციებს შორის უნდა იყოს ღრეჩო). რესორებზედა ძელი თავის მხრივ ფრიქციული სოლების და ცენტრალური ჩამოკიდებულების ზამბარების (რომლებიც განთავსებულნი არიან გვერდითი ძელის ღიობში) საშუალებით დატვირთვას გადასცემს გვერდით ძელს, ეს უკანასკნელი კი ბუქსების საყრდენის საშუალებით დატვირთვას გადასცემს წყვილთვალის ბუქსს. ვაგონების მოძრაობისას იმის გამო, რომ წყვილთვლების გორვის ზედაპირი არის კონუსური ლიანდაგის სწორ უბანზეც კი ხდება ურიკის გრძივი ღერძის გადახრა ვაგონის გრძივი ღერძის მიმართ. ასეთ სიტუაციაში ვერტიკალური დატვირთვის ნაწილი გადაეცემა ჰორიზონტალურ სრიალებს, იზრდება

დატვირთვები სატაბიკე კვანძში და რესორებზე და გვერდით ძელები განიცდიან დამატებით დატვირთვებს [2].



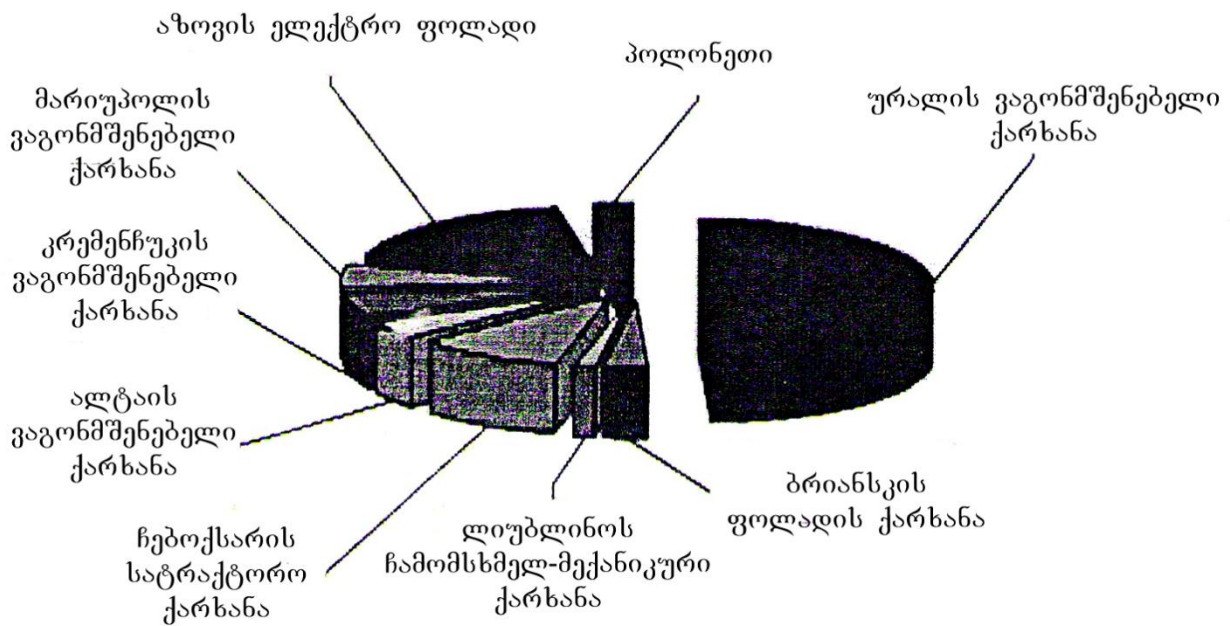
ნახ. 1. 18-100 (ЦННН-Х3) მოდელის სატვირთო ვაგონის ურიკა

1. წვევითვალი; 2. გვერდითი ძელი; 3. ფრიქციული სოლი; 4. რესორებზე და ძელი;  
5. საბუქსე კვანძი; 6. სამუხრუჭე გადაცემა; 7. საქუსლე; 8. მცოცია.

გვერდითი და რესორებზე და ძელების დაპროექტების და დამზადების დროს ითვალისწინებენ მათ მზიდ თვისებებს, თვისებებს დალილობის მიმართ, რომ მათ შეეძლოთ მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობის უზრუნველყოფა დასახული საექსპლუატაციო დატვირთვების და სხვადასხვა კლიმატური პირობების დროს.

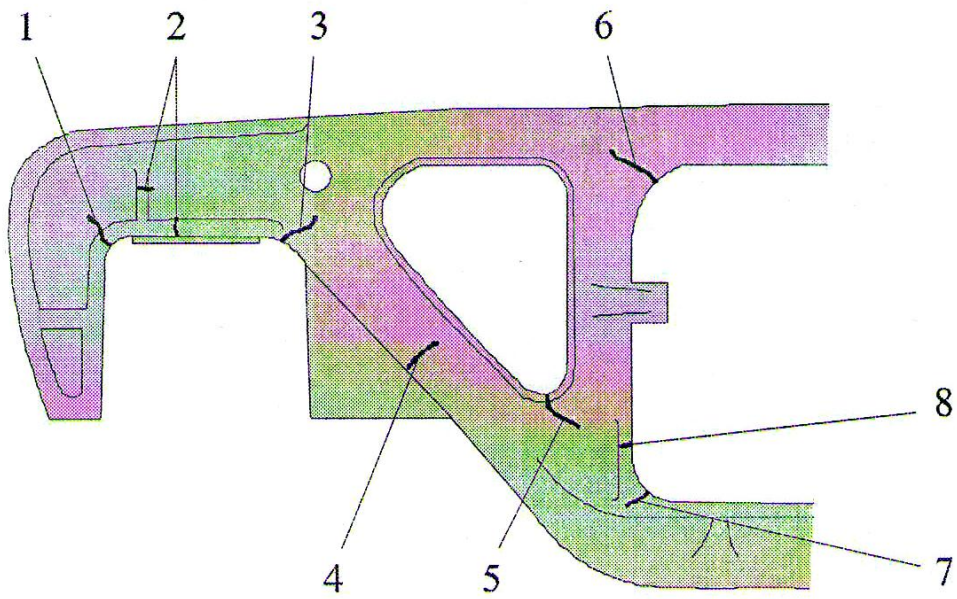
სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების და საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიური ბიუროების სპეციალისტების მიერ შესრულებული კომპლექსური გამოკვლევებით, დაკვირვებით ექსპლუატაციაში და სარემონტო წარმოებების მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია 18-100 მოდელის ურიკის გვერდითი და რესორებზედა ძელების გატეხვის მიზეზები. შემოთავაზებულია ღონისძიებების და სამუშაოთა კომპლექსი ზემოთ აღნიშნულის აღმოსაფხვრელად.

მიუხედავად მრავალი ღონისძიებების დასახვისა და შესრულებისა ექსპლუატაციაში ისევ აქვს ადგილი გვერდითი და რესორებზედა ძელების გატეხვას. მხოლოდ 2010 წლის განმავლობაში რკინიგზების ცენტრალური საბჭოს მასშტაბით მოხდა 21 გვერდითი ძელის გატეხვა. გვერდითი და რესორებზედა ძელების საიმედოობა დიდად არის დამოკიდებული ქარხანა-დამამზადებლის ტექნიკურ აღჭურვილობაზე. ქარხანა-დამამზადებლის მიზეზით გამოწვეული წუნების გრაფიკული გამოსახულება მოცემულია ნახ. 2-ზე.

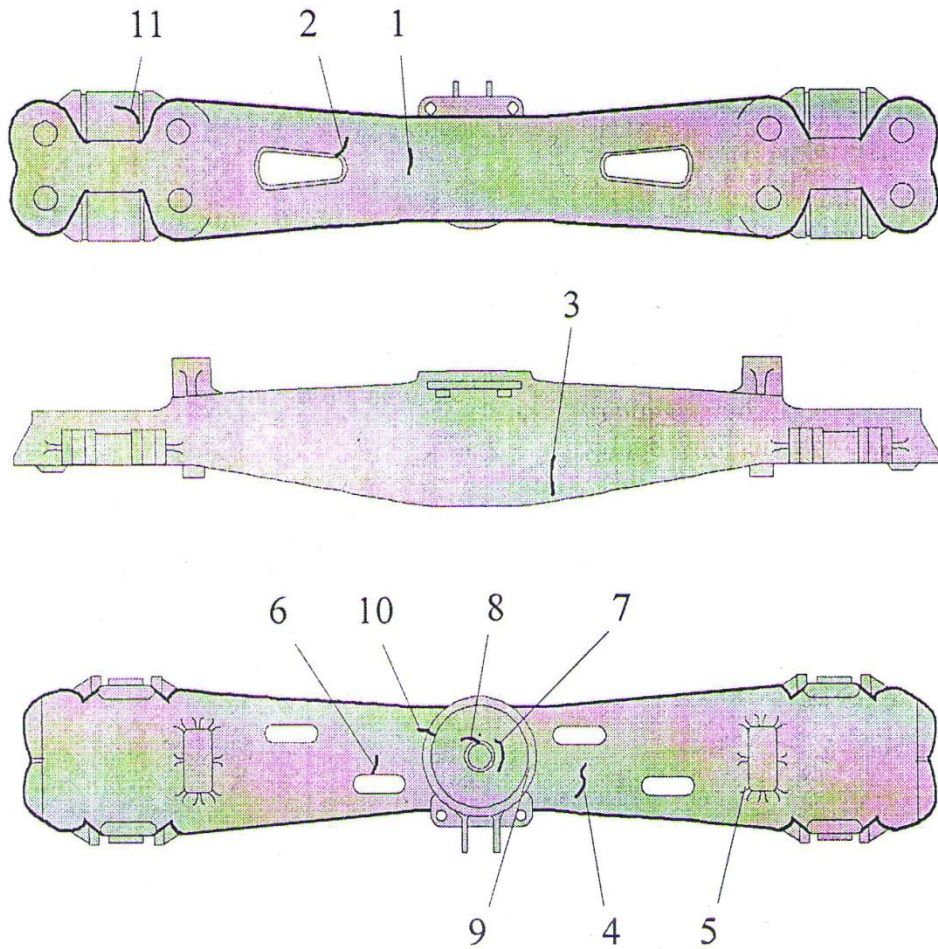


ნახ. 2. გვერდითი და რესორებზედა ძელების გატეხვის განაწილება 2006-2015 წლებში ქარხანა-დამამზადებლების მიხედვით

გვერდითი და რესორებზედა ძელების ძირითადი უწყისივრობები, რომელთაც შეუძლიათ გამოიწვიოს მათი გატეხვა წარმოდგენილია ნახ. 3 და ნახ. 4, ხოლო მათი მახასიათებლები ცხრილებში 1 და 2 [3].



ნახ. 3. 18-100 მოდელის ურიკის გვერდითი ძელის ძირითადი დეფექტები



ნახ. 4. 18-100 მოდელის ურიკის რესორებზედა ძელის ძირითადი დეფექტები



გვერდითი ძელების დაწუნების კრიტერიუმები

ცხრილი 1

№	კონტროლის ზონა	დეფექტების სახე	დაწუნების კრიტერიუმი	მიღებული ზომები
1	საბუქსე ღიობის კუთხე	განივი, დახრილი, ზედაპირული და სიღრმისეული ბზარები	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
		ჩამოსხმითი ნიჟარები	სიგრძეს არ აქვს მნიშვნელობა, სიღრმე 2 მმ-ზე მეტი	წუნი
2	საბუქსე ღიობის ზედა თარო და ნაწიბური	ნებისმიერი მიმართულების ზედაპირული და სიღრმისეული ბზარები	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
	საბუქსე ღიობის გამაძლიერებელი წიბო	ნებისმიერი მიმართულების ზედაპირული და სიღრმისეული ბზარები	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
3	საბუქსე ღიობის შიგა კუთხე	განივი, დახრილი, ზედაპირული და სიღრმისეული ბზარები	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
		ჩამოსხმითი ნიჟარები	სიგრძეს არ აქვს მნიშვნელობა, სიღრმე 2 მმ-ზე მეტი	წუნი
4	დახრილი სარტყელი	განივი, დახრილი, ზედაპირული და სიღრმისეული ბზარები	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
		ჩამოსხმითი ნიჟარები	სიგრძეს არ აქვს მნიშვნელობა, სიღრმე 2 მმ-ზე მეტი	წუნი
5	ტექნოლოგიური ჭრილის ნაწიბური	გრძივი, დახრილი, ზედაპირული და სიღრმისეული ბზარები	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
6	რესორული ღიობის ზედა კუთხე	განივი, დახრილი, ზედაპირული და სიღრმისეული ბზარები	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
		ჩამოსხმითი ნიჟარები	სიგრძეს არ აქვს მნიშვნელობა, სიღრმე 2 მმ-ზე მეტი	წუნი
7	რესორული ღიობის ქვედა კუთხე	განივი, დახრილი, ზედაპირული და სიღრმისეული ბზარები	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი

		ჩამოსხმითი ნიჟარები	სიგრძეს არ აქვს მნიშვნელობა, სიღრმე 2 მმ-ზე მეტი	წუნი
8	რესორული ღიობის გამაძლიერებელი წიბო	გრძივი, დახრილი, ზედაპირული და სიღრმისეული ბზარები	გადიან შეღუდების ზედაპირზე	წუნი
			არ გადიან შეღუდების ზედაპირზე	შეკეთება

რესორებზედა ძელების დაწუნების კრიტერიუმები

ცხრილი 2

№	კონტროლის ზონა	დეფექტების სახე	დაწუნების კრიტერიუმი	მიღებული ზომები
1	ქვედა სარტყელი 800 ÷ 1000 მმ სიგრძეზე	განივი და დახრილი ბზარები	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
		ჩამოსხმითი ნიჟარები	2 მმ-ზე მეტი სიღრმის	წუნი
2	ქვედა სარტყელის ტექნოლოგიური ხვრელების წიბოები	გრძივი, განივი და დახრილი ბზარები	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
3	გვერდითი კედლები 800 ÷ 1000 მმ სიგრძეზე	განივი და დახრილი ბზარები	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
		ჩამოსხმითი ნიჟარები	30 მმ-ზე ნაკლები სიგრძის	შეკეთდება
			2 მმ-ზე მეტი სიღრმის	წუნი
4	ზედა სარტყელი 800 ÷ 1000 მმ სიგრძეზე	განივი და დახრილი ბზარები	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
		გრძივი ბზარები	ჯამური სიგრძე 250 მმ-ზე ნაკლები	შეკეთდება
			ჯამური სიგრძე 250 მმ-ზე ნაკლები	წუნი
		ჩამოსხმითი ნიჟარები	სიგრძით 30 მმ-ზე ნაკლები სიღრმით 2 მმ-ზე ნაკლები	შეკეთდება
			სიგრძით 30 მმ-ზე მეტი სიღრმით 2 მმ-ზე მეტი	წუნი
5	ზედა სარტყელის	განივი და დახრილი ბზარები, რომლებიც	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი

	გადასვლა სრიალების საყრდენებთან	გადადიან ზედა სარტყელზე		
		იგივე და არ გადადიან ზედა სარტყელზე	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	შეკეთდება
6	ზედა სარტყელის ტექნოლოგიური ნახვრეტების წიბოები	განივი და დახრილი ბზარები	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
7	საქუსლის საყრდენი ზედაპირი	ნებისმიერი კონფიგურაციის ბზარები, რომლებიც არ გამოდიან საქუსლის გარე ბურტიკზე	ჯამური სიგრძე 250 მმ-ზე მეტი	წუნი
			ჯამური სიგრძე 250 მმ-ზე ნაკლები	რემონტი
8 9	საქუსლის შიგა და გარე ბურტიკი	ბზარები, რომლებიც გამოდიან შეუღლების ზედაპირებზე	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
			ბზარები, რომლებიც არ გამოდიან შეუღლების ზედაპირებზე	რემონტი
10	საქუსლის გარე ბურტიკიდან გადასვლა ზედა სარტყელში	ყველანაირი ბზარები	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
11	გადასვლა დახრილ სიბრტყეზე	განივი და დახრილი ბზარები, რომლებიც გადადიან შიგა სიბრტყეზე	ზომას არ აქვს მნიშვნელობა	წუნი
		იგივე არ გადადიან შიგა სიბრტყეზე	რემონტი	

### დასკვნა

სატვირთო ვაგონების 18-100 მოდელის ურიკების გვერდითი და რესორებზედა ძელების ტექნიკურ გამართულობას ექსპლუატაციაში დიდი როლი ენიჭება მატარებლის მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის საკითხებში. აქედან გამომდინარე აქტუალურია მათი მწყობრიდან გამოსვლის მიზეზების შესწავლა-სისტემატიზაცია მათი მუშაობის საიმედოობის ამაღლების მიზნით.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. **ი. როინიშვილი** - ვაგონები. კონსტრუქცია, თეორია, გაანგარიშება. თბილისი. განათლება. 1988. 375 გვ.
2. **Н.Ф. Пастухов, В.В. Пигунов, Р.О. Кошкалда** - Конструкция вагонов. М.: Желдориздат. 2000 - 504 с.

3. Инструкция по неразрушающему контролю литых деталей тележки модели 18-100 грузовых вагонов при продлении срока службы. М.: 2008 – 48 с.

## **REASONS OF FAILURE OF FREIGHT CARRIAGES BOGIE LATERAL BEAMS AND BOLSTERS**

**D. Kbilashvili, T. Grigorashvili**

### **Summary**

Necessary condition for increasing of capacity of freight carriages represents the application of bogies in running parts. The Georgia Railways owned freight carriages are equipped building 18-100 two-axle bogies. The main components of 18-100 model bogies are lateral beams and bogie bolsters. In issues of providing of trains traffic safety plays significant role the technical state of bogies lateral beams and bolsters. In the article is systemized the failures of of bogies lateral beams and bolsters and are considered reasons of their failures.

## **ПРИЧИНЫ ИЗОМА БОКОВЫХ И НАДРЕССОРНЫХ БАЛОК ТЕЛЕЖЕК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ**

**Д. Кбилашвили, Т. Григорашвили**

### **Резюме**

Применение тележек в качестве ходовых частей обусловлено необходимостью создания вагонов с увеличенной грузоподъемностью и большой базой. Грузовые вагоны Грузинской железной дороги оборудованы двухосными тележками модели 18-100. Основными частями тележек модели 18-100 являются боковые и надрессорные балки. Исправное техническое состояние указанных балок влияют огромное значение по обеспечению безопасного движения поездов. В работе систематизированы неисправности боковых и надрессорных балок и причины их изломов.

შპპ. 629 (472.2)

**სატვირთო ვაგონების ურიკის საბუქსე კვანძების  
დიაგნოსტიკის თანამედროვე მეთოდები**

**ზ. პატურაშვილი, თ. გრიგორაშვილი**

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

**რეზიუმე:** ჩვენი ქვეყნის სატრანსპორტო სისტემის ერთ-ერთ ძირითად დარგს წარმოადგენს სარკინიგზო ტრანსპორტი, რომელიც დიდი სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობისაა. მის ძირითად ფუნქციას წარმოადგენს ტვირთგადაზიდვაზე და მგზავრთა გადაყვანაზე, როგორც სახელმწიფოებრივი დაკვეთების, ასევე მოსახლეობის მზარდი მოთხოვნილებების სრული, სწრაფი და შეუფერხებელი შესრულება. ტრანსპორტის ამ სახეობას ასევე განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს სამხედრო-სტრატეგიული დანიშნულებითაც. სარკინიგზო ტრანსპორტით ტვირთების გადაზიდვა ხორციელდება სხვადასხვა ტიპის და დანიშნულების სატვირთო ვაგონებით. მიუხედავად კონსტრუქციული განსხვავებისა სატვირთო ვაგონები აღჭურვილნი არიან ერთნაირი გორგოლაჭსაკისრებიანი ბუქსებით. სტატიაში განხილულია სატვირთო ვაგონების ბუქსების შესაძლო უწყესივრობანი და მათი საიმედოობის ამაღლების აუცილებელი დიაგნოსტიკის მეთოდები.

**საკვანძო სიტყვები:** მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობა, სატვირთო ვაგონების გორგოლაჭსაკისრებიანი ბუქსები, ბუქსების უწყესივრობანი და ბუქსების დიაგნოსტიკის მეთოდები.

**შესავალი**

საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპი ხასიათდება ტვირთბრუნვის და მგზავრნაკადის გაზრდილი მაჩვენებლებით, რომელთა უზრუნველყოფა, სხვა სახის ტრანსპორტთან ერთად, შესაძლებელია სარკინიგზო ტრანსპორტით, მისი შესაბამისი სავაგონო პარკის შექმნითა და მომსახურების დონის ამაღლებით.

რკინიგზის სავაგონო პარკის განვითარება გულისხმობს არა მარტო მის რაოდენობრივ ზრდას, სამგზავრო, სატვირთო და სპეციალური ვაგონის თავისებურების, კონსტრუქციული სიმტკიცისა და საიმედოობის განუხრელ ამაღლებას. აუცილებელია, ვაგონის ძარის კონსტრუქციული სიმტკიცის ან მისი სავალი ნაწილის საიმედო მუშაობის მიზნით, პროექტირების საწყის ეტაპზევე, გათვალისწინებულ იქნეს ის მზარდი დინამიკური დატვირთვები, რომელიც წარმოიშვებიან ვაგონის მოძრაობისას ვაგონისა და ლიანდაგის ურთიერთქმედების ძალით, ლიანდაგისა და ვაგონის თვლის მუშა ზედაპირის უთანაბრობებით, ვაგონის რესორული ჩამოკიდების არასტაბილური მახასიათებელი პარამეტრებით, ვაგონის ძარაზე მოთავსებული ტვირთის სახეობით და ა.შ. ყოველივე ამის მისაღწევად აუცილებელია ვაგონების ძირითადი კვანძების საიმედოობის ამაღლება. ვაგონების ერთ-ერთ ძირითად კვანძს მიეკუთვნება სავალი ნაწილები. სავალ ნაწილებში გაერთიანებულია ურიკები და წყვილთვლები ბუქსებით. ბუქსების ექსპლუატაციაში მომსახურების და რემონტისდონის ამაღლება დიდ როლს თამაშობს მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობის უზრუნველყოფის საქმეში. ამიტომ ბუქსები დიაგნოსტიკის თანამედროვე მეთოდების დანერგვა წარმოადგენს აქტუალურ საკითხს.

### ძირითადი ნაწილი

ვაგონების უსაფრთხო მოძრაობის საკითხში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება საბუქსე კვანძების ტექნიკურ მდგომარეობას და მათი მომსახურების ხარისხის ამაღლებას. საბუქსე კვანძების ტექნიკური მომსახურების ხარისხის ამაღლება შეუძლებელია დიაგნოსტიკის თანამედროვე მეთოდების გამოყენების გარეშე.

ექსპლუატაციის პირობებში საბუქსე კვანძების დათვალიერება-შემოწმება ხდება ვიზუალური მეთოდით ვაგონების მსინჯველ-შემკეთებლის მიერ. დათვალიერების დროს ყურადღება ექცევა აქვს თუ არა ადგილი საპოხიმასალის გამოსვლას ბუქსის კორპუსიდან, მოწმდება ბუქსის კორპუსის სათვალთვალ და სამაგრი ხუფების დამაგრების სისწორე, აქვს თუ არა მექანიკური დაზიანებები ბუქსის კორპუსს და ხდება ბუქსის კორპუსზე ხელის დადებით ბუქსის ტემპერატურის შემოწმება. ამ მეთოდით ბუქსების ტექნიკური მდგომარეობის დადგენა დიდად არის დამოკიდებული ვაგონების მსინჯველ-შემკეთებლის ინდივიდუალურ მონაცემებზე და ზოგიერთ შემთხვევაში ვერ ასახავს ნამდვილ სურათს. ყოველ არ აღმოჩენილ დეფექტს შეუძლია გამოიწვიოს ე.წ. ბუქსის ხურება და ვაგონის მიერ 25–35 კმ გარბენის შემდეგ მოხდეს წყვილთვალის ღერძის ყელის მოტეხვა, რაც თავის მხრივ საშიშროებას უქმნის მოძრაობის უსაფრთხოებას.

გასული საუკუნის ბოლო წლებში სავაგონო მეურნეობაში დაინერგა მატარებელთა მსვლელობის დროს მატარებლებში გადახურებული ბუქსების უკონტაქტო აღმოჩენის მოწყობილობები (ПОНАБ 1, 2) [1]. აღნიშნული მოწყობილობები ითვლება მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობის გაუმჯობესების დამატებით საშუალებად.

მატარებლებში, რომლებშიც გადახურებული ბუქსების უკონტაქტო აღმოჩენის აპარატურა აღმოაჩენს ვაგონს გადახურებული ბუქსებით უნდა გაჩერებული იქნას მატარებლის მსვლელობის მიმართულებით პირველივე სადგურში აღმოჩენილი დეფექტის დასაზუსტებლად და აღმოსაფხვრელად. აპარატურა შედგება საველე, სტაციონალური (საპოსტო) და კავშირგაბმულობის მოწყობილობებისგან (ნახ. 1, 2).

ლიანდაგის ორივე მხარეს განლაგებული საველე მოწყობილობა, რომელიც მოძრავი შემადგენლობის ბუქსების ცენტრის მიმართ ახორციელებს ინფრაწითელი გამოსხივების მგრძობიარე იმპულსებს მიწოდებას. ბუქსის კორპუსის ტემპერატურის მიხედვით ხდება სხივების სხვადასხვა კუთხით გარდატეხვა და უკან სტაციონალურ მოწყობილობაში დაბრუნება. იმპულსები გარდაიქმნება ელექტრონულ სიგნალებად, ხდება მათი დამუშავება და მატარებლის მოძრაობის მიმართულებით პირველი სადგურის ოპერატორს მიეწოდება ინფორმაცია შემადგენლობაში გადახურებული ბუქსების არსებობისას თუ მერამდენე ბუქსი არის გადახურებული მატარებლის მსვლელობის მიმართულებით მარჯვენა თუ მარცხენა მხარეს.

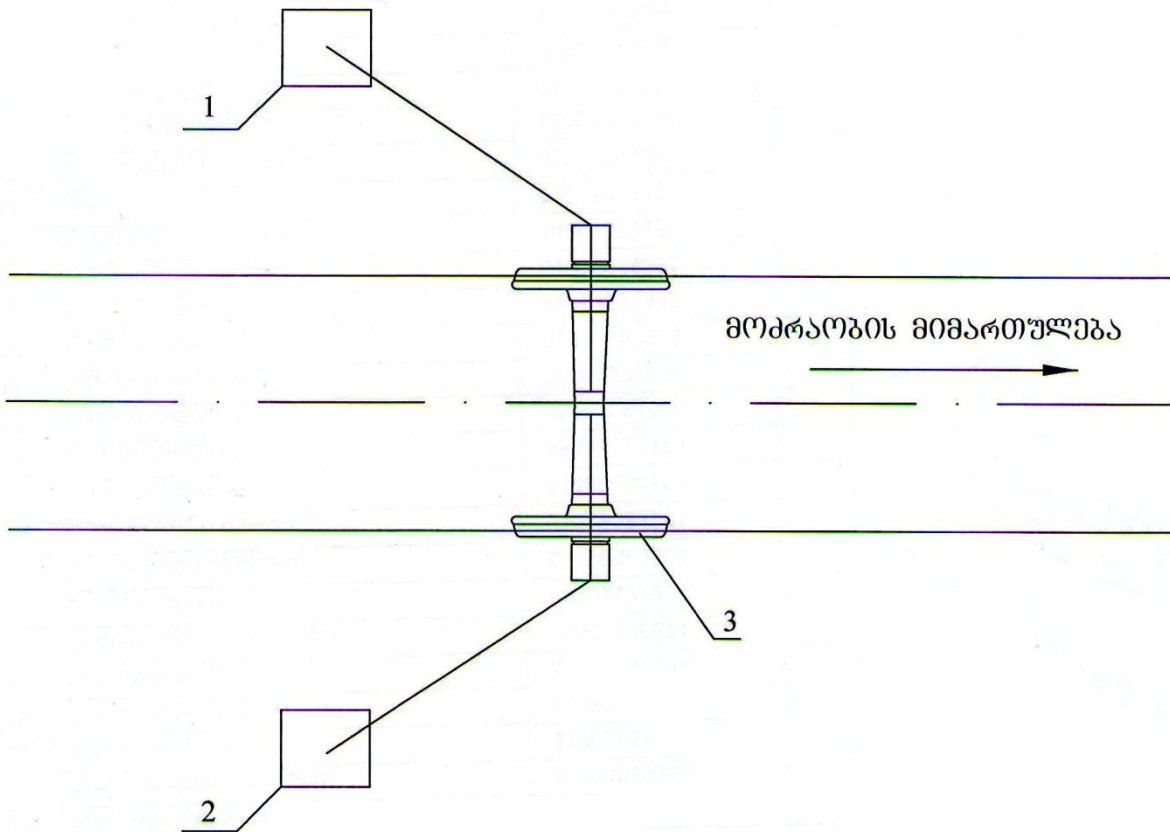
აღნიშნული აპარატურის გამოყენება შეიძლება მატარებელთა  $5 \div 150$  კმ/სთ-ში მსვლელობის დროს, შემადგენლობაში უნდა იყოს არაუმეტეს 400 ღერძი, საველე მოწყობილობისთვის ტემპერატურა  $-50^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C}$ , სტაციონალური მოწყობილობისთვის  $+5^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C}$ . ინფორმაციის გადაცემა (მანძილი მატარებლის მიართულებით პირველ სადგურამდე) არაუმეტეს 20 კმ. ერთ შემადგენლობაში აღმოჩენილი გადახურებული ბუქსების რაოდენობა - არაუმეტეს 9 ვაგონი.

აპარატურის მუშაობის ხარისხი ფასდება ორი მონაცემით გადახურებული ბუქსების აღმოჩენის %  $\eta$

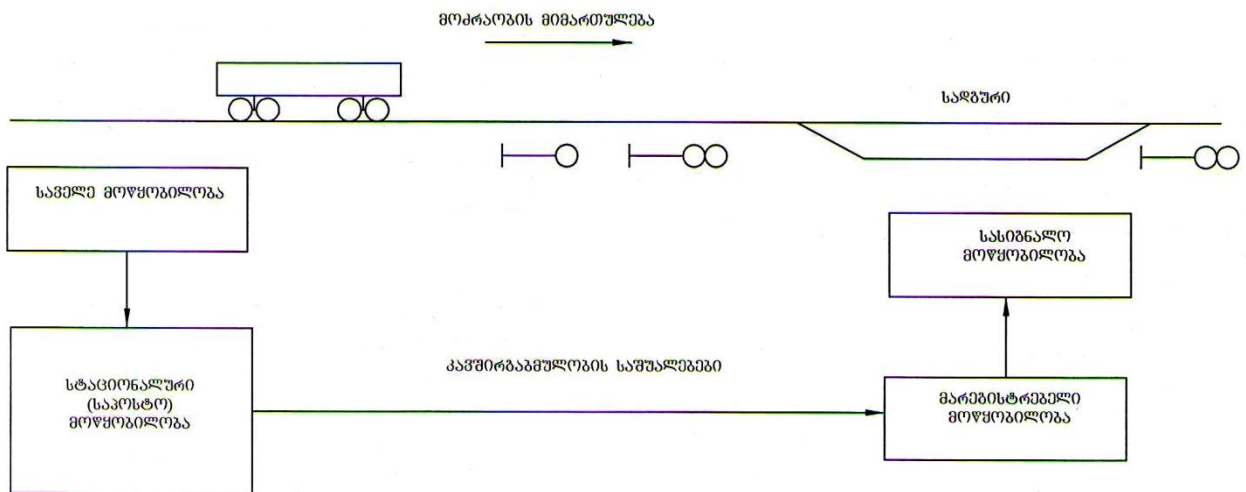
$$\eta = \frac{\Pi_{0П}}{\Pi_{0П} + \Pi_{0В}} \cdot 100$$

სადაც  $\Pi_{0П}$  - აპარატურის მიერ აღმოჩენილი გადახურებული ბუქსების რაოდენობა;

$\Pi_{0В}$  - დამატებით იმავე მატარებელში ვაგონების მსინჯველ-შემკეთებლების მიერ აღმოჩენილი გადახურებული ბუქსების რაოდენობა.



ნახ. 1. ინფრაწითელი იმპულსების გამომცემი მოწყობილობის საველე განლაგება  
1-2 - ინფრაწითელი იმპულსების წყარო (მარცხენა და მარჯვენა); 3 - წვეილთვალი



ნახ. 2. გადახურებული ბუქსების აღმომჩენი აპარატურის განლაგება გადასარბენზე და სადგურში

ვაგონების მსინჯველ-შემკეთებელი ბუქსების ტექნიკური მდგომარეობის კონტროლს აწარმოებს როგორც მატარებლის მოძრაობის დროს სადგურში შემოსვლისას, ასევე



**ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №3 (37) 2016**

შემადგენლობის დგომის დროს. შესაძლო უწყისივრობების ნიშნები და შესაძლო დარღვევების სახეები მოცემულია ცხრილში 1.

**ცხრილი 1**

№ რიგზე	გორგოლაჭსაკისრებიანი ბუქსების უწყისივრობის ნიშნები	შესაძლო დარღვევები
I	ბუქსების გასინჯვა მატარებლის მოძრაობის დროს	სადგურში შემოსვლისას
1	სამუხრუჭე ხუნდები არ ეხებიან წყვილთვალის გორვის ზედაპირს, წყვილთვალის მოდის აცურებული და ისმის მცირე ხმაური	საკისარი ჩაშლილია, გორგოლაჭები გაჭედილია და არ ბრუნავენ
2	თვლის ფერსოზე შეინიშნება საპოხი ნივთიერება ნაფლეთების სახით	საკისარი ჩაშლილია
3	18-100 მოდელის ურიკის გვერდითი ძელი ბუქსებთან ერთად დაძრულია ღერძის ყელის გასწვრივ, ლითონის ხენჯები (ნაქლიბი) სათვალთვალ და სამაგრი სახურავზე, სამაგრი და სათვალთვალ სახურავების დეფორმაცია	საკისარი ჩაშლილია, დაზიანებულია ტორსული დამაგრება, M110 მილიმეტრიანი ქანჩი მთლიანად მოცილებულია ღერძის ყელს ან მოწყვეტილია თევშისებური საფენის M20 მილიმეტრიანი ჭანჭიკის თავები
4	ლაბორინთული რგოლის მხრიდან ნაპერწკლების გამოყრა	შიგა რგოლის მოშვება ან ჩაშლილია უკანა საკისარი
5	ბუქსებიდან გამოდის კვამლი, იგრძნობა სპეციფიკური სუნი (მატარებლის მიღებისას და მისი გაჩერების შემდეგაც)	ჩაშლილია პოლამიდის სეპარატორი
6	ბუქსების კორპუსი დახრილია ღერძის ყელის მიმართ, ურიკის გვერდითი ძელი ეყრდნობა ბუქსის კორპუსის ერთ მხარეს	მოშვებულია წინა საკისრის შიგა რგოლი
7	ბუქსის კორპუსი შემობრუნებულია ურიკის გვერდითი ძელის ყბებში	მოშვებულია შიგა რგოლი და გაჭედილია გორგოლაჭები
II	ბუქსების გასინჯვა მატარებელთა დგომის დროს	
1	შეინიშნება საზეთ-საპოხი მასალის კვალი ბორბლის ობოლზე, ვაგონის იატაკის ქვედა შემოსვაზე, სამუხრუჭე-ბერკეტული გადაცემის დეტალებზე, სათვალთვალ და სამაგრი სახურავების ზონაში, ბუქსის კორპუსის უკანა ნაწილში შეინიშნება შავი ფერის საზეთი მასალის წრიულად დაგროვება და საზეთ მასალაში ადგილი აქვს მეტალურ ჩანართებს (თითბერი, ფოლადი)	ჩაშლილია საკისარი გორგოლაჭების ჩასოლების, შიგა რგოლის მოშვების, სეპარატორის დაზიანების, ტორსული დამაგრების დაზიანების ან საზეთ მასალაში წყლის მოხვედრის გამო
2	18-100 მოდელის ურიკის გვერდითი ძელი და ბუქსა გადაადგილებულია ლაბორინთული რგოლის მიმართ და ლაბორინთულ რგოლზე შეინიშნება მეტალის ნაქლიბის ზოლი	დაზიანებულია ტორსული დამაგრება, მოწყვეტილია ხრახნი M110 მილიმეტრიან ქანჩზე ან მოწყვეტილია თევშისებური საფენის M20

**ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №3 (37) 2016**

		მილიმეტრიანი ჭანჭიკის თავეები
3	ბუქსა, ამავე ვაგონის სხვა ბუქსებთან შედარებით ზედმეტად გახურებულია	იწყება საკისრის ჩაშლა ან ზედმეტი არის ბუქსაში საზეთი მასალა
4	სათვალთვალო და სამაგრ სახურავზე შეინიშნება ლითონის ნაქლიბი, სახურავი დეფორმირებულია, ალაგ-ალაგ გამობერილია, შეინიშნება ადგილობრივი ცვეთები, დაზიანებები	დაზიანებულია ტორსული დამაგრება
5	ბუქსის კორპუსის ჩაქუჩით გასინჯვის დროს ღერძის ყელის შუა ნაწილის ქვემოდან, ბუქსის შიგნიდან ისმის ორმაგი დარტყმები ან იგრძნობა რხევები	დაზიანებულია ტორსული დამაგრება
6	ბუქსის კორპუსის ჩაქუჩით გასინჯვის დროს სხვა ბუქსებისაგან განსხვავებული ხმა	აკლია საზეთი მასალა
7	ბუქსის კორპუსის ზედა ნაწილი სხვა ბუქსებთან შედარებით ზედმეტად გახურებულია, ლაბირინთული რგოლიდან წვეთავს საზეთი მასალა	ბუქსში არის ზედმეტი საზეთი მასალა (რემონტის ან რევიზიის შემდეგ). ხურება შეიძლება შეწყდეს 500-600 კმ გარბენის შემდეგ
8	ზედმეტად გახურებულია ბუქსის წინა ნაწილი უკანასთან შედარებით	ჩაშლილია წინა საკისარი
9	ზედმეტად გახურებულია ბუქსის უკანა ნაწილი წინასთან შედარებით	ჩაშლილია უკანა საკისარი ან არ არის ღრეხო ბუქსის ლაბირინთულ ნაწილსა და ლაბირინთულ რგოლს შორის
10	ბუქსის კორპუსის ზედა ნაწილის საღებავი (რითაც არის შეღებილი ბუქსის კორპუსი) ამობერილია და ბუქსიდან წვეთავს ყავისფერი ან მწვანე ფერის საზეთი მასალა	ჩაშლილია სეპარატორი
11	ბუქსის კორპუსი შემობრუნებულია ურიკის გვერდითი ძელის ყბებში	მოშვებულია შიგა რგოლი და გაჭედებულია გორგოლაჭები
12	დეფორმირებულია ურიკის გვერდითი ძელი	შემდგომი ექსპლუატაციისას გორგოლაჭებს შორის არათანაბარი დატვირთვის გამო შეიძლება გამოიწვიოს ბუქსის ხურება

გარდა ცხრილში 1 ჩამოთვლილი უწყესივრობებისა ექსპლუატაციაში და ვაგონების რემონტის დროს აღილი აქვს სხვადასხვა უწყესივრობების აღმოჩენას, რომელთაც შეუძლია გამოიწვიოს ბუქსის ხურება. ძირითადი დეფექტების სახეები მოცემულია ცხრილში 2.

№ რიგზე	უწყისფრობის დასახელება	აღმოჩენის მეთოდი
1	დადლილობითი ნიჟარები საკისრის შიგა და გარე რგოლების გორგოლაჭების სარბენ ბილიკზე	ვიზუალური დათვალიერება
2	დადლილობითი ნიჟარები გორგოლაჭებზე	ვიზუალური დათვალიერება
3	კოროზიული ნიჟარები საკისრის შიგა და გარე რგოლების გორგოლაჭების სარბენ ბილიკზე	ვიზუალური დათვალიერება
4	კოროზიული ნიჟარები გორგოლაჭებზე	ვიზუალური დათვალიერება
5	ბზარები საკისრის შიგა და გარე რგოლებზე	დეფექტოსკოპია
6	ბზარები გორგოლაჭებზე	დეფექტოსკოპია
7	სეპარატორის დაშლა	ვიზუალური დათვალიერება

ბუქსების ექსპლუატაციისა და რემონტის საიმელობის ამალლებისათვის მიღებულია და დანერგილია მრავალი ინსტრუქციები და სახელმძღვანელო მითითებები [4], [5]. მიუხედავად ამისა ექსპლუატაციაში ისევ აქვს ადგილი ბუქსების ხურებას და ამ მიზეზებით წყვილვალის ღერძის ყელის მოტეხვის შემთხვევებს.

ბოლო წლებში არის მცდელობები შესრულდეს ბუქსების ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგ ვიბროაკუსტიკური და გრიგალური ღენების მეთოდებით. ამ კონტროლის ურღვევი სახეების გამოყენება თავიდან აგვაცილებს ბუქსების ღერძის ყელიდან ზედმეტ დემონტაჟს და ბუქსები დაცული იქნება ზედმეტი მექანიკური დაზიანებებისგან.

### დასკვნა

სატვირთო ვაგონების ერთ-ერთ პასუხისმგებელ კვანძს წარმოადგენს გორგოლაჭსაკისრებიანი ბუქსები. გორგოლაჭსაკისრებიანი ბუქსების ტექნიკური დათვალიერების და გასინჯვის არსებული მეთოდები სრულად ვერ აკმაყოფილებენ მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობის მოთხოვნებს. აქედან გამომდინარე აქტუალური ხდება საკითხი ბუქსების ტექნიკური მონიტორინგის პროცესში დაინერგოს თანამედროვე დიაგნოსტიკური საშუალებები.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. Инструкция по размещению, установке и организации эксплуатации аппаратуры для безконтактного обноружения перегретых букс в поездах (ПОНАБ). ЦВ-ЦШ/3744. М. Транспорт - 1981 г – 16 с.
2. Справочник осмотрщика вагонов. М. Желдориздат. 2005 г. 208 с.

3. Классификация и каталог дефектов и повреждений кочения. ИТМ 1-ВТ. М. Транспорт - 1976 г – 63 с.
4. Инструктивные указания по эксплуатации и ремонту вагонных букс с роликовыми подшипниками. (3-ЧВРК), М. Транспорт, 2001, 110 с.
5. Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм. М. Транспорт 2012 - 53 с.

## **MODERN METHODS OF DIAGNOSTICS OF FREIGHT CARRIAGES AXLE-BOX UNITS**

**Z. Paturashvili, T. Grigorashvili**

### **Summary**

One of the main fields of our country's economics is represented by railway transport that has significant governmental importance. Its basic function includes complete, rapid and timely execution of governmental orders, as well as population growing demands on goods transportation and passengers conveyance. The freight transportation by railway transport is carried out by various type and destination freight carriages. Despite the different structure the freight carriages are equipped by axle-boxes with roller bearings. In the article are considered possible failures of axle-boxes of freight carriages and diagnostics methods for necessity of improvement of their reliability.


## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ БУКСОВОГО УЗЛА ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ**

**З. Патурашвили, Т. Григорашвили**

### **Резюме**

Транспортный коридор, который проходит через южный Кавказ соединяющий Европу с Азией стремится к развитию процессов для обеспечения перевозок грузов и пассажиров. Перевозки грузов железнодорожным транспортом осуществляются грузовыми вагонами разных типов и назначений. Несмотря на конструктивные различия грузовых вагонов они оборудованы одинаковыми буксами с роликовыми подшипниками. В статье рассмотрены возможные неисправности буксовых узлов и методы их диагностики с целью улучшения надёжности.

GTU  
TRANSPORT AND MACHIN-  
E-BUILDING FACULTY  
www.gtu.ge

TRANSPORT AND  
№3 (37)  2016  
MACHINEBUILDING  
T: 68-82

№503  
Department's of Scientific  
and Research Centre  
PRINT MEDIA

უპკ 621.923.

**ერთფაზიანი ასინქრონული კოლექტორული ელექტრული  
მანქანის მუშაობის გარდამავალი რეჟიმების  
მათემატიკური მოდელი**

**ზ. მჭედლიშვილი**

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

**რეზიუმე:** მოცემულ ნაშრომში განხილულია ძრავულ და გენერატორულ რეჟიმებში მომუშავე ერთფაზიანი ასინქრონულ კოლექტორულ მანქანაში მიმდინარე ელექტრული და მაგნიტური გარდამავალი პროცესები. აღწერილია კოლექტორული და უკოლექტორო მანქანებში მიმდინარე სამუშაო და ელექტრომაგნიტური პროცესების თავისებურებანი. მიღებულია და ამოხსნილია კოლექტორული მანქანის მუშაობის აღმწერი დიფერენციალური განტოლებები.  
**საკვანძო სიტყვები:** კოლექტორული ძრავი, ურთიერთინდუქციურობა, გრაგნილი, დიფერენციალური განტოლება, დენის წრედი.

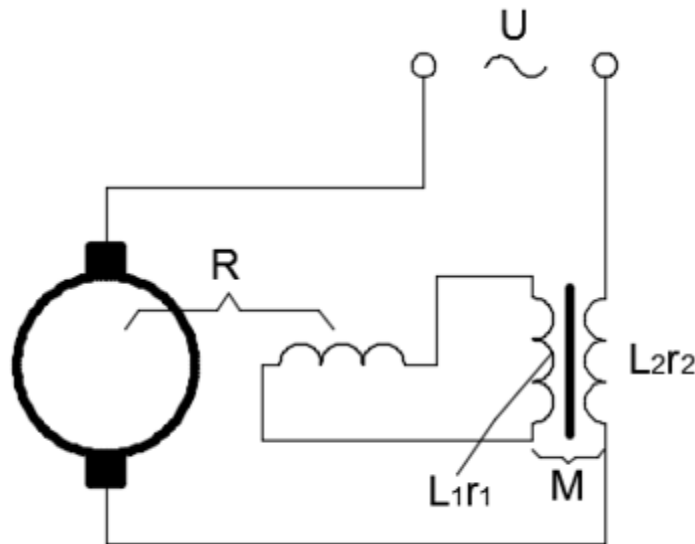
**შეჯავალი**

როგორც ცნობილია კოლექტორული მანქანები მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან უკოლექტორო გენერატორებისაგან და ძრავებისაგან. კოლექტორულ მანქანას არ გააჩნია განსაზღვრული გრაგნილის ღერძი და მისი ელექტრული ღერძი სივრცეში ღუზის ბრუნვის მიუხედავად რჩება უძრავი და ემთხვევა თავისი მიმართულებით ჯაგრისების ღერძს. იმ დროს როცა უკოლექტორო მანქანისათვის ურთიერთინდუქციურობის კოეფიციენტი სტატორსა და როტორს შორის იცვლება

ჰარმონიულად, კოლექტორული მანქანებისათვის ეს კოეფიციენტი ღუზისა და აგზნების გრაგნილებს შორის არის მუდმივი სიდიდე და დამოკიდებულია გრაგნილების გეომეტრიულ ზომებზე და ჯაგრისების მდებარეობაზე. კოლექტორულ მანქანაში როტორის ბრუნვით გამოწვეული ბრუნვითი ძაბვა დამოკიდებულია აგზნების დენზე წრფივად. კოეფიციენტს რომელის მინიშნებს ამ დამოკიდებულებას აქვს ომური წინაღობის განზომილება და მან შეიძლება მიიღოს უარყოფითი მნიშვნელობაც. სწორედ ეს მოვლენა განსაზღვრავს კოლექტორული მანქანების განსაკუთრებულ თვისებას: თვითაგზნებას. მოცემულ ნაშრომში განხილულია ამ მოვლენით გამოწვეული ელექტრომაგნიტური გარდამავალი პროცესები.

### პირითადი ნაწილი

ზოგადად კოლექტორულ მანქანას გააჩნია დენის ორი სხვადასხვა წრედი, რომელთაც ერთიმეორეზე გავლენა აქვთ არა მხოლოდ მბრუნავი ღუზის მეშვეობით, არამედ ურთიერთინდუქციურობითაც. როგორც ვხედავთ ეს საერთო მოწყობილობა განაპირობებს ელექტრომაგნიტური გარდამავალი პროცესების შემდგომ ფორმებს.



1. კოლექტორული მანქანის ზოგადი საანგარიშო სქემა.

სქემა 1-ის მიხედვით ჩართული ძრავის დენის ძაბვების განმსაზღვრელ დიფერენციალურ განტოლებებს აქვთ შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned} L_1 \cdot \frac{di_1}{dt} + r_1 \cdot i_1 + M \cdot \frac{di_2}{dt} &= 0 \\ L_1 \cdot \frac{di_2}{dt} + r_2 \cdot i_2 + M \cdot \frac{di_1}{dt} \pm R \cdot i_1 &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

აქ  $i_1$  - არის დენი აგზნების გრაგნილში,  $i_2$  - დენი ლუზის წრედში, ხოლო  $M$  – ურთიერთინდუქციის კოეფიციენტი დენის ორივე წრედს შორის. გენერატორული რეჟიმისათვის  $R$  – მანქანის მიმდევრობითი სქემისას არის დადებითი, ხოლო ძრავის რეჟიმისათვის უარყოფითი.

ორივე ერთობლივი დიფერენციალური განტოლება დიფერენცირდება  $t - ს$  მიხედვით, და რამოდენიმე მარტივი გარდაქმნის შედეგად დაიყვენება მეორე რიგის ერთ დიფერენციალურ განტოლებაზე, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$(L_1 \cdot L_2 - M^2) \cdot \frac{d^2 i}{dt^2} + (L_1 \cdot r_2 + L_2 \cdot r_1 \pm M \cdot R) \cdot \frac{di}{dt} + r_1 \cdot r_2 \cdot i = 0 \quad (2)$$

თუ ჩვენ შემდეგ ჩავსვავთ

$$1 - \frac{M^2}{L_1 \cdot L_2} = \tau, \quad (3)$$

სადაც  $\tau$  – აღნიშნავს მანქანის გაზნვის კოეფიციენტს. მაშინ მივიღებთ ელექტრულ სისტემაში მიმდინარე პროცესების აღმწერ დიფერენციალურ განტოლებას:

$$\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{1}{\tau} \left( \frac{r_1}{L_1} + \frac{r_2}{L_2} \pm \frac{R}{M} \cdot (1 - \tau) \right) \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot \frac{r_1 \cdot r_2}{L_1 \cdot L_2} \cdot i = 0 \quad (4)$$

ამ განტოლებას აქვს შემდეგი ამოხსნა:

$$i = A_1 \cdot e^{a_1 \cdot t} + A_2 \cdot e^{a_2 \cdot t}. \quad (5)$$

სადაც  $a_{1,2}$  განისაზღვრება მახასიათებელი განტოლებიდან:

$$a^2 + a \cdot \frac{1}{\tau} \cdot \left( \frac{r_1}{L_1} + \frac{r_2}{L_2} \pm \frac{R}{M} \cdot (1 - \tau) \right) + \frac{1}{\tau} \cdot \frac{r_1 \cdot r_2}{L_1 \cdot L_2} = 0 \quad (6)$$

და აქვს შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned} a_{1,2} &= - \left( \frac{r_1}{2 \cdot \tau \cdot L_1} + \frac{r_2}{2 \cdot \tau \cdot L_2} \pm \frac{R}{2 \cdot \tau \cdot M} \cdot (1 - \tau) \right) \pm \\ &\pm \sqrt{\left( \frac{r_1}{2 \cdot \tau \cdot L_1} + \frac{r_2}{2 \cdot \tau \cdot L_2} \pm \frac{R}{2 \cdot \tau \cdot M} \cdot (1 - \tau) \right)^2 - \tau \cdot \frac{r_1 \cdot r_2}{L_1 \cdot L_2}} \end{aligned} \quad (7)$$

ამგვარად, ორივე ცვალებადი დენისათვის შეგვიძლია დავწეროთ განტოლებები:

$$i_1 = A_1 \cdot e^{a_1 t} + A_2 \cdot e^{a_2 t}. \quad (8)$$

$$i_2 = A_1 \cdot e^{a_1 t} + A_2 \cdot e^{a_2 t}.$$

ინტეგრირების მუდმივების განსაზღვრისათვის მივიღოთ, ზოგადი შემთხვევა როცა  $t = 0$ , აგზნების გრაგნილში გაედინება დენი  $i$  ხოლო ღუზის წრედში დენი  $-J$ . ამის შედეგად გვექნება:

$$\left. \begin{aligned} i_1 &= i \\ i_2 &= J \end{aligned} \right\} t=0\text{-თვის} \quad (9)$$

შემდეგ ვიღებთ ორ განტოლებას ინტეგრირების მუდმივების განსაზღვრავად. მე-(8) განტოლებიდან განტოლება (1)-ში  $i_1$  და  $i_2$  შეტანის შემდეგ და  $t=0$ -ის გათვალისწინებით გვექნება:

$$L_1 \cdot A_1 \cdot a_1 + L_1 \cdot A_2 \cdot a_2 + r_1 \cdot A_1 + r_1 \cdot A_2 + M \cdot A_1 \cdot a_1 + M \cdot A_2 \cdot a_2 = 0 \quad (10)$$

$$L_2 \cdot A_1 \cdot a_1 + L_2 \cdot A_2 \cdot a_2 + r_2 \cdot A_1 + r_2 \cdot A_2 + M \cdot A_1 \cdot a_1 + M \cdot A_2 \cdot a_2 \pm R \cdot A_1 \pm R \cdot A_2 = 0$$

მე-(8) განტოლებიდან (10)-ში  $i_1$  და  $i_2$  გამოსახულებების ჩასმის შემდეგ მივიღებთ:

$$\left. \begin{aligned} A_1 + A_2 &= i \\ A_1 + A_2 &= J \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

მე-(10) და მე-(11) განტოლებებიდან განისაზღვრება მუდმივები:

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{J}{(a_1 - a_2) \cdot \tau} \cdot \frac{M}{L_1} \cdot \frac{r_2}{L_2} + \frac{i}{(a_1 - a_2) \cdot \tau} \cdot \left( \pm \frac{R}{M} \cdot (1 - \tau) - \frac{r_1}{L_1} - a_2 \cdot \tau \right) \\ A_2 &= -\frac{J}{(a_1 - a_2) \cdot \tau} \cdot \frac{M}{L_1} \cdot \frac{r_2}{L_2} - \frac{i}{(a_1 - a_2) \cdot \tau} \cdot \left( \pm \frac{R}{M} \cdot (1 - \tau) - \frac{r_1}{L_1} - a_2 \cdot \tau \right) \\ A_1 &= -\frac{J}{(a_1 - a_2) \cdot \tau} \cdot \left( \frac{r_2}{L_2} + a_2 \cdot \tau \right) + \frac{i}{(a_1 - a_2) \cdot \tau} \cdot \left( \frac{M}{L_2} \cdot \frac{r_1}{L_1} \pm \frac{R}{L_2} \right), \\ A_2 &= \frac{J}{(a_1 - a_2) \cdot \tau} \cdot \left( \frac{r_2}{L_2} + a_2 \cdot \tau \right) - \frac{i}{(a_1 - a_2) \cdot \tau} \cdot \left( \frac{M}{L_2} \cdot \frac{r_1}{L_1} \pm \frac{R}{L_2} \right), \end{aligned} \quad (12)$$

ჩახშობის მაჩვენებლები შეიძლება გახდნენ კომპლექსური ცვლადები რაც გამომდინარეობს მე - (5) მე - (7) და მე - (8) განტოლებებში არსებული დადებითი  $R$ -ის შემთხვევაში. ეს ნიშნავს რომ მოცემულ სისტემაში შეიძლება აღიძრას პერიოდული რხევები. თვალსაჩინოებისათვის შეგვიძლია ავლნიშნოთ:

$$a_{1,2} = \alpha \pm j \cdot \nu, \quad (13)$$

და მაშინ შეგვიძლია ცვალებადი დენებისათვის დავწეროთ შემდეგი განტოლებები:

$$\begin{aligned} i_1 &= e^{-\alpha t} \cdot [(A_1 + A_2) \cdot \cos \nu \cdot t + j \cdot (A_1 - A_2) \cdot \sin \nu \cdot t] \\ i_2 &= e^{-\alpha t} \cdot [(A_1 + A_2) \cdot \cos \nu \cdot t + j \cdot (A_1 - A_2) \cdot \sin \nu \cdot t] \end{aligned} \quad (14)$$



სადაც:  $(A_1' + A_2') = i$   
 $j \cdot (A_1' - A_2') = \frac{J}{v} \cdot \frac{M}{L_1} \cdot \frac{r_2}{L_2 \cdot \tau} + \frac{i}{v} \cdot \left( \frac{R}{M \cdot \tau} \cdot (1 - \tau) - \frac{r_1}{L_1 \cdot \tau} + \alpha \right),$  (15)

$A_1 + A_2 = J,$

$j \cdot (A_1 - A_2) = -\frac{J}{v} \cdot \left( \frac{r_2}{L_2 \cdot \tau} - \alpha \right) - \frac{i}{v} \cdot \frac{M}{L_2} \cdot \left( \frac{R}{M \cdot \tau} - \frac{r_1}{L_1 \cdot \tau} \right),$

$\alpha = \frac{r_1}{2 \cdot L_1 \cdot \tau} + \frac{r_2}{2 \cdot L_2 \cdot \tau} - \frac{R}{2 \cdot M \cdot \tau} \cdot (1 - \tau),$

$v = \sqrt{\tau \cdot \frac{r_1 \cdot r_2}{L_1 \cdot \tau \cdot L_2 \cdot \tau} - \left( \frac{r_1}{2 \cdot L_1 \cdot \tau} + \frac{r_2}{2 \cdot L_2 \cdot \tau} - \frac{R}{2 \cdot M \cdot \tau} \cdot (1 - \tau) \right)^2}$  (16)

ამრიგად, კოლექტორული მანქანის მოცემული სქემისათვის მიღებულია მანქანაში წარმოშობილი თვითაღძრული დენების ცვალებადობის განმსაზღვრელი დიფერენციალური განტოლებები.

### დასკვნა

ერთფაზიან კოლექტორულ ასინქრონულ მანქანაში, ამოდრავებისას სანამ წრედში ჩართულია გამშვები გრაგნილი, გამშვებ და მუშა გრაგნილებში წარმოიშვება დამატებითი თვითაღძრული დენები და მათი მაგნიტური ველები რომლებიც განიცდიან რხევებს. ამ პროცესების აღმწერი დიფერენციალური განტოლებების გარდაქმნის შედეგად მიღებული იქნა ამ რხევების სიხშირის განმსაზღვრელი ფორმულა. ასეთი მათემატიკური მეთოდის გამოყენებით შეიძლება აღიწეროს ამგვარი გარდამავალი ელექტროდინამიკური პროცესები კოლექტორული ერთფაზიანი ასინქრონული მანქანების სხვადასხვა ელექტრული სქემებისაგან და წრედში ჩართვის სხვადასხვა ვარიანტისათვის.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. **Иванов-Смоленский А. В.** Электрические машины : учебник для вузов : в 2 т. Иванов-Смоленский А. В. - 3-е изд., стер. - М. : Изд. дом МЭИ, 2006.
2. **Алиев И. И.** Электрические машины : учеб.-справ. пособие / Алиев И. И. - М. : РадиоСофт, 2011. - 446 с
3. **Копылов И. П.** Электрические машины : учебник для вузов / Копылов И. П. - 3-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2002. - 606 с
4. **Набиев Ф. М.** Электрические машины : учеб. пособие для вузов / Набиев Ф. М. - М. : РадиоСофт, 2009. - 291 с
5. **Беспалов В. Я., Котеленец Н. Ф.** Электрические машины : учеб. пособие для вузов / Беспалов В. Я., Котеленец Н. Ф. - М. : Академия, 2006. - 312 с.

6. Электрические машины : учебник для бакалавров / ред. Копылов И. П. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 675 с.
7. **Кацман М. М.** Электрические машины : учебник для электротехн. средн. спец. учебных заведений / Кацман М. М. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2003. - 468 с.
8. **Вольдек А. И., Попов В. В.** Электрические машины. Введение в элетромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для вузов / Вольдек А. И., Попов В. В. - СПб. : Питер, 2007. - 319 с..
9. **Токарев Б. Ф.** Электрические машины : учеб. пособие для вузов / Токарев Б. Ф. - Стереотипное изд., перепеч. с изд. 1990 г. - М. : Альянс, 2015. - 623 с. : ил.
10. **Антонов Ю. Ф., Данилевич Я. Б.** Сверхпроводниковые топологические электрические машины / Антонов Ю. Ф., Данилевич Я. Б. - М. : Физматлит, 2009. - 365 с.

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ОДНОФАЗНОЙ АСИНХРОННОЙ КОЛЛЕКТОРНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ**

**З. Мchedlishvili**

### **Резюме**

В данной работе рассмотрены переходные электрические и магнитные процессы протекающие в однофазных асинхронных электрических машинах. Описаны особенности рабочих и переходных процессов протекающих в безколлекторных и коллекторных машинах. Получены и решены дифференциальные уравнения описывающие работу коллекторной машины.

## **MATHEMATICAL MODEL OF TRANSIENT MODES OF OPERATION SINGLE PHASE ASYNCHRONOUS ELECTRIC COMMUTATOR MACHINE**

**Z. Mchedlishvili**

### **Summary**

In this operation the transition electrical and magnetic processes proceeding in single-phase asynchronous electrical machines are considered. Features of the worker and transient phenomena proceeding in commutatorless and collector machines are described. Differential equations opisivayushchy operation of the collector machine are received and solved.

შპს. 330; 658.

**საქართველოს რკინიგზის წამყვანი როლის შესახებ  
სატრანსპორტო სისტემაში**

გ. ტყეშელაშვილი, მ. მერებაშვილი, გ. მაჭარაშვილი

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

**რეზიუმე:** საქართველოს ეკონომიკური აღმავლობის გაზაზე ტრანსპორტს მნიშვნელოვანი როლის შესრულება შეუძლია, რაც უპირველესად ქვეყნის ხელსაყრელი გეოგრაფიული გარემო განაპირობებს. ამის გამოა, რომ აქ წარმოდგენილია ტრანსპორტის ყველა თანამედროვე სექტორი: სარკინიგზო, საავტომობილო, საზღვაო, მილსადენი და საავიაციო. მიუხედავად აღნიშნულისა ბოლო წლებია გადაზიდული ტვირთების მოცულობის და ტვირთბრუნვის მაჩვენებლები კლებულობს. ამ უარყოფითი სტენდციის დაძლევა შესაძლებელია ტრანსპორტის სხვადასხვა სახეების შეთანხმებული მუშაობით, რისთვისაც მიზანშეწონილია შეიქმნას სატრანსპორტო კლასტერი, სადაც ინიციატივა უნდა მოდიოდეს სახელმწიფოსგან. ამავე დროს საჭიროა “ტრასეკას” ფორმატის უფრო ეფექტურად გამოყენება და სარკინიგზო სატარიფო პოლიტიკის ჩამოყალიბება აზერბეიჯანის რკინიგზასთან.

**საკვანძო სიტყვები:** ეკონომიკა, მენეჯმენტი, ტრანსპორტი, სარკინიგზო ტრანსპორტი.

**შესავალი**

საქართველოში ტრანსპორტის, როგორც ეკონომიკის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი სექტორის განვითარებისათვის გეოპოლიტიკურად ხელსაყრელი პირობებია, რამდენადაც საქართველოს ტერიტორიაზე გადის აღმოსავლეთ-დასავლეთის უმოკლესი სატრანზიტო დერეფანი, ასევე ქვეყნის ტერიტორია მაღალი კონკურენტუნარიანობით გამოირჩევა ჩრდილოეთ-დასავლეთის სატრანზიტო დერეფნისთვისაც. ამიტომაც საქართველოში ტრანსპორტის თითქმის ყველა სახეა წარმოდგენილი:

სარკინიგზო, საავტომობილო, საზღვაო, მილსადენი და საავიაციო. თუმცა მათი ფუნქციონირების მასშტაბები აშკარად არაადამაკმაყოფილებელია.

მიუხედავად ქვეყნის ტერიტორიის უპირატესობისა, საქართველოს ეკონომიკური განვითარების ჩამორჩენილობისა და ტრანსპორტის სხვადასხვა სახეობებში შეუთანხმებელი მოქმედებების გამო ტრანსპორტის დატვირთვა, განსაკუთრებით რკინიგზის, საზღვაოს და საავიაციოს სიმძლავრეების გამოყენება მინიმალურია, შესაბამისად ან არ ხორციელდება ღონისძიებები სიმძლავრეების გაზრდის მიზნით (მაგალითად საზღვაო პორტებში), ან მუშაობა ამ მიმართულებით უმნიშვნელოა.

ტრანსპორტი არ წარმოადგენს დისკრეტულ სისტემას, მათი საერთო განვითარების მაღალი ტემპების მისაღწევად საჭიროა კომპლექსური ღონისძიებების გატარება. უპირველესად კი სარკინიგზო, ავტოსატრანსპორტო და საზღვაო ტრანსპორტის შეთანხმებული მუშაობა.

### პირითადი ნაწილი

საქართველო ჯერ-ჯერობით სუსტი ეკონომიკის ქვეყნებს განეკუთვნება, მიუხედავად ბოლო პერიოდში ეკონომიკაში მიმდინარე დადებითი ძვრებისა. მსოფლიო ბანკის მონაცემებით მთლიანი შიდა პროდუქტის მოცულობის (მშპ) აბსოლუტური მაჩვენებლის მიხედვით უპირველეს სახელმწიფოს აშშ წარმოადგენს, სადაც ეს სიდიდე 17 ტრილიონ \$-ზე მეტია, შემდეგ მოდის ევროკავშირი 16 ტრილიონი \$-ით, ჩინეთი 10 ტრილიონი \$-ით, და ა. შ. რუსეთს უკავია მე-13 პოზიცია 1,3 ტრილიონი \$-ით, ხოლო საქართველოს – 117-ე პოზიცია 16,5 მლრდ. \$-ით. თუ გავითვალისწინებთ, რომ საქართველო მოსახლეობის რიცხოვნებით ამ ჩამონათვალში 104-ე ადგილზეა, გამოდის, რომ ჩვენ ჩამოვრჩებით მსოფლიო საშუალო მაჩვენებლს. ციფრორივადაც ასეა, იგივე მსოფლიო ბანკის მონაცემებით მშპ ერთ სულ მოსახლეზე გაანგარიშებით საქართველოში შეადგენს 3795 \$-ს და ვიკავებთ 111-ე ადგილს, მაშინ, როცა აღნიშნული სიდიდე ლუქსემბურგისათვის 101,393 \$-ია, შვეიცარიისთვის – 80,186 \$. ნორვეგიისათვის 74,513 \$. აშშ-სთვის – 55,837 \$, რუსეთისთვის – 9,202 \$ და ა. შ.

საქართველოს ეკონომიკის ჩამორჩენილობის გამო ქვეყნის შიგნით სატრანსპორტო გადაზიდვების მოცულობაც შესაბამისად მცირეა, აღნიშნული შეეხება საქართველოს რკინიგზასაც. ამიტომ ძირითადი ყურადღება გადატანილია სატრანზიტო ტვირთების მომსახურებაზე. შესაძლებელია სატრანსპორტო სისტემის უპირატესი განვითარება და საქართველოს ტერიტორიის გამოყენება სატრანსპორტო დერეფნად არა მარტო მოსაზღვრე აზერბეიჯანის და სასომხეთისათვის, არამედ შუა აზიის სახელმწიფოებისათვის და ნაწილობრივ ჩინეთისთვის და ირანისთვისაც.

**ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №3 (37) 2016**

მიუხედავად ამისა აღნიშნული პოტენციალის გამოყენება აშკარად არასაკმარისია, რასაც ადასტურებს საქართველოში ყველა სახის ტრანსპორტით გადაზიდული ტვირთების და ტვირთბრუნვის მოცულობების დინამიკა ბოლო 12 წლის განმავლობაში (იხილეთ ცხრილები 1,2).

**ცხრილი 1.**

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

წლები	სულ	მათ შორის			
		სარკინიგზო	საავტომობილო	საზოგადოებრივი	საჰაერო
2003	41081.4	16558.7	24500.0	21.4	1.3
2004	41149.8	15424.4	25700.0	23.9	1.5
2005	45971.5	18986.7	26959.3	23.9	1.6
2006	49946.6	22643.3	27261.3	40.4	1.6
2007	49830.2	22230.0	27561.2	37.9	1.9
2008	49058.2	21181.2	27864.4	11.9	0.7
2009	45275.3	17104.0	28170.9	-	0.4
2010	48411.4	19930.1	28480.8	-	0.5
2011	48926.8	20123.4	28794.1	8.1	1.2
2012	49190.8	20076.0	29110.8	3.6	0.4
2013	47616.4	18185.0	29431.0	-	0.4
2014	46429.3	16673.3	29754.7	-	1.3

**ცხრილი 2.**

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

წლები	სულ	მათ შორის			
		სარკინიგზო	საავტომობილო	საზოგადოებრივი	საჰაერო
2003	6194.7	5538.5	562.0	91.5	2.7
2004	5505.1	4862.0	570.0	69.6	3.5
2005	6777.7	6127.1	578.01	69.0	3.6
2006	8114.2	7393.2	586.11	131.0	3.9
2007	7645.5	6927.5	594.31	120.1	3.6
2008	7165.6	6515.7	602.61	45.4	1.9

**ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №3 (37) 2016**

2009	6029.2	5417.0	611.11	-	1.1
2010	6848.1	6227.5	619.71	-	0.9
2011	6690.0	6054.8	628.41	5.3	1.5
2012	6616.8	5976.6	637.31	2.4	0.5
2013	6172.4	5525.9	646.11	-	0.4
2014	5643.6	4987.6	655.11	-	0.9

მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ სატრანსპორტო გადაზიდვების მოცულობა ბოლო წლების განმავლობაში მკვეთრი გადიდების ნაცვლად მცირდება. მაგალითად, თუ საერთო გადაზიდვების მოცულობა 2008 წ-ს 49 058.2 ათასი ტონა, ხოლო ტვირთბრუნვა 7165.6 მლნ. ტ.-კმ. იყო, 2014 წ-ს მან შეადგინა შესაბამისად 46429.3 ათასი ტონა და 5643.6 მლნ. ტ.-კმ. შემცირება შეადგენს იგივე შესაბამისობაში – 5.4 % და 21 %-ს. შემცირებულია ძირითადად სარკინოგზო გადაზიდვების მოცულობა, ხოლო, რაც შეეხება საზღვაო ტრანსპორტს ეს საერთოდ სხვა საკითხია, რამდენადაც საქართველოს თითქმის არ გააჩნია საზღვაო ტრანსპორტი, თუ არ ჩავთვლით საქართველოს საზღვაო პორტებს.

სარკინოგზო ტრანსპორტის მიერ გადაზიდული ტვირთების მოძრაობის მარშრუტი ძირითადად ასეთია: საქართველოს პორტებში ბათუმსა და ფოთში შემოსული ტვირთების ტრანსპორტირება აზერბეიჯანსა და სასომხეთში, ან აზერბეიჯანის რკინიგზის გავლით ტვირთების ტრანსპორტირება შუა აზიის ქვეყნებში და პირიქით – აზერბეიჯანის, სასომხეთის და შუა აზიის ქვეყნების ტვირთების ტრანსპორტირება შავი ზღვის პორტებში. ამ სქემიდან ნათელია, რომ რკინიგზა ვერ იფუნქციონირებს ავტონომიურ რეჟიმში და მის მიერ შესრულებული სატრანსპორტო მომსახურება დამოკიდებულია მეზობელი ქვეყნების რკინიგზებთან შეთანხმებულ ფუნქციონირებაზე, უპირველესად აზერბეიჯანის რკინიგზასთან მჭიდრო კოოპერაციაზე, რაც აშკარად არაა დამაკმაყოფილებელია. მხოლოდ აზერბეიჯანის დასავლეთის სახელმწიფოებთან ტვირთბრუნვის მოცულობა, რაც რკინიგზის მონაწილეობით ხორციელდება ას მილიონ ტონაზე მეტია, ხოლო შუა აზიის სახელმწიფოებთან ერთად ეს მაჩვენებელი მილიარდ ტონას უახლოვდება. ბუნებრივია ასეთი ტვირთბრუნვა ხორციელდება ჩრდილოეთის (რუსეთის) კორიდორის გამოყენებით, მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოზე გამავალი სატრანზიტო დერეფანი ყველაზე მოკლეა, შესაბამისად ამ ყვეფებისთვის და მათ დასავლეთელი პარტნიორებისათვის ეკონომიკურად გამართლებული უნდა იყოს საქართველოს გავლით ტვირთების გადაზიდვა, თუმცა ეს ასე არ ხდება, რასაც სტატისტიკა ადასტურებს.

საქართველოს რკინიგზის ფუნქციონირების მთავარ ამოცანად იქცა “ტრასეკას” სატრანსპორტო დერეფანში სატრანზიტო ტვირთების შეუფერხებელი გატარება. როგორც გადაზიდვითი პროცესის ანალიზში გვიჩვენა სატრანზიტო ტვირთების ათვისებაში ძირითადი ხელისშემშლელი მიზეზებია:

– გამტარუნარიანობისათვის საჭირო დროის დანაკარგები ტექნოლოგიური „ფანჯრების“ გამოყოფის გამო, ანუ გადაზიდვითი სიმძლავრის ნაწილობრივი დაკარგვა ტექნოლოგიური აუცილებლობით;

– გადასამუშავებელი შემადგენლობების დაყოვნება (შეფერხება) პორტის მისადგომებთან;

– სატრანსპორტო ტერმინალში (სარკინიგზო-საზღვაო კომპლექსში) ტვირთების შეუთანხმებელი მიტანა;

– არარაციონალური ურთიერთქმედება სარკინიგზო და საზღვაო ტრანსპორტს შორის.

ზემოთ მოყვანილი მიზეზებიდან პირველი – თანაბრად ეხება როგორც „მშრალ“, ასევე თხევად ტვირთებს, ხოლო დანარჩენი სამი – უპირატესად თხევად ტვირთებს.

მაქსიმალურად შესაძლო საექსპლუატაციო გადაზიდვითი სიმძლავრის რეალიზება (100%) შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ არ გავითვალისწინებთ „ფანჯრებზე“ დახარჯულ დროს. რადგანაც „ფანჯრების“ გარეშე ყოვლად შეუძლებელია რკინიგზის ხაზების ფუნქციონირება, ამიტომ ეს სიდიდე ატარებს თეორიულ ხასიათს. გეგმიურ გადაზიდვით სიმძლავრეში იგულისხმება სიმძლავრის ის დონე, რომლის რეალიზებაც შესაძლებელია „ფანჯრებზე“ დახარჯული დროის გათვალისწინებით. აღნიშნულიდან გამომდინარე, სატრანზიტო ტვირთების ათვისების ძირითად ხელშემშლელ მიზეზებში ტექნოლოგიური „ფანჯრების“ ფაქტორი შეიძლება უგულვებელვყოთ.

მოყვანილი ადასტურებს იმ გარემოებას, რომ სატრანსპორტო გადაზიდვების გადიდება შეუძლებელია ტრანსპორტის ცალკეულ სახეობათა მჭიდრო ურთიერთობის გარეშე.

საქართველოს რკინიგზამ ფუნქციონირება დაიწყო 1872 წლიდან და მისი აშენების ძირითადი მიზანი ნავთობის ტრანსპორტირება იყო ბაქოდან ფოთსა და ბათუმში. დღეისათვის ნავთობის და გაზის ტრანსპორტირება ძირითადად ხორციელდება მილსადენი ტრანსპორტით. მასთან კონკურენცია შესაძლებელია, მაგრამ იგი მოითხოვს რიგი მენეჯმენტული ხასიათის პრობლემების გადაჭრას, რაც არ არის იოლი საქმე. ამიტომ საჭიროა გამოიყოს პირველი რიგის ამოცანები და მთელი ძალისხმევა მივმართოთ იქეთკენ.

ასეთად მიგვაჩნია კლასტერული გაერთიანების შექმნა, სადაც ტვირთების მოზიდვის და სინქრონული ფუნქციონირების უზრუნველყოფისათვის მონაწილეები იქნებიან საქართველოს და

აზერბეიჯანის რკინიგზა, ბათუმის და ფოთის საზღვაო პორტები, მსხვილი საავტომობილო ექსპედიტორები.

ასეთი კლასტერი შეიძლება შეიქმნას ბუნებრივად, ეკონომიკური ინტერესებიდან გამომდინარე, მაგრამ რამდენადაც საქმე გვაქვს სატრანსპორტო ორგანიზაციებთან საკუთრების სხვადასხვა ფორმით – ეს თითქმის შეუძლებელია. ამიტომ მაქსიმალურად უნდა იქნას გამოყენებული “ტრასეკას” ფორმატი და მოხდეს სამთავრობო შეთანხმება აზერბეიჯანთან ორი ქვეყნის რკინიგზების ურთიერთშეთანხმებული პოლიტიკის გატარებისათვის, რომლებიც შეეხება როგორც შეუფერხებელ მოძრაობას, ასევე სატარიფო პოლიტიკას. ამის შემდეგ ბათუმისა და ფოთის პორტებს თვითონვე გაუჩნდებათ სურვილი კლასტერში მონაწილეობაზე, წინააღმდეგ შემთხვევაში შესაძლებელია კონკურენტული გარემოს ამაღლება საზღვაო პორტებისათვის. ასევე განხორციელდება მსხვილი საავტომობილო საექსპედიტორო ფირმების მოზიდვაც. აღნიშნული მიგვაჩნია სასწრაფო და აუცილებელ ღონისძიებად საქართველოს სატრანზიტო პოტენციალის გამოყენების გზაზე.

## დასკვნა

საქართველო არასაკმარისად იყენებს ტერიტორიის ბუნებრივ უპირატესობას სატრანზიტო გადაზიდვების მხრივ, აღნიშნული უპირველესად შეეხება რკინიგზას, სადაც ტვირთების გადაზიდვის და ტვირთბრუნვის მოცულობები მცირდება, თუ ეს ტრენდი სასწრაფოდ არ შეიცვალა დადებითობისაკენ საქართველოს გავლით არსებული სატრანზიტო დერეფანი აღმოჩნდება არაკონკურენტუნარიანი სხვა კორიდორებთან შედარებით. ამიტომ გასატარებელია სასწრაფო ღონისძიებები, რომელთაგან ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანია სატრანსპორტო კლასტერის ორგანიზება რკინიგზის ეგიდით. მასში გადამწყვეტი როლი უნდა შეასრულოს სახელმწიფომ, როგორც რკინიგზის მესაკუთრემ, გამოიყენოს “ტრასეკას” ფორმატი და იზრუნოს სამთავრობო შეთანხმებაზე საქართველოს და აზერბეიჯანის რკინიგზების შეთანხმებული და ჰარმონიული მენეჯმენტის წარმართვისათვის.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. საიტი: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_GDP\\_\(nominal\);](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_(nominal);)
2. 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;)
3. საქართველოს სტატისტიკური წელიწდეული 2015. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. თბილისი, 2016.
4. ბათუმის პორტის ოფიციალური საიტი: <http://batumiport.com/text/122/geo;>



5. გ. ლომოური. სატრანსპორტო ლოგისტიკურ კომპლექსებში ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გადატვირთვის ოპტიმიზაცია სარკინიგზო და საზღვაო ტრანსპორტის ურთიერთქმედების დროს. დისერტაცია. თბ. 2002.
6. “ტრასეკას” ოფიციალური საიტი: <http://www.traceca-org.org/en/home/>. გადამოწმებულია 19.11.2016.

## О ВЕДУЩЕЙ РОЛИ ГРУЗИНСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ В ДЕЛЕ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Г. Ткешелашвили, М. Меребашвили, Г. Мачарашвили

### Резюме

В деле экономического развития Грузии транспорт может играть значительную роль, что определено, в первую очередь, выгодным географическим расположением страны. Несмотря на это, объем перевозимых грузов и грузооборот за последние годы неуклонно снижается. Для преодоления отмеченного недостатка необходимо взаимосогласованная работа всех видов транспорта. С этой целью предлагается создание транспортного кластера, где инициатива должен выходить от государства. Нужно более эффективное применение формата «ТРАСЕКА» и налаживание тарифной политики с Азербейджанской железной дорогой.


## ON LEADING ROLE OF THE GEORGIA RAILWAY IN TRANSPORT SYSTEM

G. Tkeshelashvili, M. Merebashvili, G. Macharashvili

### Summary

The transport has possibility to play an important role in Georgia Economic Prosperity that is primarily due to the country's favorable geographical environment. That is why are represented all the modern modes of transport: railway, motor road, sea, air and pipeline. However, in recent years the volume of cargo and freight rates are decreasing. This negative tendency would be overcome by agreed operation of various modes of transport, for that is advisable to create the transport clusters, where the initiative must come from the state. At the same time it is necessary to more efficient use of "TRACECA" format and establishments of railway tariff policy with Azerbaijan railway.

GTU  
TRANSPORT AND MACHIN-  
E-BUILDING FACULTY  
www.gtu.ge

TRANSPORT AND  
№3 (37)  2016  
MACHINEBUILDING  
T: 68-82

№503  
Department's of Scientific  
and Research Centre  
PRINT MEDIA

უაკ 72.03.

**ქ. თბილისის გამჭვანებისა და ლანდშაფტურ-რეკრეაციული  
განვითარების ტერიტორიული პოტენციალი**

თ. მახარაშვილი, გ. მახარაშვილი

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

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია პოსტსაბჭოთა პერიოდში თბილისში, დეველოპერების მიერ, რეკრეაციული ზონების ექსპანსიის პრობლემები. აღნიშნულია, რომ აუცილებელია გამოვლინდეს დედაქალაქის ლანდშაფტურ-რეკრეაციული განვითარებისათვის საჭირო ტერიტორიები და მოცემულია ასეთი პერსპექტიული სივრცეების ჩამონათვალი და მათი დახასიათება.

**საკვანძო სიტყვები:** ლანდშაფტურ-რეკრეაციული დეველოპერები, განაშენიანება, პოტენციალი.

**შესავალი**

ჩვენს მიერ შესწავლილ იქნა პოსტსაბჭოთა პერიოდში(1991-2016წწ.) თბილისის არსებული მსხვილი ბაღ-პარკების და რეკრეაციული სივრცეების - დიდი დიდმის ტყე პარკი, ვაკის პარკი, მზიური, იპოდრომის მიმდებარე ტერიტორია, ვერის ბაღი, ყოფილი ფსიქიატრიული საავადმყოფოს, სპორტის სასახლის მიმდებარე ტერიტორიები, აგრეთვე ლოკალური ბაღები და სკვერების მდგომარეობა. დადგინდა, რომ აღნიშნული რეკრეაციული ზონების ნაწილის გასხვისების, უკანონო მშენებლობების, ხე-მცენარეების განადგურების და ა.შ. შედეგად ქალაქმა დაკარგა მნიშვნელოვანი ფართის გამწვანებული ტერიტორიები, რომლებიც ჩაანაცვლა ქაოტურმა და მაღალი სიმჭიდროვის განაშენიანებამ. აუცილებელია დაუყოვნებლივ შეწყდეს დეველოპერების მიერ

განხორციელებული ექსპანსია, რომლის შედეგად თბილისის რიგი ე.წ. „პრესტიჟული“ რაიონები (ვაკე, ვერა, საბურთალოს ცენტრი და ა.შ.), დღეს ურბანულ დეგრადაციას განიცდიან.

### პირითაღი ნაწილი

სამწუხაროდ უკვე აშენებული მაღალსართულიანი კორპუსებისა და ქაოტური განაშენიანების ტერიტორიები რეკრეაციული მიზნებისათვის დიდი ხნით დაკარგულია, ამიტომ აუცილებელია გამოვლინდეს თბილისის გამწვანებისა და ლანდშაფტურ-რეკრეაციული განვითარების ტერიტორიული პოტენციალი. ასეთი პოტენციური სივრცეები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ქალაქის ურბანული ნაწილისათვის.

თბილისის გამწვანებისა და ლანდშაფტურ-რეკრეაციული განვითარების პერსპექტიული განვითარების ტერიტორიალურ-ფუნქციონალური პოტენციალის ძიების პროცესში, გამოიკვეთა პერსპექტიული განვითარების ზონები, რომელთაგან მნიშვნელოვანია: მდინარე მტკვრის სანაპიროზე არსებული ტერიტორიები, ქალაქის მცირე მდინარეებისა და ხეების, აგრეთვე ტბების მიმდებარე ტერიტორიები, თბილისის ცენტრში გამავალი სარკინიგზო ხაზის გადატანის შედეგად გამოთავისუფლებული 200 ჰექტარამდე ურბანულ-რეკრეაციული სივრცეები. გარდა ამისა დადგინდა, რომ ლანდშაფტურ-რეკრეაციული პოტენციალი შესაძლებელია გაიზარდოს ვაკეში, ვერაზე, საბურთალოზე, აღმაშენებლის გამზირზე და ა.შ. შიდაკვარტალური სივრცეების რეკონსტრუქცია-რეაბილიტაციით, თბილისი ზღვის, ლისისა და გლდანის ტბების მიმდებარე ტერიტორიების გამწვანებით, არსებული დეგრადირებული საქალაქო ბაღების განახლებით, გაუქმებული ნაგავსაყრელების რეკულტივაციის შემდეგ, რეკრეაციული მიზნებისთვის გამოყენებით და ა.შ.

გარდა აღნიშნულისა ძალზე მნიშვნელოვანია არქიტექტურული პროექტების დამტკიცებისას მათი ორგანული და აუცილებელი შემადგენელი ნაწილი გახდეს გამწვანებისა და კეთილმოწყობის, არქიტექტურულ-ლანდშაფტური და დენდროპროექტის დამუშავება და განხორციელება.

თბილისის ურბანულ სივრცეში ყველაზე მნიშვნელოვანია მისი ცენტრალური ზონის ლანდშაფტურ-რეკრეაციული პოტენციალის გაზრდა, რისი რეალიზაციაც შესაძლებელი გახდება ქალაქის ცენტრში გამავალი რკინიგზის გადატანით ანუ

შემოვლითი პროექტის განხორციელებით და შესაბამისად რკინიგზასთან დაკავშირებული სამეურნეო ფუნქციების (სასაწყობო, სარემონტო, დამახარისხებელი და სხვა) გატანით თბილისის ცენტრალური ნაწილიდან.

გამოთავისუფლებულ ასობით ჰექტარ, ცენტრში მდებარე ძვირადღირებულ ტერიტორიაზე, შესაძლებელია განთავსდეს დედაქალაქის საზოგადოებრივი ცენტრი თავისი განვითარებული რეკრეაციული ზონებით. რკინიგზის გადატანის შედეგად გამოთავისუფლდება დიდუბის სარკინიგზო მეურნეობის ტერიტორიაც, რომელიც შესაძლებელია ჩაითვალოს, როგორც განაშენიანების და ლანდშაფტურ-რეკრეაციულ სარეზერვო ზონებად. გარდა ამისა, თბილისის საზღვრებში შემორჩენილია საწარმოები, რომლებიც დიდი ხანია არ ფუნქციონირებენ და მათი ტერიტორიების გარკვეული ნაწილი შეიძლება ბალ-პარკების შესაქმნელად იქნას გამოყენებული.

თბილისის რეკრეაციული ზონების განვითარების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი არეალია მდინარე მტკვრის მიმდებარე ტერიტორიები. გასული საუკუნის 30 წლებიდან, მას შემდეგ, რაც მისი კალაპოტი ბეტონის არტახებში მოექცა და მის ორივე მხარეს გამჭოლი სატრანსპორტო ტრასები გაჩნდა, მდინარემ დაკარგა მნიშვნელოვანი რეკრეაციული ფუნქციები.

როგორც ზემოთგანხილულ, ასევე მდინარე მტკვრის ლანდშაფტურ-რეკრეაციული ფუნქციების განვითარების პრობლემებზე აქტიურად მუშაობს თბილისის ახალი გენგეგმის დაპროექტების ავტორთა ჯგუფი, რომლებიც შემოგვთავაზებენ საინტერესო საპროექტო წინადადებებს. ამასთან, რეკრეაციული ზონების მოწყობა მტკვრის მიმდებარე იმ ტერიტორიებზე, სადაც მაგისტრალი უშუალოდ სანაპიროზე არ გადის, სავსებით შესაძლებელია, მაგრამ ქალაქის ცენტრში მდებარე მაგისტრალეებში „ჩასმულ“ მტკვართან მხოლოდ რამდენიმე მცირე რეკრეაციული სივრცის შექმნა იქნება შესაძლებელი. გლობალურად კი საკითხი დგას მტკვრის სანაპიროებზე მაგისტრალეების შენარჩუნება-არ შენარჩუნების შესახებ.

მტკვრის უშუალო სიახლოვეს მდებარეობს რიყე, მშრალი ხიდის არეალი, მუშტაიდის ბაღი, ცირკის მიმდებარე ტერიტორია, დედაენის პარკი. იმ შემთხვევაში, თუ მოხერხდება ამ რეკრეაციულ კუნძულებთან მტკვრის გათავისუფლება ჯებირებისა და მაგისტრალეებისაგან, მაშინ შესაძლებელი იქნება ამ სივრცეების ნაწილობრივ

გაერთიანება და მტკვართან ქალაქის და მოქალაქეების უშუალოდ დაკავშირება. ამრიგად, მტკვარს აქვს, როგორც თავისუფალი, ისე შეზღუდული მიმდებარე ტერიტორიები, მის ნაპირებზე დიდი და მცირე რეკრეაციული სივრცეების შესაქმნელად.

მნიშვნელოვანი რეკრეაციული სივრცის შექმნის პოტენციალი გააჩნია მდინარე ვერეს ხეობას. მას შემდეგ, რაც ზოოპარკი ადგილს შეიცვლის, შესაძლებელია გმირთა მოედნიდან დაიწყოს დიდი საქალაქო პარკის შექმნა მდინარის გასწვრივ განვითარებული სარეკრეაციო სივრცეების ქსელით, რომელიც გაგრძელდება თამარაშვილის ქუჩამდე. ამ ქუჩის მიმდებარე რთულრელიაფიანი ვრცელი ტერიტორიის ლანდშაფტურ-რეკრეაციულ ზონად გადაქცევა, მას ვაკის ტერიტორიისა და ვაკის პარკთან მიწისქვეშა გადასასვლელით დაკავშირების შესაძლებლობას იძლევა.

მნიშვნელოვანი სარეკრეაციო პოტენციალი გააჩნიათ მცირე მდინარეებისა და მშრალი ხეების მიმდებარე ტერიტორიებს, მით უმეტეს, რომ გვაქვს ლელვთახევის რეკონსტრუქცია-რეაბილიტაციის წარმატებული მაგალითი. პროექტის მთავარი მიზანი, ამ უნიკალური გარემოს ძველი ქალაქის განუყოფელ და ტურისტულ-რეკრეაციულ სივრცედ გადაქცევა, მიღწეულია. რეაბილიტაციის შემდეგ, ტერიტორია მრავალფუნქციური გახდა და თბილისელებსა და ტურისტებს შესაძლებლობა მიეცათ, ქალაქიდან გაუსვლელად, ცენტრალურ უბანში, უნიკალურ კლიმატურ პირობებში დაისვენონ და დაათვალიერონ არქიტექტურული ღირსშესანიშნაობები.

თბილისში არსებული თემქისხევის, გლდანისხევის, ხევძმარას, ვაზისუბნისხევის, დიდმისხევის, კრწანისისხევის, ორხევის, დუქნისხევის და ა.შ. ტერიტორიაზე მომავალში შეიძლება ჩამოყალიბდეს საუბნო და სარაიონო მნიშვნელოვანი სარეკრეაციო სივრცეები, საერთო ფართობით 250 ჰა.

თბილისის ტბებიდან ლანდშაფტურ-რეკრეაციული ფუნქციების განვითარებისათვის მნიშვნელოვანია ლისის და გლდანის ტბების მიმდებარე ტერიტორიები.

ლისის ტბის მიმდებარედ უკვე მიმდინარეობს დაბალსართულიანი განაშენიანებისა და კეთილმოწყობილი და გამწვანებული სარეკრეაციო სივრცის მშენებლობა. ლისი დეველოპმენტი ერთადერთი კომპანიაა საქართველოში, რომელიც

ახორციელებს მშენებლობას პრინციპით 80/20 ანუ ტერიტორიის 80% ეთმობა გამწვანებას, ხოლო 20% საცხოვრებელ შენობებს.

გლდანის ტბა სოფელ გლდანის მახლობლადაა განთავსებული, რომლის მიმდებარე ტერიტორიების განვითარების, განაშენიანებისა და რეგულირების გეგმა მიზნად ისახავს მისი მნიშვნელოვანი ნაწილის სარეკრეაციო ინფრასტრუქტურად განვითარებას.

თბილისი ზღვა დედაქალაქის ყველაზე დიდი წყალსაცავია (ზედაპირის ფართობი 11.6 კმ<sup>2</sup> -ია, მოცულობა -308 მლნ მ<sup>3</sup>). დეველოპერული კომპანია „არსის“ მიერ დამუშავებული თბილისის ზღვის მიმდებარე ტერიტორიის განვითარების კონცეფცია ითვალისწინებს მის ნაპირებზე მნიშვნელოვანი ტურისტულ-რეკრეაციული ზონების შექმნას.

თბილისის ერთ დროს გამოუყენებელი ტერიტორიის ეკოლოგიურად სუფთა, გამწვანებულ და კეთილმოწყობილ გარემოდ გარდაქმნის თვალსაჩინო მაგალითია „დირსის“ საცხოვრებელი რაიონი, რომელიც გამოუყენებელ, ნაგავსაყრელად ქცეულ მტკვრისპირა ტერიტორიაზე აშენდა. აქ გამწვანებასა და კეთილმოწყობას მთელი განაშენიანებული ტერიტორიის 20% უკავია. დირსი ბოლო წლებში აშენებული საცხოვრებელი კომპლექსია, რომელიც კარგად გააზრებული და არქიტექტურულ-ქალაქგეგმარებითი ნორმების დაცვით აშენდა.

კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ლანდშაფტური სივრცის შექმნის პოტენციალს ქმნის ძველი დახურული ნაგავსაყრელების რეკულტივაციის შედეგად მიღებული ტერიტორიები, რომელიც სათანადო ტექნოლოგიური დამუშავების შემდეგ შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას გამწვანებული სივრცეების შესაქმნელად. დახურული ნაგავსაყრელების სარეკრეაციო ტერიტორიებად გადაქცევის თვალსაჩინო მაგალითია ფრეჭილის პარკი ნიუ-იორკში. აქ ადრე იყო 9 კმ<sup>2</sup> ფართის ტერიტორიის ნაგავსაყრელი, სადაც 2008 წელს დაიწყო დიდი პარკის მშენებლობა.

## დასკვნა

პოსტსაბჭოტა პერიოდის 25 წლის მანძილზე, უკანონო მშენებლობების, ხე-მცენარეების განადგურების და ა.შ. შედეგად თბილისმა დაკარგა მნიშვნელოვანი ფართის გამწვანებული, რეკრეაციული ტერიტორიები. აუცილებელია გამოვლინდეს

დედაქალაქის გამწვანებისა და ლანდშაფტურ-რეკრეაციული განვითარებისათვის საჭირო ტერიტორიები

დადგინდა, რომ ასეთ ტერიტორიებად შეიძლება ჩაითვალოს: მდინარე მტკვრის სანაპიროზე არსებული ზონები, ქალაქის მცირე მდინარეებისა და ხევების, აგრეთვე ტბების მიმდებარე ტერიტორიები, თბილისის ცენტრში გამავალი რკინიგზის ხაზის გადატანის შედეგად გამოთავისუფლებული მნიშვნელოვანი სივრცეები, არსებული განაშენიანების შიდაკვარტალური ეზოები და ა.შ.

### **გამოყენებული ლიტერატურა**

1. თ. მახარაშვილი, ა. ლალიძე - ქ. თბილისის ბალ-პარკების ექსპანსიის პრობლემები საბაზრო ეკონომიკის პირობებში, საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი „ინტელექტუალი“ #26, თბილისი 2014წ.
2. თ. მახარაშვილი, ა. ლალიძე - ქ. თბილისის საპარკო-რეკრეაციული ლანდშაფტების ფორმირების რეტროსპექტიული ანალიზი, სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, #1(36), 2015წ.
3. თ. მახარაშვილი - მწვანე არქიტექტურა, ჟურნალი „სტილი“, #29, თბილისი, 2008წ.

## **ПОТЕНЦИАЛ ОЗЕЛЕНЕНИЯ И ЛАДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ Г. ТБИЛИСИ**

**Т. Махарашвили, Г. Махарашвили**

### **Резюме**

В статье рассматриваются проблемы экспансии девелоперами рекреационных зон в г. Тбилиси. Отмечается, что необходимо выявление территории ландшафтно-рекреационного развития, дается перечень и характеристика таких территорий в г. Тбилиси.

## **TERRITORIAL RESOURCES OF GREEN AND RECREATIONAL DEVELOPMENT OF TBILISI**

**T. Makharashvili, G. Makharashvili**

### **Summary**

Article covers problems of expansion of recreational zones by private sector in post Soviet period Tbilisi. The necessity for such areas in capital is evident. Article gives list of such possible areas with review and description.

უპკ 656.13

## საქართველოს საგზაო ქსელში შეფერხებების ანალიზი

ვ. ხარიტონაშვილი, ბ. დედანაშვილი, დ. ბურდული

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

**რეზიუმე:** მოცემულია მსოფლიოს განვითარებული ქვეყნების სატრანსპორტო საგზაო ქსელში შეფერხებების შემცირების არსებული მეთოდების ანალიზი, სატრანსპორტო შეფერხების თეორიული საფუძვლები, ჩახერგვების კლასიფიკაცია, ჩახერგვისა და საცობის ცნებები, საქართველოში სატრანსპორტო ჩახერგვების ძირითადი მიზეზები, რაც საშუალებას იძლევა დამუშავებულ იქნეს საგზაო სატრანსპორტო შეფერხებების შემცირების ღონისძიებები, რომელთა თეორიული განზოგადება შეიძლება საფუძვლად დაედოს სატრანსპორტო ნაკადების რაციონალური მართვის და ინფრასტრუქტურის განვითარების ნორმატიული აქტების სრულყოფასა და დამუშავებას.

**საკვანძო სიტყვები:** სატრანსპორტო ნაკადი, საგზაო შეფერხება.

## შესავალი

ბოლო წლებში საქართველოში შეიმჩნევა საავტომობილო ტრანსპორტის მკვეთრი ზრდა. მუდმივად იზრდება სატრანსპორტო ნაკადების მოძრაობის სიმჭიდროვე და ინტენსიურობა. ამჟამად საქართველოში რეგისტრირებულია 1,2 მილიონი ავტომობილი, მათ შორის 80% შეადგენს მსუბუქ ავტომობილს. საგზაო ქსელში ავტომობილების რაოდენობის გაზრდასთან ერთად არსებითად იზრდება სატრანსპორტო შეფერხებები და მცირდება მოძრაობის სიჩქარე.

თანამედროვე ქალაქი და მეგაპოლისი მოითხოვს სატრანსპორტო მიმოსვლის მოცულობის მუდმივ გაზრდას და უსაფრთხოების ამაღლებას, რაც თავის მხრივ მოითხოვს სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ქსელის გაუმჯობესებაზე დანახარჯების გაზრდას, მის მოქნილ, მაღალმართვად ლოგისტიკურ სისტემად გარდაქმნას. ინვესტიციების რისკი მნიშვნელოვნად იზრდება, თუ გათვალისწინებული არ იქნება სატრანსპორტო ქსელის განვითარების კანონზომიერება.



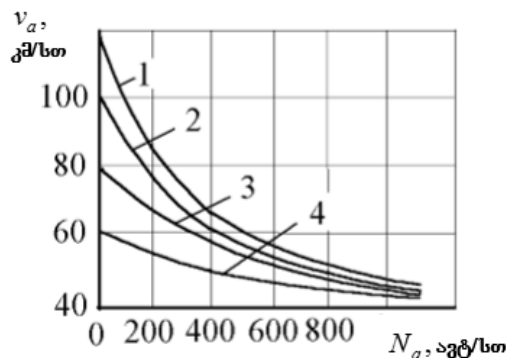
ამ კანონზომიერების უგულებელყოფა გამოიწვევს გზების ცალკეული კვანძების გადატვირთვას, სატრანსპორტო ჩახერგვების წარმოქმნას, სსშ-ის რაოდენობის გაზრდას, ეკოლოგიურ ზიანს. სატრანსპორტო ნაკადების მართვის ეფექტური სტრატეგიის მოძიება, საგზაო ქსელის დაპროექტებისა და მოძრაობის ორგანიზაციის ოპტიმალური გადაწყვეტისათვის საჭიროა გათვალისწინებულ იქნეს სატრანსპორტო ნაკადების დამახასიათებელი ფართო სპექტრი, გარე და შიგა ფაქტორების გავლენა სატრანსპორტო ნაკადების დინამიკურ მახასიათებლებზე.

### ძირითადი ნაწილი

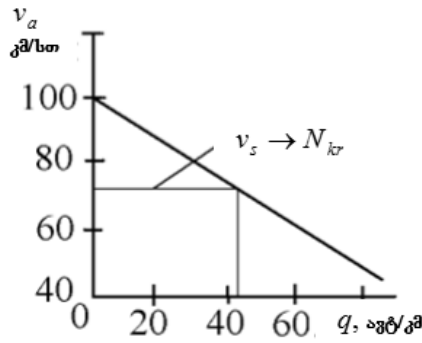
საქართველოში შექმნილი პრობლემები არ განსხვავდება ევროპის ქვეყნების სატრანსპორტო პრობლემებისაგან. საგზაო მოძრაობის ხარისხის საზოგადოდ ცნობილი კრიტერიუმები: სატრანსპორტო ჩახერგვების წარმოქმნისა და გავრცელების წინასწარ განჭვრეტა, საწვავის ხარჯის მინიმიზირება, გარემოს დაბინძურების დონის შემცირება. სატრანსპორტო შეფერხება შეიძლება წარმოიქმნას ქალაქის ნებისმიერ მონაკვეთზე. აღნიშნული პრობლემა სხვადასხვა მიდგომებით არის განხილული მრავალი ქვეყნის მეცნიერთა მიერ. არსებობს სატრანსპორტო შეფერხებების შეფასების მრავალი მეთოდიკა.

საქართველოში ქალაქგარეთ გზებზე, რომლებიც ძირითადად ორზოლიანია, სატრანსპორტო ნაკადის სიჩქარე დამოკიდებულია სატვირთო ავტომობილების მოძრაობის სიჩქარეზე, რომელიც ამცირებს სხვა უფრო მაღალი დინამიკური თვისებების მქონე სატრანსპორტო საშუალებების სიჩქარეს. ქანობზე ავტომობილის მოძრაობისას სატვირთო ავტომობილის სიჩქარე მცირდება წრფივად და აღმართის ბოლოს აღწევს “მცოცავ” სიჩქარეს, რომელიც ტოლია სატვირთო ავტომობილის დინამიკური თვისებებით განვითარებული შესაძლო მაქსიმალური სიჩქარისა. ქალაქში გზის პირველ ზოლში მოწყობილი სადგომები ამცირებენ გზის სიგანეს, ავტომობილები ასრულებენ რა შესვლა-გამოსვლის მანევრებს, ქმნიან შეფერხებებს, ამცირებენ სატრანსპორტო ნაკადის მოძრაობის სიჩქარეს და გზის გამტარუნარიანობას.

ნახ.1. მოცემულია გზის პორიზონტალურ მონაკვეთზე ინტენსიურობის გავლენა მოძრაობის სიჩქარეზე შემზღვეველი ნიშნებისა და შექნიშნების გარეშე [1].



ნახ.1. სატრანსპორტო ნაკადის სიჩქარის დამოკიდებულება მოძრაობის ინტენსიურობისაგან სწყისი სიჩქარე: 1- 120 კმ/სთ, 2- 100 კმ/სთ, 3-80 კმ/სთ, 4-60 კმ/სთ



ნახ.2. სატრანსპორტო ნაკადის სიჩქარის დამოკიდებულება სიმჭიდროვისაგან

მაღალი ინტენსიურობის შემთხვევაში (1100 ავტ/სთ) მიიღწევა ნაკადის გაჯერება და ნაკადის მოძრაობის სიჩქარე მცირდება მინიმუმამდე, პრაქტიკულად სხვა ფაქტორებისაგან დამოუკიდებლად.

ჩვეულებრივ, ნაკადის სიჩქარე დაკავშირებულია მის სიმჭიდროვესთან წრფივი დამოკიდებულებით (ნახ.2). სიჩქარის საშუალო მნიშვნელობა შეესაბამება კრიტიკულ სიმჭიდროვეს, რომელიც ტოლია დაახლოებით მაქსიმალური სიმჭიდროვის ნახევრისა [2].

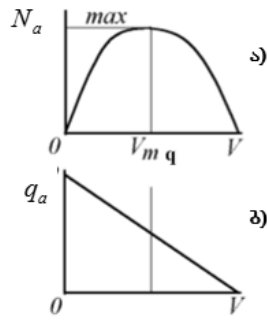
ცხრილი 1

№	ფორმულა	აღნიშვნები
1	$N_a = v_a q_a$	$N_a$ - სატრანსპორტო ნაკადის ინტენსიურობა, ავტ/სთ; $v_a$ - ნაკადის სიჩქარე, კმ/სთ; $q_a$ - სიმჭიდროვე, ავტ/კმ.
2	$v_a = N_a / q_a = tg \alpha$	რადიუს-ვექტორის დახრის კუთხე (ნახ.3)
3	$P = \frac{1000V}{L} \alpha$	$V$ - სატრანსპორტო ნაკადის სიჩქარე, კმ/სთ; $\alpha$ - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს გამტარუნარიანობის შემცირებას გადაკვეთასთან გაჩერების მიზეზით; $L$ - ავტომობილის დინამიკური გაბარიტული სიგრძე, მ.
4	$P_s = (P_1 + P_2 + \dots + P_n)$	$P_s$ - გზის საერთო გამტარუნარიანობა; $P_1, P_2, \dots, P_n$ - თითოეული ზოლის გამტარუნარიანობა

სატრანსპორტო ნაკადის ძირითად განტოლებას წარმოადგენს მოძრაობის  $v_a$  სიჩქარეს,  $N_a$  ინტენსიურობასა და  $q_a$  სიმჭიდროვეს შორის დამოკიდებულება (ფორმულა 1, ცხრილი 1).

ეს განტოლება (ფორმულა 1, ცხრილი 1) ერთმანეთთან აკავშირებს სამ დამოუკიდებელ ცვლადს, რომლებიც წარმოადგენენ სატრანსპორტო ნაკადის საშუალო სიდიდეებს და რეალურ საგზაო პირობებში ერთმანეთთან არიან დაკავშირებული.

სიჩქარის გაზრდასთან ერთად სატრანსპორტო ნაკადის ინტენსიურობა დასაწყისში იზრდება, მიაღწევს რა მაქსიმუმს, შემდეგ მცირდება (ნახ.3), რაც განპირობებულია ავტომობილებს შორის  $l_p$  ინტერვალის გაზრდით და სიმჭიდროვის შემცირებით. მოძრაობის მართვის მიზანს წარმოადგენს ნაკადის მაქსიმალური ინტენსიურობის და არა სიჩქარის მიღწევა.



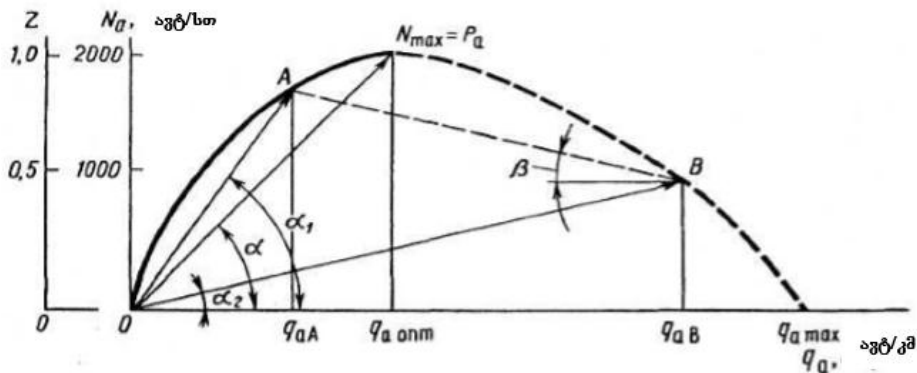
ნახ.3. სატრანსპორტო ნაკადის სიმჭიდროვესა და ინტენსიურობას შორის ურთიერთკავშირი:  
 ა) ინტენსიურობის დამოკიდებულება სიჩქარისაგან  
 ბ) სიმჭიდროვის დამოკიდებულება სიჩქარისაგან

ამრიგად, რაც მეტია სატრანსპორტო ნაკადის სიმჭიდროვე და მცირეა მისი ინტენსიურობა, მით უფრო ნაკლები იქნება მოძრაობის საერთო სიჩქარე. შესაბამისად, წარმოიქმნება სატრანსპორტო შეფერხებები. საგზაო ქსელის არასაკმარისი განვითარებისა და მისი სატრანსპორტო საშუალებების პარკის რაოდენობის შეუსაბამო პირობებში რთულდება მოძრაობის პირობები, გზებზე წარმოიქმნება ჩახერგვები. უფრო ადრე ამ პრობლემამ თავი იჩინა დასავლეთ ევროპისა და ჩრდილოეთ ამერიკის ქვეყნებში, ამჟამად კი საქართველოში. საგზაო მოძრაობის კანონზომიერების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მოძრაობის ორგანიზაციის ამოცანების პრაქტიკული გადაწყვეტისათვის საჭიროა გამოყენებულ იქნეს სატრანსპორტო ნაკადის მახასიათებლები.

საავტომობილო გზის ერთი ზოლის ზღვრებში სატრანსპორტო ნაკადის სიჩქარის, ინტენსიურობისა და სიმჭიდროვის დამოკიდებულება შეიძლება გამოისახოს დიაგრამის სახით (ნახ.4) [3].

დიაგრამა ასახავს (ძირითადად მსუბუქი ავტომობილები) სატრანსპორტო ნაკადის სიმჭიდროვის ზრდასა და ინტენსიურობის მდგომარეობის ცვლილებას. მრუდის მარცხენა ნაწილი ასახავს სატრანსპორტო ნაკადის მდგრადობას, რომლის დროსაც სიმჭიდროვის გაზრდით გადადის თავისუფალი ფაზიდან მაქსიმალურად შესაძლო ინტენსიურობაზე (წერტილი  $N_{max} = P_a$ ). ამ ცვლილების განმავლობაში ნაკადის ინტენსიურობა მცირდება - ხასიათდება რადიუს-ვექტორის  $\alpha$  კუთხის დახრის ტანგენსით, ნულოვანი  $N_a$  წერტილიდან ამსახველი ცვლილების მრუდის ნებისმიერ წერტილთან. გამტარუნარიანობის თვალსაზრისით, წერტილში  $N_{amax} = P_a$  ნაკადის სიჩქარის კრიტერიუმი და სიმჭიდროვე ოპტიმალურია ( $q_{aopt}, v_{aopt}$ ). სიმჭიდროვის შემდგომი ზრდით ( $P_a$  წერტილის შემდეგ) სატრანსპორტო ნაკადი იქნება არამდგრადი (წვეტილი მრუდი). ნაკადის ცვლილება არამდგრად მდგომარეობამდე ხორციელდება მძღოლების მიერ უსაფრთხო

დისტანციის დაუცველობის შედეგად საგზაო ქსელის ყველა მონაკვეთზე და აშკარად ვლინდება არასასურველი ამინდის პირობებში, რაც ქმნის არამდგრად სატრანსპორტო ნაკადს.



ნახ.4. სატრანსპორტო ნაკადის დიაგრამა:  
 $Z$  – დატვირთვის კოეფიციენტი (დონე) [4]

სატრანსპორტო ნაკადის სიჩქარე მკვეთრად მცირდება  $A$  წერტილში და ამ მდგომარეობაში ხდება მისი გარდაქმნა (სიმჭიდროვისა და სიჩქარის მიხედვით), წერტილი  $B$  ქმნის “დარტყმით ტალღას” (პუნქტირი  $AB$ ), რომელიც მიმართულია სატრანსპორტო ნაკადის შემხვედრი მიმართულების სიჩქარით, რომელიც ხასიათდება  $\beta$  კუთხის ტანგენსით. “დარტყმითი ტალღა” - არის თანმხვედრი ჯაჭვური შეჯახების წარმოქმნის წყარო, რაც დამახასიათებელია ტიპური მჭიდრო სატრანსპორტო ნაკადისათვის.  $0$  და  $q_{a\max}$  წერტილებში მოძრაობის ინტენსიურობა  $N_a = 0$ , ანუ საავტომობილო გზაზე არ არსებობს სატრანსპორტო საშუალება ან სატრანსპორტო ნაკადი იმყოფება ჩახერგვის მდგომარეობაში. რადიუს-ვექტორი, რომელიც გატარებულია მრუდზე  $0$  წერტილიდან ( $A$  ან  $B$ ) მიმართულებით  $N_a$  განმსაზღვრელ ნებისმიერ წერტილზე, ახასიათებს სატრანსპორტო ნაკადის საშუალო სიჩქარის სიდიდეს (ფორმულა 2, ცხრილი 1).

ნახ.4-ზე მაგალითის სახით მოცემულია 2 წერტილი, რომლებიც დამახასიათებელია:  $A$  – სატრანსპორტო ნაკადის მდგრადი მოძრაობისათვის;  $B$  – სატრანსპორტო ნაკადის ჩახერგვის მდგომარეობისაკენ მიმართული არამდგრადი მოძრაობისათვის. რადიუს-ვექტორის დახრის კუთხე პირველ  $a_1 = 60^\circ (tg\alpha = 1,77)$  წერტილში, ხოლო მეორე  $a_2 = 15^\circ (tg\alpha = 0,26)$ . წერტილში  $B (\approx 9,9$  კმ/სთ) სიჩქარე 6,8-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე წერტილში  $A (\approx 67$  კმ/სთ). დიაგრამის ხასიათი იცვლება გზის სამოსის, მძღოლების ხილვადობის ხარისხის, სატრანსპორტო ნაკადის, საავტომობილო გზის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური პროფილის ცვლილების პირობის შემთხვევაში. სატრანსპორტო ნაკადის ცვლილების დიაგრამა შეიძლება აიგოს სხვა, კერძოდ  $v_a - q_a$  და  $N_a - v_a$  კოორდინატებშიც.

სამეცნიერო წყაროების ანალიზის შედეგად შეიძლება ჩამოყალიბდეს ჩახერგვისა და საცობის ცნებები. *ჩახერგვა* - საგზაო მოძრაობის სიჩქარის მნიშვნელოვნად შემცირება ან შეწყვეტა (*საცობი*). ჩახერგვა შეიძლება გამოწვეული იყოს მოძრაობის ზოლზე სატრანსპორტო საშუალებების მძღოლის მიერ მოძრაობის წესების და მოძრაობის რეჟიმების დარღვევის, სსშ-ის, საგზაო მოძრაობის არასაკმარისი ორგანიზაციის, სატრანსპორტო საშუალების არასაკმარისი ღინამიკური თვისებების შედეგად.

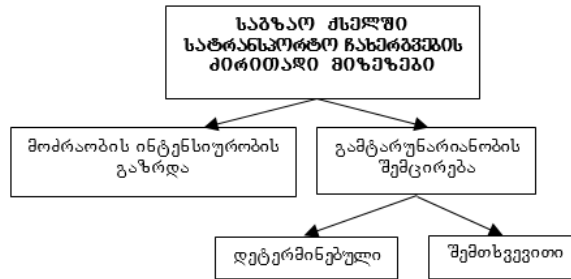
ჩვეულებრივ, მოძრაობის შეწყვეტით ჩახერგვაში იგულისხმება სატრანსპორტო ნაკადის უძრავი მდგომარეობა ზღვრული სიმჭიდროვის შედეგად, იმის გამო, რომ სატრანსპორტო ნაკადის ინტენსიურობა მნიშვნელოვნად აჭარბებს გზის მოცემული მონაკვეთის ფაქტობრივ გამტარუნარიანობას. ამავე დროს, მოცემული მონაკვეთის დატვირთვის კოეფიციენტი  $z$  მეტია ერთზე. თუმცა ჩახერგვის მდგომარეობა სხვადასხვაგვარია, როგორც თავისი მიზეზებით და თანმდევი ფაქტორებით, ისე მასშტაბებითა და ხანგრძლივობით. არ არსებობს ჩახერგვების კლასიფიკაცია, თუმცა მრავალ ავტორს აქვს თავისი მოსაზრება ამ საკითხზე, რომელთა განზოგადების საფუძველზე შეიძლება შემოთავაზებულ იქნეს ჩახერგვების მარტივი კლასიფიკაცია: შემთხვევითი და რეგულარული (“პულსირებული”) [4].

შემთხვევით ჩახერგვა შეიძლება წარმოიქმნას საგზაო ქსელის ნებისმიერ მოულოდნელ წერტილში და შეიძლება გამოწვეული იყოს სსშ-ით, რომლის შედეგის ლიკვიდაცია მოითხოვს გზის სამოძრაო ნაწილის გადაკეტვას ხანგრძლივი დროით. ამ დროს გზის სამოძრაო ნაწილის გამტარუნარიანობა შეიძლება შემცირდეს 50...100 %-ით. როგორც წესი, რეგულარული ჩახერგვები წარმოიქმნება ერთსა და იმავე ადგილზე და ხშირად შუქნიშნის რეგულირებად გზაჯვარედინებზე, რომლებიც ვერ უზრუნველყოფენ საჭირო რაოდენობის ავტომობილების გატარებას. რეგულარული ჩახერგვების წინასწარ განჭვრეტა და მათი შესუსტება, ან ლიკვიდაცია შესაძლებელია შესაბამისი ღონისძიებების გატარებით, მაგრამ შესაძლო ღონისძიებები შეზღუდულია საგზაო ქსელის (მათ შორის მოძრაობის ზოლების) განვითარებით და ხშირ შემთხვევაში არ იძლევა მნიშვნელოვან შედეგს გამტარუნარიანობის გაზრდის კარდინალური ზომების მიღების გარეშე.

ჩახერგვა ხასიათდება მასში სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობითა და ხანგრძლივობით. ქალაქის პირობებში მოძრაობის ანალიზისას ჩახერგვას მიაკუთვნებენ შემთხვევას, როცა მოძრაობის სიჩქარე მცირდება 15 კმ/სთ-მდე [5].

სატრანსპორტო ნაკადის ჩახერგვების წარმოქმნის მექანიზმის ანალიზის საფუძველზე შეიძლება განხილულ იქნეს სატრანსპორტო პროცესის ჩახერგვების უშუალო წარმომქმნელი გარე და შიდა ფაქტორები. სატრანსპორტო ჩახერგვის წარმოქმნის მიზეზს წარმოადგენს გზის

მონაკვეთის გამტარუნარიანობაზე სატრანსპორტო ნაკადის სიმჭიდროვის გადაჭარბება, შემოსული სატრანსპორტო ნაკადის გაზარდის ან/და საგზაო-ქსელის მონაკვეთის გამტარუნარიანობის შემცირების მიზეზის გამო (არ გააჩნია უნარი გაუძლოს გაზრდილ სატრანსპორტო დატვირთვას). საგზაო ქსელში სატრანსპორტო ნაკადების ჩახერგვების ძირითადი მიზეზები მოცემულია ნახ.5 [6].



ნახ.5. სატრანსპორტო ჩახერგვების ძირითადი მიზეზები

სატრანსპორტო ნაკადის მოძრაობის ინტენსიურობის გაზრდის მიზეზები: დასვენების ადგილისაკენ და უკუმიმართულებით სეზონური მიგრაცია; სამუშაო ადგილისაკენ და უკუ მიმართულებით ყოველდღიური მგზავრობა; გზაჯვარედინების ან სსშ-ის ადგილის გადაკეტილი მონაკვეთების გვერდის ავლის გამო სატრანსპორტო საშუალებების ნაკადის წარმოქმნა.

საგზაო ქსელის გამტარუნარიანობის შემცირების დეტერმინებული მიზეზები: გზის სამოძრაო ნაწილის მკვეთრი შევიწროება (“ბოთლის ყელი”), რომელიც მკვეთრად ამცირებს გზის გამტარუნარიანობას; სატრანსპორტო საშუალებების მნიშვნელოვანი რაოდენობის თავმოყრა წრიულ მოძრაობაზე არარეგულირებადი გადაკვეთების არსებობით; არარეგულირებადი გადაკვეთების არსებობა; ფეხითმოსიარულეთა გადასასვლელების არსებობა; საგზაო-სატრანსპორტო გარემოების შეუსაბამო შექმნილების მუშაობის რეჟიმები; საზოგადოებრივი სარგებლობის ტრანსპორტის გაჩერებისათვის შესასვლელი ჯებიების არარსებობა.

საგზაო ქსელის გამტარუნარიანობის შემცირების შემთხვევითი მიზეზები: მძღოლების მიერ სატრანსპორტო საშუალებების მართვა მცირე სიჩქარით სამოძრაო მარცხენა ნაწილში და ზოლიდან ზოლში გადასვლის წესების დაუცველობა; რამდენიმე ზოლის მკვეთრი გადაკვეთის განხორციელება; საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევის წარმოქმნა; პირდაპირი მოძრაობისათვის განკუთვნილი ზოლიდან მოხვევის განხორციელება; “ჩინოვნიკების” მოძრაობისათვის საგზაო ქსელის მონაკვეთების გადაკეტვა; არასასურველი ამინდი (ყინული, თოვლი, ნისლი, წვიმა, ძლიერი ქარი და სხვა); ტექნოგენური ხასიათის შემთხვევები (ხანძარი, მიწისძვრა და ა.შ.); სამშენებლო-სარემონტო ან დაგვა-დასუფთავების სამუშაოების მიზეზით გზის მონაკვეთების გადაკეტვა; მძღოლების მიერ

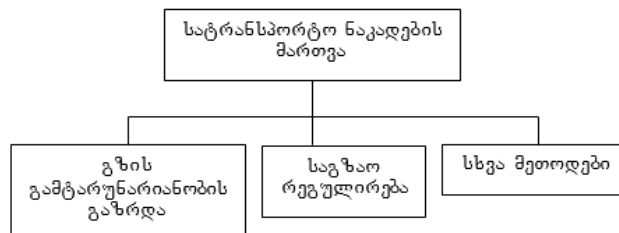
გზაჯვარედინზე შესვლის წესების დარღვევა (გადაკვეთაზე შესვლა სადაც უკვე წარმოქმნილია სატრანსპორტო შეფერხება); უკვე ჩახერგილი გზის მონაკვეთის შემოვლის მცდელობა შემხვედრი მოძრაობის სამოძრაო ნაწილზე, გვერდულებზე, ტროტუარებზე, რაც იწვევს სსშ-ს ან აუარესებს ჩახერგვის სიტუაციებს.

საავტომობილო გზაზე სატრანსპორტო ნაკადის მდგომარეობა და მოძრაობის პირობები განისაზღვრება მოხერხებული მოძრაობის დონით, რომელიც წარმოადგენს ეკონომიკურობის, მოხერხებულობისა და მოძრაობის უსაფრთხოების კომპლექსურ მაჩვენებელს [7].

ცხრილი 2

მოძრაობის მოხერხებულობის დონე

მოხერხებული მოძრაობის დონე	გზის მოძრაობით დატვირთვის კოეფიციენტი, Z	ავტომობილების ნაკადის მახასიათებელი	ნაკადის მდგომარეობა	გზის მუშაობის ეკონომიკური ეფექტურობა
"B"	0,5...0,7	ავტომობილებს შორის დიდი ინტერვალები, გასწრება გართულებულია	დაკავშირებული	ეფექტური
"I"	0,7...1	ავტომობილები მოძრაობენ მცირე სიჩქარეებით, ჩახერგვის წარმოქმნა	მჭიდრო გაჯერებული	არაეფექტური



ნახ.6. სატრანსპორტო ნაკადების მართვის ზოგადი პრინციპები

როგორც ცხრილიდან ჩანს "I" დონე – ეს არის ჩახერგვა, ხოლო "B" დონიდან "I" დონეზე გადასვლა - ჩახერგვის წარმოქმნის პროცესი. სატრანსპორტო ნაკადების მართვის ზოგადი პრინციპები მცემულია ნახ.6-ზე.

საგზაო ჩახერგვების საწინააღმდეგო გავრცელებული მეთოდს წარმოადგენს შუქნიშნების მუშაობის რეჟიმების ოპტიმიზირება. ეს მეთოდი ეფექტურია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ხორციელდება მთლიანად ქალაქის კომპლექსური ან რომელიმე რაიონის მასშტაბით რეგულირება. მაგრამ თუ მაგისტრალი გადატვირთულია ასეთი მეთოდი ნაკლებად ეფექტურია.

ცხრილში 3 მოცემულია მსოფლიოში ფართოდ გავრცელებული სატრანსპორტო ნაკადების მართვის მეთოდები [8,9,10].

№	მეთოდის შინაარსი	დადებითი მხარე	უარყოფითი მხარე
1	ქალაქის ცენტრში შესვლის შეზღუდვა ავტომობილების მოძრაობის აკრძალვით ლუწო რიცხვებში ან ყოველდღიურად. შეზღუდვა არ ეხება საჯარო სამსახურის ჩინოვნიკებს, ქალაქის საზოგადოებრივ ტრანსპორტს, ადგილობრივ მცხოვრებლებს და შეზღუდული შესაძლებლობის პირებს, სამართალდამცავი ორგანოებისა და სპეციალური სამსახურების თანამშრომლებს. შეზღუდულ ტერიტორიაზე უნებართვოდ მოძრაობა ავტომობილებს აღრიცხავს ელექტრონული მოწყობილობა და მძღოლები იხდიან ჯარიმას.	ნაწლობრივ ამცირებს გზების გადატვირთვას ქალაქის ცალკეულ ნაწილში. ადგილობრივი ბიუჯეტი იღებს დამატებით შემოსავალს, უმჯობესდება ეკოლოგიური მდგომარეობა	პრობლემა არ წყდება მთლიანად ქალაქის მცხოვრებთა ინტერესების შესაბამისად. შეზღუდული ზონიდან ავტომობილები გადაძირადობა სხვა გადატვირთულ გზებზე (ქუჩებზე)
2	ფასიანი მოძრაობა. ქალაქის ცენტრის შეზღუდულ ზონაში მოძრაობა ხორციელდება ფიქსირებული ტარიფით. გადასახადისაგან თავისუფლდება ეკოლოგიურად სუფთა საწვავზე მომუშავე ავტომობილები. პარკირებაზე გადასახადი უნდა იზრდებოდეს ქალაქის ცენტრთან მიახლოების მიხედვით.	ქალაქის ცენტრალური ნაწილის განტვირთვა დაახლოებით 15%-ით. გავლენას ახდენს ქალაქის ბიუჯეტზე	პროექტის ფინანსური დანახარჯები. იზრდება საგზაო ქსელის დატვირთვის ალბათობა შეზღუდვის ზონის გარეთ ქალაქის რაიონებში.
3	დიდგაბარიტიანი ავტომობილების გამოყენების შეზღუდვა და მცირე გაბარიტიანი ავტომობილების გამოყენებაზე შეღავათები,	საშუალებას იძლევა განიტვირთოს გზები და პარკირების მოედნები	ეფექტური იქნება, თუ გამოყენებული იქნება მკაცრი ზომები
4	პარკირებაზე შეზღუდვები	ეფექტური იქნება თუ გამოყენებული იქნება "ევაკუატორები" ავტომობილების გადასატანად სპეციალურ სადგომზე და მოწესრიგებული იქნება საზოგადოებრივი სამგზავრო ტრანსპორტის ორგანიზაცია.	უფასო სადგომების ლიკვიდაცია იწვევს ავტომობილების მფლობელთა მასობრივ პროტესტს
5	მოძრაობის ზოლის გამოყოფა საზოგადოებრივი ტრანსპორტისათვის	საზოგადოებრივი ტრანსპორტი არ ფერხდება ჩანერგვებში სხვა ავტომობილებთან ერთად	მცირდება გზის გამტარუნარიანობა
6	გზების დაპროექტების და ექსპლუატაციის პროგრესული მეთოდების გამოყენება მეცნიერებისა და ტექნიკის თანამედროვე მიღწევების გათვალისწინებით	გზის მაღალი გამტარუნარიანობა და სატრანსპორტო ნაკადების შეფერხებების მინიმუმამდე დაყვანა	მოითხოვს დიდ კაპიტალდაზღვრებას. ინფრასტრუქტურა ყოველთვის არ იძლევა ახალი გზებისა და ქუჩების მშენებლობის საშუალებას
7	ავტომობილების რაოდენობის რბილი შეზღუდვა ითვალისწინებს საკუთარი საკუთარი სურვილით ავტომობილებით მგზავრობაზე უარს. მკაცრი ფორმა მდგომარეობს ავტომობილების შეზღუდულ რეგისტრაციას, მაგ. ავტომობილის შეძენის აუცილებლობის დასაბუთებას, ან შექენამდე მოიძებნოს პარკირების ადგილი და ა.შ.	ეფექტურია იძულებითი შეზღუდვა	საკუთარი სურვილით ავტომობილების გამოყენების შეზღუდვა არ არის ეფექტური

ცხრილში მე-5 მეთოდის გამოყენება დაკავშირებულია გზის გამტარუნარიანობასთან. მოძრაობის 1-ლი ზოლის გამტარუნარიანობა ერთ დონეზე გადაკვეთის შემთხვევაში განისაზღვრება გადაკვეთაზე სატრანსპორტო საშუალებების შეფერხების გათვალისწინებით (ფორმულა 3, ცხრილი 1) [11].



გზის საერთო გამტარუნარიანობა  $P_s$  ტოლია თითოეული ზოლის  $P_1, P_2 \dots P_n$  გამტარუნარიანობის ჯამისა (ფორმულა 4, ცხრილი 1).

ახალი გზის მშენებლობისას წინასწარ დაპროექტებული და საზოგადოებრივ სამგზავრო ტრანსპორტისათვის მოწყობილი ზოლი მნიშვნელოვან გავლენას არ ახდენს მთლიანად სატრანსპორტო ნაკადზე. ხოლო იმ შემთხვევაში როცა გადატვირთულ გზას ფაქტობრივად ავიწროებენ დამატებით მოძრაობის ერთი ზოლით, მაშინ საერთო გამტარუნარიანობა მცირდება და ასეთი ღონისძიების ეფექტურობა უტოლდება 0-ს.

საგზაო ჩახერგვების წინააღმდეგ მიმართულ თითოეულ მეთოდს გააჩნია თავისი დადებითი და უარყოფითი მხარეები. მათი ეფექტურობა დამოკიდებულია კონკრეტული ქალაქის და საგზაო, ეკონომიკურ და სამართლებრივ პირობებზე. ზემოთ აღნიშნული მეთოდებიდან ყურადღებას იმსახურებს იაპონური ინტელექტუალური სატრანსპორტი სისტემა, რომელიც საშუალებას იძლევა გააფრთხილოს მძღოლი არა მხოლოდ უკვე წარმოქმნილ ჩახერგვაზე, არამედ იმ მონაკვეთების შესახებ, რომლებზედაც იწყება ჩახერგვის წარმოქმნა, ანუ სისტემა განსაზღვრავს "B" ღონიდან "I" ღონეზე გადასვლის მომენტს.

ქალაქის, განსაკუთრებით მეგაპოლისის, სატრანსპორტო სისტემა იქმნება მრავალი წლების განმავლობაში და მისი შეცვლისათვის საჭიროა დრო და მნიშვნელოვანი ინვესტიციები. ქალაქის სტრუქტურა და საგზაო ქსელის განვითარება ყალიბდება გენერალური გეგმის საფუძველზე, რომელიც ორიენტირებულია ავტომობილიზაციის განსაზღვრულ ღონეზე.

მსოფლიოს განვითარებული ქვეყნებისაგან განსხვავებით საქართველოში სატრანსპორტო ნაკადების მართვა გამოირჩევა თავისი სპეციფიკური თავისებურებებით. საკმარისად ხანგრძლივი დროის პერიოდში საქართველოში სატრანსპორტო მომსახურების განვითარებაში პრიორიტეტი ენიჭებოდა საზოგადოებრივ ტრანსპორტს და ავტომობილიზაციის საანგარიშო ღონედ მიღებულ იყო 60 ავტომ/1000 სულ მოსახლეზე. მის ძირითადი ნაკლს წარმოადგენს: ქობილისის გზების მცირე ხვედრითი სიმჭიდროვე და მეორეხარისხოვანი გზების არასაკმარისი განვითარება; ქალაქის ქუჩებისა და გზაჯვარედინების მცირე გამტარუნარიანობა; საქალაქო ტრანსპორტის მოძრაობის უზრუნველყოფის საიფორმაციო სისტემის არასაკმარისი განვითარება; ავტომობილების არასაკმარისი საჭირო რაოდენობის სადგომებისა და პარკინგები.

უაღრესად უარყოფით როლი ითამაშა ქალაქის ისტორიული ცენტრიდან ძირძველი მცხოვრებლების განაპირა უბნებში გასახლების პოლიტიკამ, საცხოვრებელი შენობების გარდაქმნამ არასაცხოვრებელ შენობებად და მათ გამოყენებამ ოფისებად, სასტუმროებად, საზოგადოებრივ ნაგებობებად. ასეთმა პოლიტიკამ გაზარდა ქალაქის ცენტრში კომერციული და ინსტიტუციური უძრავი ქონების კონცენტრაცია და ქალაქის ცენტრის გარდაქმნა ავტომობილებით გაჯერებულ რაიონად.

ამჟამად არ არსებობს: თბილისის სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის, განაშენიანების განვითარების, საგზაო მოძრაობისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების კონცეფცია; სატაქსო გადაყვანების ტექნიკური რეგლამენტი; გზაჯვარედინებზე შუქნიშნის მუშაობის რეჟიმები არ შეესაბამება რეალურ მდგომარეობას; საავტომობილო პარკის ტექნიკური მდგომარეობა არ შეესაბამება მოძრაობისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების ნორმებს; არ არის განსაზღვრული საწვავის ხარჯის საბაზო ნორმები; საგადასახადო კოდექსს გააჩნია არსებითი ნაკლი (ახალი ავტომობილის იმპორტზე გადასახადი მეტია, ხანგრძლივად ექსპლუატაციაში ნამყოფისა კი მნიშვნელოვნად ნაკლები); ქვეყანაში არ ხორციელდება ავტომობილების გზისთვის ვარგისობაზე სავალდებულო პერიოდული ტესტირება; ტექნიკურად გაუმართავი ავტომობილების ექსპლუატაციაზე არ სრულდება კანონმდებლობით დადგენილი მოთხოვნების მონიტორინგი; არ აღირიცხება საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევების კონკრეტული მიზეზები.

საქართველოში საგზაო ქსელში შეფერხებების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ საავტომობილო პარკის 40...50 % ექსპლუატაცია ხორციელდება ქ.თბილისში, ქალაქის საგზაო-სატრანსპორტო ქსელის და საავტომობილო პარკის ტექნიკური მდგომარეობა არ შეესაბამება თანამედროვე მოთხოვნებს.

ქ. თბილისში სატრანსპორტო ჩახერგვების ძირითადი მიზეზების გამოვლენა საშუალებას იძლევა დამუშავებულ იქნეს საგზაო სატრანსპორტო შეფერხებების შემცირების კონკრეტული ღონისძიებები, რომელთა თეორიული განზოგადება შეიძლება საფუძვლად დაედოს სატრანსპორტო ნაკადების რაციონალური მართვის და ინფრასტრუქტურის განვითარების ნორმატიული აქტების სრულყოფასა და დამუშავებას.

### ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. Highway capacity manual/ Special report 209. Washington, D.C. 202.
2. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения. Справочник. пер. с англ. **В.У.Рэнкин, П.Клафи, С.Халберт** и др. М. Транспорт. 1981, 592 с.
3. **Иносэ Х., Хамата Т.** Управление дорожным движением. Пер. с англ. М. Транспорт, 1983, 245 с.
4. **Игнатов А.В.** Совершенствование управления перевозками с учетом риска возникновения транспортного затора на улично-дорожной сети города. Канд.дисс. «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.». 2012, 246 с.
5. **Клинковштейн Г.А.** Организация дорожного даижения. уч.пос. для вузов. М.Транспорт. 2001.

6. **Чванов В.В.** Системный анализ факторов, способствующих дорожной аварийности в Российской Федерации. Сб. "дороги и мости". Вып.16/2. М. 2006.
7. Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог. Минавтодор РСФСР. М. Транспорт, 1982.
8. **Васильева А.Ю., Рейцен Е.А., Дубова С.В.** Анализ заторовых ситуации на улично-дорожной сети городов. №32-2009, с.90-93.
9. **Бражник А.А.** Анализ влияния орожных факторов и информационных характеристик на величину пропускной способности автомобильных дорог. Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет. Вестник ХНАДУ. 2009, №47, с 23-28.
10. **Gray L., Griffeath D.**, The Ergodic Theory of Traffic Jams, Journal of Statistikal Physics, Vol. 105, Nos.3/4, November 2001.
11. **Садило М.В.** Автомобильные дороги. Строительство и эксплуатация. Уч.пос. для ст.вузов. Ростов-на Дону. Феникс. 2011, 200 с.
12. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений (редакция 2000 г.). М. Изд-во стандартов. 2000, 59 с.

## **ANALYSIS OF TRAFFIC CONGESTION IN THE ROAD NETWORK OF GEORGIA**

**V. Kharitonashvili, B. Dedanashvili, D. Burduli**

### **Summary**

The analysis of the delay reduction methods in the road network razvytih countries, the theoretical basis of transport costs, classification of traffic congestion, the notion of congestion and traffic jams, the main causes of traffic congestion in Georgia, which makes it possible to develop measures to reduce transport costs, on the basis of which it is possible to improve and to develop appropriate regulatory acti.


## **АНАЛИЗ ЗАТОРОВ В ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГРУЗИИ**

**В. Харитонашвили, Б. Деданашвили, Д. Бурдули**

### **Резюме**

Дан анализ методов снижения задержки в дорожной сети развитых странах мира, теоретические основы транспортных издержки, классификация заторов, понятия затора и пробки, основные причины транспортных заторов в Грузии, что дает возможность разработать мероприятия по снижению транспортных издержек, на основании которых можно совершенствовать и разработать соответствующие нормативные акты.

GTU  
TRANSPORT AND MACHIN-  
E-BUILDING FACULTY  
www.gtu.ge

TRANSPORT AND  
№3 (37)  2016  
MACHINEBUILDING  
T: 68-82

№503  
Department's of Scientific  
and Research Centre  
PRINT MEDIA

უპკ 656.13

**ავტოსატრანსპორტო საშუალების დამუხრუჭების სიგნალის  
გავლენა მოძრაობის უსაფრთხოებაზე**

ვ. ხარიტონაშვილი, პ. ჭანია

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

**რეზიუმე:** განხილულია ავტოსატრანსპორტო საშუალების დამუხრუჭების სიგნალის გავლენა მოძრაობის უსაფრთხოებაზე, დასაბუთებულია დამუხრუჭების სიგნალის ეფექტურობის გაზრდის შეისაძლებლობა არა მხოლოდ მისი საიმედოობის გაზრდით, არამედ ახალი ტექნიკური გადაწყვეტით, კერძოდ სამუხრუჭო სისტემის სასიგნალო მოწყობილობის ელექტრულ სქემაში დარეზერვების გამოყენებით, შემოთავაზებულია სასიგნალო მოწყობილობის ელექტრული სქემა.

**საკვანძო სიტყვები:** სატრანსპორტო საშუალება, მოძრაობის უსაფრთხოება, სდექ-სიგნალი.

**შეჯამება**

ლოგისტიკურ მიწოდების ჯაჭვში სატრანსპორტო პროცესის საიმედოობა ემყარება სისტემის „ოპერატორი-ავტოსატრანსპორტო საშუალება-გზა-გარემო“ გამართულ ფუნქციონირებას, რომლის შეფასების კრიტერიუმია მგზავრების (ტვირთის) უსაფრთხო და დროული გადაყვანა (გადაზიდვა). მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფით სატრანსპორტო პროცესის გამართული ფუნქციონირების შედეგია მაღალი ეკონომიკური ეფექტი, ამავე დროს, სატრანსპორტო პროცესის შესრულება მგზავრებისა და ტვირთის გადაყვანის (გადაზიდვის) დროს უნდა იყოს უსაფრთხო. უსაფრთხოება გულისხმობს ავტოსატრანსპორტო (ას) საშუალების თვისებას, რომელიც ამცირებს საფრთხის წარმოქმნის ალბათობას. ამრიგად, ას საშუალების მოძრაობის უსაფრთხოება არის მისი საექსპლუატაციო თვისება მოძრაობის დროს უწყვეტად შეინარჩუნოს ტექნიკურად გამართული

მდგომარეობა, შეამციროს საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევების (სსშ) ალბათობა და მისი შედეგების სიმძიმე.

სსშ-ის წარმოქმნის მიზეზების ფაქტორების შესწავლის გარეშე შეუძლებელია მათი აღმოფხვრის აუცილებელი, მეცნიერულად დასაბუთებული, ეფექტური პროფილაქტიკური ღონისძიებების დამუშავება. სსშ-ზე ას საშუალების კონსტრუქციის ელემენტების უწყესივრობების გავლენის გამოკვლევა საშუალებას იძლევა დადგენილი იქნეს უწყესივრობებით გამოწვეული სსშ-ის მიზეზები.

სსშ-ის რაოდენობის შემცირების ერთ-ერთ მიმართულებას წარმოადგენს ას საშუალების კონსტრუქციის სრულყოფა, კერძოდ მისი აქტიური უსაფრთხოების გაზრდა, რაც შეიძლება რეალიზებულ იქნეს გარე მაშუქი ხელსაწყოების გაუმჯობესებით.

### ძირითადი ნაწილი

ას საშუალებების უწყესივრობების მიზეზებია კონსტრუქციული, საწარმოო და საექსპლუატაციო ფაქტორები. კონსტრუქციული უწყესივრობების მიზეზია არასრულყოფილი კონსტრუქცია, საწარმოო - დამზადების ტექნოლოგია, ხოლო საექსპლუატაციო - ტექნიკური ზემოქმედების წესების დარღვევა. სტატისტიკური მონაცემებით კონსტრუქციული და საწარმოო უწყესივრობები მიზეზია სსშ-ის 4%-ისა, ხოლო საექსპლუატაციო უწყესივრობებით წარმოქმნილი სსშ შეადგენს 28%. ამავე დროს, ას საშუალებების საექსპლუატაციო საიმედოობა შეიძლება მიღწეული იქნეს მათი კონსტრუქციის სრულყოფით.

ბ. როიტმანის, ი. სუვოროვის, ვ. სუკოვიცინის მონაცემებით სსშ-ის უმეტესი ნაწილი დაკავშირებულია სამუხრუჭო სისტემებთან - 45%, ვიზუალურ და ხმოვან სიგნალიზაციასთან, შესაბამისად 9 და 8% [1].

ერთ-ერთ ხშირ უწყესივრობას წარმოადგენს სდექ-სიგნალის ნათურის მტყუნება. ამ სახის უწყესივრობით ექსპლუატაციაშია მრავალი ას საშუალება. საგზაო მოძრაობის წესები ავალდებულებს ოპერატორს (მძღოლს) მგზავრობის დაწყებამდე შეამოწმოს და მგზავრობისას უზრუნველყოს სამუხრუჭო სისტემის გამართულობა, მას ეკრძალება მოძრაობა სამუხრუჭო სისტემის გაუმართაობისას. ამავე დროს სდექ-სიგნალის გამართულების შემოწმება წარმოადგენს სირთულეს, ხოლო მოძრაობისას წარმოქმნილი გაუმართაობის აღმოჩენა უკვე დაგვიანებული იქნება.

უნდა აღინიშნოს, რომ ერთ ას საშუალებაზე ორი სდექ-სიგნალიდან თითოეულს გააჩნია თავისი ფუნქციური დანიშნულება და არ წარმოადგენენ ერთმანეთის დუბლირებულს. ორი ერთდროულად მომუშავე ერთი ფუნქციური დანიშნულების სდექ-სიგნალი უზრუნველყოფს შუქის

საჭირო ხედვის კუთხეებს საგზაო მოძრაობის სხვადასხვა სიტუაციებში. მხოლოდ ორი სდექ-სიგნალით შეიძლება სატრანსპორტო საშუალების იდენტიფიცირება გზის სავალ ნაწილზე მისი მდებარეობის და დისტანციის შესახებ.

ას საშუალების დამუხრუჭების პროცესი პრაქტიკულად სრულად არის სინქრონიზებული დამუხრუჭების სიგნალების მუშაობასთან, რომელთა მთავარი მიზანია ას საშუალების სიჩქარის შეცვლაზე მიმყოლი ას საშუალების ოპერატორის ინფორმირება. დამუხრუჭების სიგნალის ეფექტურობის გაზრდა, განსაკუთრებით არასაკმარისი ხილვადობის პირობებში, შეიძლება უზრუნველყოფილი იქნეს არა მხოლოდ მისი საიმედოობის გაზრდით, არამედ ახალი ტექნიკური გადაწყვეტით.

ას საშუალების მოძრაობის დროს საგზაო ვითარების შესახებ ოპერატორი შეგრობებითი ორგანოების საშუალებით იღებს საჭირო ინფორმაციას. ამ პროცესში ოპერატორს ეხმარება ას საშუალების კონსტრუქციაში რეალიზებული სპეციალური საინფორმაციო სისტემები. ინფორმაციულობა შეიძლება შეფასებული იქნეს, როგორც თვით ას საშუალების, ისე მოძრაობის სხვა მონაწილეების მოძრაობისა და მანევრების რეჟიმებზე ინფორმაციის სისრულით. შიგა საინფორმაციო სისტემის დანიშნულებაა ოპერატორის, ხოლო გარე სისტემისა სხვა მონაწილეების ინფორმირება. საინფორმაციო სისტემის ეფექტურობის გაზრდა შესაძლებელია დარეზერვების მეთოდების გამოყენებით, საერთაშორისო და ეროვნულ მოთხოვნებთან შედარებით საინფორმაციო სისტემაში სიჭარბის შეტანით.

მოძრაობის მონაწილეებს შორის კავშირის საშუალებას წარმოადგენს გარე მაშუქი ხელსაწყოები, ისინი ასრულებენ ორ ფუნქციას: „ეგოისტურ (უზრუნველყოფენ ას საშუალების ოპერატორისთვის ინფორმაციის მიღებას გზიდან და საგზაო ვითარებაზე) და „ალტრუისტული“ (საგზაო მოძრაობის სხვა მონაწილეებს გადასცემენ ინფორმაციას თვით ას საშუალებაზე, მის გაბარიტულ ზომებზე, მოძრაობის მიმართულებაზე, სიჩქარისა და მიმართულების შეცვლაზე და სხვა).

საექსპლუატაციო ვარგისობის ხარისხის მიხედვით განასხვავებენ განათებისა და სიგნალიზაციის სისტემების სამ მდგომარეობას: გამართულ, ნაწილობრივ გამართულ და გაუმართავს. გამართული სისტემა უზრუნველყოფს ეგოისტური და ალტრუისტული ფუნქციების სრულად შესრულებას. ამრიგად, ნებისმიერი გაუმართაობა, რომელიც ამცირებს რომელიმე ვიზუალური სიგნალის ფუნქციურ თვისებას, შეიძლება ჩაითვალოს ას საშუალების საგზაო მოძრაობის საფრთხის ნიშნად.

როგორც ცნობილია, „სდექ-სიგნალი ნიშნავს შუქს, რომელიც გამოიყენება სატრანსპორტო საშუალების უკან მყოფი საგზაო მოძრაობის მონაწილეთა სიგნალიზაციისათვის იმის შესახებ, რომ ოპერატორმა მოქმედებაში მოიყვანა მუშა მუხრუჭი”. ფაქტობრივად კი სდექ-სიგნალის სისტემა ინფორმაციას აძლევს საგზაო მოძრაობის სხვა მონაწილეებს იმაზე, რომ ას საშუალების ოპერატორმა ზემოქმედება მოახდინა სამუხრუჭო პედალზე, რის შედეგად ას საშუალება იწყებს შენელებით მოძრაობას, მნიშვნელოვან ქანობზე მოძრაობის შემთხვევის გარდა, როცა დამუხრუჭებით ხდება მუდმივი სიჩქარის შენარჩუნება. ას საშუალების შენელების შესახებ ინფორმაციის არ არსებობა განსაკუთრებით საფრთხეს ჰქმნის სატრანსპორტო ნაკადში არასაკმარისი ხილვადობის პირობებში.

ოპერატორის რეაქციის დროზე განსაკუთრებით დიდ გავლენას ახდენს საგზაო სიტუაციაზე წინასწარი ინფორმაცია. რ.როტენბერგის მონაცემებით ოპერატორის რეაქციის დრომ შეიძლება მიაღწიოს 2 წმ. რეაქციის დროის შემცირება შესაძლებელია ლატენტური პერიოდის (ზოგიერთი მონაცემებით 2-ჯერ) ოპერატორის გადაყვანით ოპერატიული სიმშვიდის რეჟიმიდან დაბაბულ რეჟიმში [2].

ვ. რენკინის, პ. კლაფის, ს. ხალბერტის და სხვ. მონაცემებით 50% ოპერატორებისთვის დამუხრუჭებაზე რეაქციის დრო შეადგენს 0,9 წმ-ზე მეტს, 10% ოპერატორებისთვის - 1,5 წმ და ზოგ შემთხვევაში აჭარბებს 2 წმ-ს [3].

განვიხილოთ შემთხვევა, როცა ლიდერი და მიმყოლი მსუბუქი ას საშუალებებია და მოძრაობენ თანაბარი სიჩქარეებით, ამავე დროს მათი მუშა სამუხრუჭო სისტემები აკმაყოფილებენ ტექნიკური რეგლამენტის ნორმატიულ მოთხოვნებს.

სდექ-სიგნალის სისტემის წესიერული მდგომარეობის შემთხვევაში მათ შორის მინიმალური დისტანცია შეიძლება განისაზღვროს გამოსახულებით:

$$D_{\min} = S_{\Sigma_2} - S_{\Sigma_1} + S_{r_2}, \quad (1)$$

სადაც  $S_{\Sigma_1}, S_{\Sigma_2}$  -შესაბამისად, ლიდერისა და მიმყოლის გაჩერების მანძილები,  $S_{r_2}$  -მიმყოლის მიერ გავლილი მანძილი ლიდერის ოპერატორის რეაქციის დროში.

ლიდერის გაჩერების მანძილი:

$$S_{\Sigma_1} = S_{r_1} + S_{d_1} + S_{T_1}, \quad (2)$$

სადაც  $S_{r_1}, S_{d_1}$  -ლიდერის მიერ გავლილი მანძილები, შესაბამისად, ოპერატორის რეაქციისა და მუშა მუხრუჭების აძვრის დროში,  $S_{T_1}$  - დამუხრუჭების მანძილი.

თუ ჩავსვამთ (2)-ში მანძილების მნიშვნელობებს მივიღებთ:

$$S_{\Sigma_1} = t_r V_0 + t_{d_1} V_0 + \frac{V_0^2}{2g\gamma_1}, \quad (3)$$

სადაც  $t_r$  – ლიდერის ოპერატორის რეაქციის დრო, წმ,  $V_0$  – ას საშუალების მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ,  $t_{d_1}$  – მუშა მუხრუჭების აძვრის დრო, წმ,  $\gamma_1$  – ლიდერის დამუხრუჭების ძალის კოეფიციენტი მკვეთრი დამუხრუჭებისას.

მიმყოლი ას საშუალების გაჩერების მანძილის განსაზღვრისას მხედველობაში მივიღოთ, რომ მისი ოპერატორი მყისიერად ვერ მიხვდება იმ ფაქტს, რომ ლიდერი მკვეთრად ამუხრუჭებს, რაც ასახულია გამოსახულებაში:

$$S_{\Sigma_2} = t_{r_2} V_0 + t_{d_1} V_0 + \frac{V_0^2 - V_k^2}{2g\gamma_2} + \frac{V_k^2}{2g\gamma_1}, \quad (4)$$

სადაც  $t_{r_2}$  – მიმყოლი ას საშუალების ოპერატორის რეაქციის დრო სდექ-სიგნალის, ნათურის რეჟიმზე გასვლის (დაახლოებით 0,2 წმ) დროის გათვალისწინებით,  $V_k$  – სიჩქარე მდოვრედ დამუხრუჭების პროცესის დამთავრებისას,  $\gamma_2$  – დამუხრუჭების ძალის კოეფიციენტი მდოვრედ დამუხრუჭებისას.

მდოვრედ დამუხრუჭების დროს საბოლოო სიჩქარე შეიძლება განისაზღვროს:

$$V_k = V_0 - g\gamma_2 t_r^1, \quad (5)$$

სადაც  $t_r^1$  – მიმყოლი ას საშუალების ოპერატორის რეაქციის დრო, როცა მიხვდება იმ ფაქტს, რომ ლიდერი მკვეთრად ამუხრუჭებს.

შესაბამისად, მინიმალური დისტანციის განსაზღვრის ფორმულა (1) მიიღებს სახეს:

$$D_{\min} = t_{r_2} V_0 + \frac{V_0^2 - V_k^2}{2g} \left( \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_1 \gamma_2} \right). \quad (6)$$

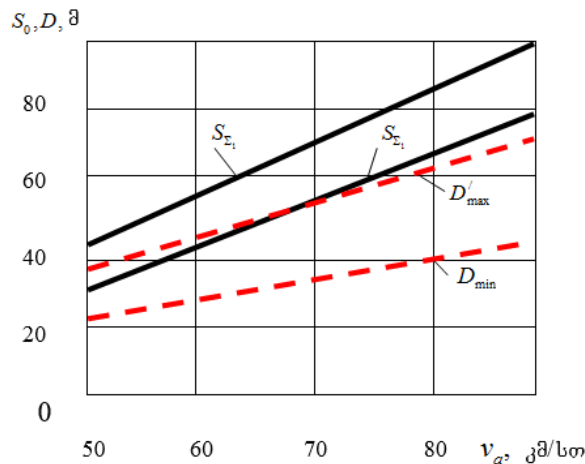
მეორე შემთხვევის განხილვისას, როცა ლიდერის სდექ-სიგნალის სისტემა უწყესივროა (ორივე ნათურის მტყუნება), მაშინ მინიმალური დისტანციის განსაზღვრის ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$D_{\min}^1 = t_r^1 V_0 + \frac{V_0^2 - V_k^2}{2g} \left( \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_1 \gamma_2} \right). \quad (7)$$

როგორც ფორმულებიდან (6-7) ჩანს, ლიდერის სდექ-სიგნალის უწყესივრო მდგომარეობის შემთხვევაში მინიმალური დისტანციის სიდიდე აღემატება წესივრული სისტემის მინიმალურ დისტანციას ( $t_r^1 > t_{r_2}$ )..

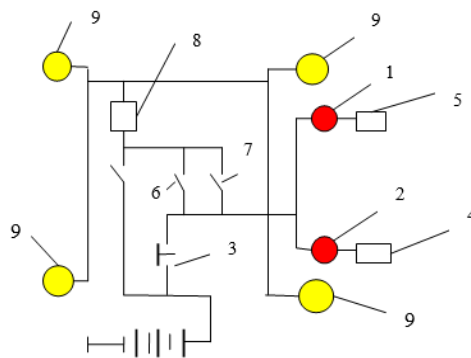


ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია გაჩერების მანძილებისა და მინიმალური დისტანციების დამოკიდებულება სიჩქარეზე. როგორც ჩანს, ინფორმაციის დაკარგვისას მინიმალური დისტანცია მნიშვნელოვნად აჭარბებს სდექ-სიგნალის სისტემის წესიერულ მდგომარეობის დისტანციის სიდიდეს.



ნახ.1. ას საშუალების გაჩერების მანძილებისა და მინიმალური დისტანციების დამოკიდებულება სიჩქარეზე

სდექ-სიგნალის ნათურის მტყუნების შემთხვევაში ას საშუალების ინფორმაციულობა შეიძლება გაიზარდოს სდექ-სიგნალის სისტემის გაუმჯობესებული ერთ-ერთი ელექტრული სქემით, რომელიც უზრუნველყოფს სდექ-სიგნალის ნათურის მტყუნების შემთხვევაში ინფორმაციის გადაცემას მოძრაობის სხვა მონაწილეებისათვის ავარიული მდგომარეობის სიგნალიზაციის ავტომატური ჩართვით (ნახ.2).



ნახ.2. დამუხრუჭების სასიგნალო სისტემის სქემა

ას საშუალების ექსპლუატაციის დროს, როდესაც ოპერატორი ახდენს ზემოქმედებას სამუხრუჭო პედალზე, ჩაირთვება ჩამრთველი 3. ამ დროს კონტაქტები 6 და 7 გაანართულია, და ჩაირთვება სდექ-სიგნალის ნათურები 1 და 2. იმ შემთხვევაში, როცა სასიგნალო ნათურა 1 და 2 არ ჩაირთვება (მტყუნება) ჩამრთველის 3 ჩართვისას რელეს 4 და 5 კონტაქტები 6 და 7 ჩართულ მდგომარეობაშია. ჩაირთვება ავარიული მდგომარეობის რელე 8 და სასიგნალო ნათურები

9, რაც ინფორმაციას აძლევს საგზაო მოძრაობის სხვა მონაწილეებს იმაზე, რომ ას საშუალება საშიში გახდა სხვა სატრანსპორტო საშუალებებისათვის. ამავ დროს რელეს 8 ჩართვა აძლევს მძღოლს ვიზუალურ და ხმოვან ინფორმაციას დამუხრუჭების სასიგნალო ნათურების 1 და 2 გაუმართაობის შესახებ.

ამრიგად, დამუხრუჭების სიგნალის ეფექტურობის გაზრდა შეიძლება უზრუნველყოფილი იქნეს არა მხოლოდ მისი საიმედოობის გაზრდით, არამედ ახალი ტექნიკური გადაწყვეტით, კერძოდ სა მუხრუჭო სისტემის სასიგნალო მოწობილობის ელექტრულ სქემაში დარეზერვების გამოყენებით.

### **გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. **Ройтман Б.А., Суворов Ю.Б. Суковичин В.И.** Безопасность автомобиля в эксплуатации. М. Транспорт. 1987, 207 с.
2. **Ротенберг Р.В.** Основы надежности системы водитель-автомобиль-дорога-среда. 1986, 216 с.
3. **Ренкин В., Клафи П., Халберт С.** Автомобильные перевозки и организация дорожного движения. Справочник. пер.с англ. М. Транспрт. 1981, 592 с.

## **IMPACT BRAKE ON ROAD SAFETY VEHICLES**

**V. Kharitonashvili, P. Chania**

### **Summary**

The effect of the braking signal of the vehicle on the safety of its movement. The possibility of increasing the efficiency of the braking signal, not only prvysheniem its reliability, but also a new technical solution, in particular the introduction of an electrical circuit Brake redundant circuitry suggested signaling device.

## **ВЛИЯНИЕ СИГНАЛА ТОРМОЖЕНИЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**В. Харитонашвили, П. Чания**

### **Резюме**

Рассмотрено влияние сигнала торможения автотранспортного средства на безопасность его движения. Обоснована возможность повышения эффективности сигнала торможения, не только првышением ее надежности, но и новым техническим решением, в частности введением электрической схемы сигнала торможения резервированием, предложено электрическая схема сигнального устройства.

უპაკ 629.113

**საავტომობილო საწვავის ხარჯის ნორმირების  
ასპექტები საქართველოში**

ვ. ხარიტონაშვილი, დ. აშოთია

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

**რეზიუმე:** მოცემულია საქართველოში და საზღვარგარეთის ქვეყნებში საავტომობილო საწვავის ხარჯის ნორმირების მეთოდის ანალიზი. დასაბუთებულია საქართველოში სატრანსპორტო საშუალებების საწვავის ხარჯის ნორმების მეთოდის დამუშავების აუცილებლობა არსებული მეთოდების გათვალისწინებითა და მათი სრულყოფით. უპირატესობა უნდა მიენიჭოს საწვავის ხარჯის საბაზო ნორმის მეცნიერულად დასაბუთებულ მათემატიკური მოდელებით განსაზღვრულ დეტერმინებულ მეთოდს, რომელიც უზრუნველყოფს, როგორც სატრანსპორტო საშუალებების კონსტრუქციის თავისებურებების, ისე მათ საექსპლუატაციო პირობების გათვალისწინებას. კვლევის შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საწვავის ხარჯის ნორმების ტექნიკური რეგლამენტის დამუშავებისათვის.

**საკვანძო სიტყვები:** სატრანსპორტო საშუალება, საწვავის ხარჯის ნორმა.

**შეასკალი**

საწვავის ხარჯი წარმოადგენს ავტომობილის კონსტრუქციის სრულყოფის, საექსპლუატაციო პირობების სირთულის, მძღოლის კვალიფიკაციის და ავტომობილის ტექნიკური მდგომარეობის განზოგადებულ მაჩვენებელს. შეიძლება დასახულ იქნეს საწვავის ხარჯის შემცირების მრავალი მიმართულება, მაგრამ შეუძლებელია მისი ეფექტურად რეალიზება საწვავის ხარჯის აღრიცხვის სახელმწიფო ეფექტური პოლიტიკის გარეშე, რომელიც ეფუძნება მოქნილ

ნორმატიულ-სამართლებრივ სისტემას, ავტოსატრანსპორტო (ას) საშუალებების კონსტრუქციულ და საექსპლუატაციო თავისებურებების გათვალისწინებით.

### პირითადი ნაწილი

საქართველოში საწვავის საექსპლუატაციო ხარჯის ნორმირება ხორციელდება ნორმატიული აქტით, რომლის მიხედვით ნავთობპრუდუქტების ნორმების დადგენა ხორციელდება მხოლოდ საავტომობილო ტექნიკის დამამზადებლის საექსპლუატაციო სახელმძღვანელოს მიხედვით [1].

დამამზადებლის მიერ ას საშუალების საექსპლუატაციო სახელმძღვანელოში მითითებული საწვავის ხარჯი გამოიყენება ას საშუალების მხოლოდ ტექნიკური მდგომარეობის განსაზღვისათვის და არ წარმოადგენს საწვავის ხარჯის საექსპლუატაციო ნორმას.

საწვავის მოხმარების რეგლამენტება, ენერგომომარაგება და სახელმწიფო კონტროლი არსებობს მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში. სატრანსპორტო საშუალების მფლობელი ცდილობს შეასრულოს სატრანსპორტო სამუშაო ნაკლები დანახარჯებით, გაზარდოს მოგება და კონკურენტუნარიანობა სატრანსპორტო მომსახურების ბაზარზე. საწვავის ხარჯის ნორმირების საფუძველია საწვავის ხარჯის საბაზო ნორმა ლ/100 კმ განარბენზე და წარმოადგენს მოცემული ტიპისა და კონსტრუქციის ავტომობილის ეკონომიკურ მახასიათებელს მოცემულ საგზაო პირობებში.

საწვავის ხარჯის ნორმის განსაზღვრაზე საზღვარგარეთ არსებობს სხვადასხვაგვარი მიდგომა, რეკლამისა და მომხმარებლების მიზიდვის მიზნით დამამზადებელი ავრცელებს ავტომობილების მახასიათებლებს, მათ შორის საწვავის ხარჯის მახასიათებელს. როგორც წესი, ეს მახასიათებელი არ ითვალისწინებს საექსპლუატაციო პირობებს და შესრულებულ სატრანსპორტო მუშაობას. დამამზადებელი მიუთითებს მხოლოდ მოძრაობის რეჟიმებს, მაგალითად, ქალაქის ციკლი, მაგისტრალური ციკლი, შერეული ციკლი და მათ შესაბამის საწვავის ხარჯის მაჩვენებლებს დამყარებულ სიჩქარეებზე. ეს მონაცემები შეიძლება ჩაითვალოს მხოლოდ ავტომობილის ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების საკონტროლო მაჩვენებლებად და მომხმარებლისათვის ინფორმაციად.

ასეთი მაჩვენებლების მიღებისათვის საავტომობილო ტექნიკის სხვადასხვა დამამზადებლის მიერ გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდები. მიღებული შედეგები ყოველთვის არა არის კორექტული, არ ასახავენ რეალურ პირობებს, უფრო ხშირად გამოიყენება სარბენლოლებიანი სტენდი სისტემის “თვალი-გზა”, აეროდინამიკის, მარშრუტის და ა.შ. გათვალისწინების გარეშე. რეალური პირობების ასეთი იმიტაცია ცხადია შორს არის ფაქტობრივი მონაცემებისაგან.

დამამზადებლის მიერ მითითებული მაჩვენებლების ძირითადი მიზანია მიიზიდონ მომხმარებლები და არა ენერგომოხმარებისა და სატრანსპორტო დანახარჯების შემცირება. მეორეს მხრივ, მომხმარებელს სურს შეირჩიოს უფრო ეკონომიური ავტომობილის, ის ორიენტაციას იღებს რა ამ მაჩვენებლებზე. საწვავის ხარჯის ნორმების განსაზღვრა უნდა განხორციელდეს ავტომობილის კონკრეტული საექსპლუატაციო პირობების გათვალისწინებით.

სხვადასხვა ქვეყნებში მოქმედებს საწვავის ხარჯის აღრიცხვისა და ნორმირების ნორმატიული აქტები, უკრაინაში [2], რუსეთის ფედერაციაში [3], ბელორუსიაში [4], მოლდავეთში [5], ყაზახეთში [6], და სხვა. ყველა ნორმატიულ აქტი დაფუძნებულია ერთ პრინციპზე, რომელშიც მითითებულია საწვავის ხარჯის საბაზო ნორმების რიცხვითი მნიშვნელობები, ხოლო საექსპლუატაციო პირობების გათვალისწინება ხორციელდება საბაზო ნორმების მაკორექტირებელი კოეფიციენტებით.

ეს კოეფიციენტები გამოიყენება ერთი პირობით - დამატება მათ ზღვრულ მნიშვნელობამდე, ხოლო კოეფიციენტების ნაკლები მნიშვნელობა არ იზღუდება. დამატებების სიდიდეები, რომელთა მნიშვნელობები არ შეცვლილა 1998 წლიდან, ამკარად არ შეესაბამება თანამედროვე პირობებს და რაც მთავარია ამ ნორმატივებს არ გააჩნიათ იურიდიული ძალა საქართველოში.

საწვავის ხარჯის საბაზო ნორმის ფორმირების პრინციპს საფუძვლად უდევს გაანგარიშების მეთოდი და საშუალებას იძლევა განისაზღვროს საწვავის ხარჯი სატრანსპორტო საშუალების კონსტრუქციული თავისებურებების გათვალისწინებით. ასეთი დეტერმინებული მეთოდი მოცემულია ნ.ი.გოვორუშენკოს ნაშრომში, რომელიც ითვალისწინებს საწვავის ხარჯის საბაზო ნორმის განსაზღვრას მათემატიკური მოდელით [7].

საწვავის ხარჯის ძირითადი ნორმისა და სატრანსპორტო სამუშაოზე საწვავის ხარჯის ნორმის გრაფიკული დამოკიდებულება ავტომობილის სიჩქარით და სადატვირთვო რეჟიმებისაგან [8] გვიჩვენებს, რომ სიჩქარის შემცირებით იზრდება სატრანსპორტო მუშაობაზე საწვავის ხარჯის ნორმა, ამიტომ, ას საშუალების დატვირთვის გავლენა საწვავის ხარჯზე მნიშვნელოვნად საგრძნობი იქნება მცირე სიჩქარეებზე. საწვავის ხარჯის ნორმატიული სიდიდე დგინდება საშუალო საექსპლუატაციო პირობებისათვის.

ას საშუალებების ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის დებულებაში [9] საექსპლუატაციო პირობები დაყოფილია 5 კატეგორიად. ძირითად საკლასიფიკაციო ნიშანს წარმოადგენს საშუალო ტექნიკური სიჩქარე, რომლის სიდიდე შეიძლება განისაზღვროს მზომი საშუალებებით ან ფორმულით [7].

როსულ საექსპლუატაციო პირობებში, როცა მოძრაობის სიჩქარე მცირეა, მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნეს საწვავის ხარჯის ნორმირება ერთეულ დროში, ანუ ლ/სთ (კგ/სთ).

საწვავის ხარჯის ცნობილი მეთოდები ამცირებენ საწვავის ხარჯს 60 კმ/სთ მეტი სიჩქარით მოძრაობისას, მაშინ როცა საწვავის რეალური ხარჯი იზრდება. აქედან გამომდინარე, ავტომობილის მოძრაობისას შემცირებული ან გაზრდილი სიჩქარით მოძრაობისას საჭიროა საწვავის ხარჯის საბაზო ნორმის მნიშვნელოვნად გაზრდა. ასეთ პირობებს მიეკუთვნება ქალაქის პირობები, როსული გეგმის გზები, ხშირი ტექნილოგიური გაჩერებები, სასწავლო მოძრაობა და ა.შ. საწვავის ხარჯის ნორმის დაკავშირება საშუალო ტექნიკურ სიჩქარესთან, როგორც მოცემულია გამოსახულებაში, საშუალებას იძლევა ავტომატურად იქნეს გათვალისწინებული მეთოდიკაში უმრავლესი დამატებები. გზაზე ავტომობილების რაოდენობის გაზრდა და სატრანსპორტო პირობების გართულება, რაც დამახასიათებელია ქალაქის პირობებში ექსპლუატაციისათვის, იწვევს საშუალო ტექნიკური სიჩქარის შემცირებას. გზების გამტარუნარიანობა მაქსიმუმს აღწევს 25...35 კმ/სთ საშუალო ტექნიკური სიჩქარის შემთხვევაში. აქედან გამომდინარე, საწვავის ხარჯი მიზანშეწონილია განისაზღვოს საშუალო ტექნიკური სიჩქარის მიხედვით, რომელიც შეიძლება მიღებულ იქნეს მარშრუტზე თანამედროვე სანავიგაციო სისტემების გამოყენებით.

ას საშუალებაზე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვადასხვა ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების საწვავი, რაც იწვევს საწვავის ხარჯის ცვლილებას. საწვავის თვისებების ცვლილება შეიძლება გამოწვეულ იქნეს ალტერნატიული საწვავის გამოყენებით, საწვავის სხვადასხვა მწარმოებლების და მარკის მიზეზით. აგრეთვე იცვლება ძრავას მქკ, რომელიც ითვალისწინებს თბური ენერჯიის გარდაქმნას მექანიკურ ენერჯიად. ამჟამად საწვავის ხარჯის ნორმები არ არის დაკავშირებული საწვავის ხარისხთან. საჭირო ხდება შემასწორებელი კოეფიციენტების შემოღება, რომელიც დააკორექტირებს საწვავის ხარჯს.

ამრიგად, საქართველოში და საზღვარგარეთის ქვეყნებში საავტომობილო საწვავის ხარჯის ნორმირების მეთოდების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მეთოდები არ არის სრულყოფილი. ამდენად საჭიროა საქართველოში სატრანსპორტო საშუალებების საწვავის ხარჯის ნორმების მეთოდიკის დამუშავება, რომელიც საფუძვლად დაედება შესაბამისი ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცებას.

**გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. ინსტრუქცია “ეკონომიკურ საქმიანობაში გამოყენებულ ავტოსატრანსპორტო საშუალებებზე გახარჯული საწვავის ერთობლივ შემოსავლიდან გამოქვითვის შესახებ”. საქართველოს ფინანსთა მინისტრის 2011 წლის 18 აპრილის №230 ბრძანება.
2. Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте. Налоги и бухгалтерский учет. Информационно-аналитическая газета. [www.nibu.factor.ua/info/](http://www.nibu.factor.ua/info/).
3. Распоряжение Минтранса РФ от 14.03.2008 г. № АМ-23-р. Главбух Бумажный и электронный журнал, сообщество, справочная система и онлайн-сервисы. [www.glavbukh.ru/doc/2126](http://www.glavbukh.ru/doc/2126).
4. Об установлении норм расхода топлива в области транспортной деятельности и признании утратившими силу некоторых нормативных правовых актов Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Постановление Министерства транспорта и коммуникации Республики Беларусь, 6 января 2012 г. № 3.
5. Приказ об утверждении Норм расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте N172 от 09.12.2005.
6. Нормы расходов горюче-смазочных материалов и расходов на содержание автотранспорта. <http://plast.com.kz/support/zakon/gsm.php>.
7. **Говорущенко Н.Я.** Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. М. Транспорт, 1990. 135 с.
8. **Кривошапов С.И.** Нормирование расхода топлива на транспорте. Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". Луцьк, 2014. Випуск №45, с. 308-316.
9. Положение о профилактическом обслуживании и ремонте транспортных машин (Методические рекомендации). Харьков. РИО ХГАДТУ, 1998. 39 с.

**ASPECTS OF AUTOMOTIVE FUEL RATIONING IN GEORGIA**

**V. Kharitonashvili, D. Ashotia**

**Summary**

The analysis of fuel rationing procedures in Georgia and abroad. The necessity of the development of fuel rationing methods in Georgia, taking into account the improvement of known

techniques. Preference should be given evidence-based deterministic method of calculating the basic fuel consumption rates determined by mathematical models that allow you to take into account both the design features of vehicles and the specific conditions of their operation. The results of the study can be used to develop technical regulations on fuel rationing.

## **АСПЕКТИ НОРМИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТОПЛИВА В ГРУЗИИ**

**В. Харитонашвили, В. Ашотиа**

### **Резюме**

Дан анализ методик нормирования расхода топлива в Грузии и зарубежных стран. Обоснована необходимость разработки методики нормирования расхода топлива в Грузии с учетом усовершенствовании известных методик. Следует отдавать предпочтение научно-обоснованным детерминированным методом расчета базовой нормы расхода топлива, определяемой по математическим моделям, которые позволяют учесть как конструктивные особенности транспортных средств, так и специфику условий их эксплуатации. Результаты исследования может быть использованы для разработки технического регламента по нормировании расхода топлива.



УДК 621. 891 539.30.

## К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТНОЙ НАДЕЖНОСТИ ВИНТОВЫХ ПРОФИЛЕЙ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Т. А. Чхаидзе, Т. Р. Беридзе, Н. И. Нозадзе, Н. Т. Чхаидзе

(Грузинский технический университет, ул. М. Костава №77, 0175)

**Резюме:** рассматриваются теоретические аспекты влияния угла подъема винтовой линии на степень жесткости при кручении и запасенной потенциальной энергии с помощью математической теории упругости, что важно при определении прочностной надежности режущих инструментов; работоспособность метчиков в условиях машинной нарезки во многом зависит от степени их жесткости, позволяющая сопротивляться изменению формы, в пределах допустимого смещения, участвующих в резании зубьев, а винтовой профиль перьев инструмента повышает качество обрабатываемой поверхности.

**Ключевые слова:** режущий инструмент, математическая теория упругости, главный момент внешних напряжений, жесткость при кручении; эффективность использования.

### ВВЕДЕНИЕ

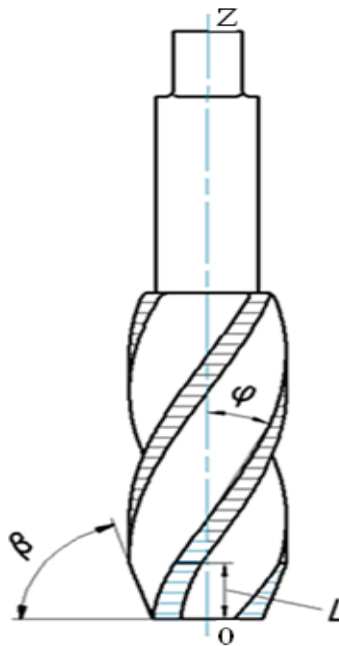
Для повышения производительности и качества точности производимых изделий интенсивно ведутся поиски совершенных конструкций и технологических решений в общемашиностроительных и специализированных отраслях промышленности.

Одним из способов высокопроизводительного технологического процесса получения режущего инструмента, в частности метчиков с винтовыми канавками рассматривается в работе [2]. Выполнены конструктивные изменения по модернизации прокатного стана модели ПСП15 ÷ 25 для получения метчиков с винтовыми канавками, изготовлены опытные партии метчиков М18 и проведены сравнительные испытания с метчиками прямыми стружечными канавками на модернизированном токарно-винторезном станке мод. 1Е616. Установлено преимущество метчиков с винтовыми канавками, как по износостойкости так и

эксплоатационной надежности.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для теоретического доказательства преимущества винтового профиля, в частности стружечных канавок, по отношению к прямому профилю воспользуемся математической теорией упругости, где теоретически обосновывается их повышенная жесткость и виброустойчивость [1].



**Рис. 1 Рабочая часть метчика с винтовыми стружечными канавками**

Для этого воспользуемся основными уравнениями равновесия упругого тела однородных изотропных брусьев, выполненная Сен-Венаном. Поскольку поставленная в таком виде задача представляет значительные математические трудности, так как редко бывает известно фактическое распределение внешних напряжений на основаниях бруса, для практических целей в большинстве случаев нет надобности ставить с такой полнотой [1].

Условие кручения изотропного однородного тела, когда поперечные сечения остаются плоскими и только поворачиваются вокруг оси Oz на некоторый угол  $\epsilon$  (на рис. 1 не показан), а он пропорционален расстоянию z будет:

$$\epsilon = \tau z . \quad (1)$$

где  $\tau$ - постоянная (степень закручивания) измеряет угол взаимного поворота поперечных сечений, отстоящих друг от друга на единицу высоты. Предполагаем, что поперечные сечения, отстоящих друг от друга на единицу высоты не остаются плоскими, а искривляются, то компоненты смещения можно выразить:

$$u = -\tau y; \quad v = \tau x \quad w = \tau \varphi(x, y), \quad (2)$$

где  $\tau$ - постоянная (степень закручивания) и функция  $\varphi(x, y)$ , (а в  $w$  вводят  $\tau$  для удобства) подлежат определению и называют функцией закручивания, а для однородных брусьев, являются компонентами напряжения в данной точке тела, соответствующих смещениям [ 1 ]:

$$X_z = \tau \mu_j \left( \frac{\partial \varphi}{\partial x} - y \right); \quad Y_z = \tau \mu_j \left( \frac{\partial \varphi}{\partial y} + x \right). \quad (3)$$

где  $\mu_j$  - модуль сдвига соответствующий области  $S_j$ (рис.3 ). Остальные компоненты обращаются в нуль.

Подставив эти значения в уравнение Сен-Венана [ 1 ] –упругового равновесия бруса, то эти уравнения будут удовлетворены. если:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0. \quad (4)$$

Здесь  $\varphi$  должна быть гармонической в каждой из областей  $S_j$  в двух переменных  $x$  и  $y$ , занятых телом. Так как  $\varphi$  не зависит от  $z$ , то достаточно рассматривать какое либо нормальное поперечное сечение искомого тела .

Условие выражающее отсутствия внешних напряжений на боковой поверхности принимает вид:

$$\left( \frac{\partial \varphi}{\partial x} - y \right) \cos(n, x) + \left( \frac{\partial \varphi}{\partial y} + x \right) \cos(n, y) = 0 \quad \text{на } L, \quad (5)$$

где  $L$  есть граница области  $S$ , а  $n$ - внешняя нормаль, направленная наружу  $S$  получено окончательно граничное условие в следующем виде:

$$\frac{d\varphi}{dn} = y \cos(n, x) - x \cos(n, y) \quad \text{на } L \quad (6)$$

Таким образом , функция  $\varphi$ , называемая функцией кручения, должна удовлетворять следующим условиям: быть однозначной и гармонической в области  $S$ , а на контуре этой области ее нормальная производная должна принимать значение  $y \cos(n, x) - x \cos(n, y)$ .

Определение  $\varphi$  есть частный случай одной из основных задач теории потенциала- “задачи Неймана”[1], где определение функции  $\varphi(x, y)$  в гармонической области  $S$ , по граничному условию

$$\frac{d\varphi}{dn} = f \quad \text{на } L,$$

где  $f$  –заданная функция на  $L$  непрерывная функция, имеет решение тогда, когда соблюдено условие

$$\int_L f ds = 0,$$

где  $ds$  – элемент дуги  $L$ . При соблюдении этого условия решение определяется с точностью до произвольного постоянного слагаемого; сказанное справедливо при некоторых условиях, налагаемых на границу  $L$  области  $S$ .

Эта постоянная не существенна, так как замена  $\varphi$  на  $\varphi + \text{const}$  не изменяет напряженного состояния, как это следует из формулы (2), а вызывает жесткое поступательное перемещение бруса как целого в направлении  $Oz$ , что следует из формулы (1). В этом случае условие существования решения задачи Неймана соблюдено [1].

Действительно, предполагая, что в качестве положительного направления на  $L$  выбрано то, которое оставляет область  $S$  слева, и подразумевая под  $s$  дугу, отсчитываемую по  $L$  в этом направлении, будем иметь:

$$\cos(n,x) = \cos(t,y) = \frac{dy}{ds} \quad \cos(n,y) = \cos(t,x) = \frac{dx}{ds},$$

где  $t$  -положительная касательная, следовательно

$$\int_L f ds = \int_L [y \cos(n,x) - x \cos(n,y)] ds = \int_L (y dy + x dx) = \int_L d \frac{1}{2} (x^2 + y^2) = 0,$$

что и требовалось показать.

Несложно показать, что если  $\varphi$  удовлетворяет поставленным выше условиям, то главный вектор этих напряжений равен нулю, т.е., что

$$\iint_S X_z dx dy = 0 \quad \iint_S Y_z dx dy = 0. \quad (7)$$

Действительно на основании последнего из уравнения упругового равновесия имеем:

$$\frac{\partial X_z}{\partial x} + \frac{\partial Y_z}{\partial y} = 0;$$

поэтому

$$\begin{aligned} \iint_S X_z dx dy &= \iint_S \left[ X_z + \left( \frac{\partial X_z}{\partial x} + \frac{\partial Y_z}{\partial y} \right) \right] dx dy = \iint_S \left[ \frac{\partial (x X_z)}{\partial x} + \frac{\partial (x Y_z)}{\partial y} \right] dx dy = \\ &= \int_L x [X_z \cos(n,x) + Y_z \cos(n,y)] ds \end{aligned}$$

Но последний интеграл равен нулю, как показал А.Клебш [1], что если заранее поставить условие:

$$X_x = Y_y = X_y = 0 \quad \text{в области } V,$$

то остается столько возможностей, чтобы удовлетворить условиям на основаниях боковой поверхности, и что это условие приводит к решению, которое Сен-Венан получил более длинным путем по определению упругого равновесия цилиндра.

Главный момент внешних напряжений, приложенных к верхнему основанию, определяется формулой:

$$M = \iint_S (xY_z - yX_z) dx dy = \mu\tau \iint_S (x^2 + y^2 + x \frac{\partial \varphi}{\partial y} - y \frac{\partial \varphi}{\partial x}) dx dy, \quad (8)$$

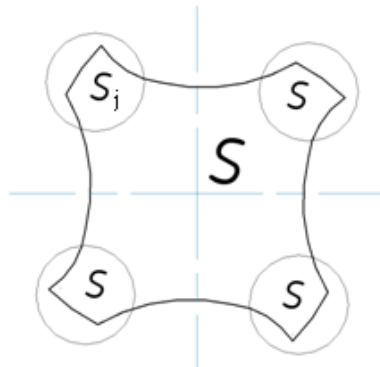
$$M = \tau D,$$

где

$$D = \mu \iint_S (x^2 + y^2 + x \frac{\partial \varphi}{\partial y} - y \frac{\partial \varphi}{\partial x}) dx dy, \quad (9)$$

Формула (8) показывает, что закручивающий момент пропорционален степени закручивания  $\tau$ .

Коэффициент пропорциональности  $D$  называется жесткостью при кручении и представляет собой произведение модуля сдвига  $\mu$  и величины, зависящей только от формы сечения, но не от материала



**Рис. 2 Участки напряженного состояния винтового профиля.**

Если функция кручения  $\varphi$  найдена, то тем самым будет определена величина  $D$ .

Покажем, что  $D > 0$ . Это заключение выводится из рассмотрения потенциальной энергии, запасенной в закрученном брус. Известно, что энергия  $U$  дается формулой [ 1 ]:

$$U = \frac{1}{2} \iint (X_n u + Y_n v + Z_n w) dS,$$

где интеграл берется по всей поверхности бруса. Но в этом случае подинтегральное выражение равно нулю на боковой поверхности и на нижнем основании, и поэтому остается лишь интеграл, распространенный по верхнему основанию. Но верхнем основании ( $z=1$ )

$$u = -\tau l y, \quad v = \tau l x, \quad X_n = X_z, \quad Y_n = Y_z, \quad Z_n = Z_z = 0,$$

и, следовательно

$$U = \frac{1}{2} \iint (X_z u + Y_z v) dx dy = \frac{\tau l}{2} \iint (x Y_z - y X_z) dx dy = \frac{\tau^2 l D}{2}.$$

Так как при наличии деформации  $U > 0$ , то  $D > 0$ .

Это утверждение можно доказать непосредственно. Принимая во внимание условие (6), получаем:

$$\iint_S \left( x \frac{\partial \varphi}{\partial y} - y \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) dx dy = \iint_S \left( \frac{\partial(x\varphi)}{\partial y} - \frac{\partial(y\varphi)}{\partial x} \right) dx dy =$$

$$- \int_L \varphi \{ y \cos(n, x) - x \cos(n, y) \} ds = - \int_L \varphi \frac{d\varphi}{dn} ds.$$

Но по известной формуле имеем для всякой гармонической функции  $\varphi$ :

$$\int_L \varphi \frac{d\varphi}{dn} ds = \iint_S \left\{ \left( \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right)^2 \right\} dx dy.$$

Таким образом, имеет место соотношение

$$0 = \iint_S \left\{ x \frac{\partial \varphi}{\partial y} - y \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \left( \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right)^2 \right\} dx dy.$$

Умножая обе части последнего равенства на  $\mu$  и складывая почленно с формулой (9) получаем зависимость:

$$D = \mu \iint_S \left\{ \left[ \frac{\partial \varphi}{\partial x} - y \right]^2 + \left[ \frac{\partial \varphi}{\partial y} + x \right]^2 \right\} dx dy,$$

из которого следует, если бы  $D = 0$ , то было бы  $\frac{\partial \varphi}{\partial x} = y$ ,  $\frac{\partial \varphi}{\partial y} = -x$  во всей области  $S$ ; но

это невозможно, так как  $y dx - x dy$  не есть полный дифференциал.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для режущих инструментов, имеющих винтовой профиль, жесткость зависит от степени закручивания и прокаткой полученный профиль режущего инструмента аккумулярует в себе высокую виброустойчивость и износостойкость.
2. Метчики с прямыми стружечными канавками в части жесткости и виброустойчивости значительно уступают метчикам с винтовыми стружечными канавками, переход на рассматриваемый в работе [2] технологический процесс не влечет удорожание себестоимости, целесообразно увеличение доли присутствия последнего на рынке, что даст значительный экономический эффект;
3. Разработанный оригинальный технологический процесс позволяет экономить до 30% дорогостоящую быстрорежущую и инструментальную сталь на единицу изделия, вследствие прокатки из заготовки меньшего диаметра, а из-за упрочняющего процесса винтовых канавок и низкой шероховатости повышается износостойкость режущего инструмента [2];

4. Работоспособность метчиков в условиях машинной нарезки резьбовых отверстий во многом зависит от степени их жесткости, позволяющая сопротивляться изменению формы, в пределах допустимого смещения, участвующих в резании зубьев метчика, а винтовой профиль перьев инструмента повышает качество обрабатываемой поверхности.

5. Теоретические и практические исследования по определению преимуществ метчиков с винтовым профилем подтверждается математической теорией упругости, где показано влияние угла подъема винтовой линии на главный момент внешних напряжений и коэффициент жесткости.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Мухелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. Москва, «Наука», Главная редакция физико-математической литературы. 1966. -707с.
2. Чхаидзе Т.А., Коява М.Ш. и др. Москва. А.С. №1750910, 1986г. Способ получения затылованного режущего инструмента.
3. Ординарцев И.А., Филипов Г.В. и др. Справочник инструментальщика. Ленинград, «Машиностроение», 1987. -846с.

### სრახნულ ღარებიანი პროფილების მქონე მჭრელი ინსტრუმენტის სიმტკიცის სანიმდრობის განვარაუების საკითხები

თ. ჩხაიძე, თ. ბერიძე, ნ. ნოზაძე, ნ. ჩხაიძე

#### რეზიუმე

განიხილება სრახნულ ღარებიანი პროფილების მქონე მჭრელი ინსტრუმენტის ასვლის კუთხის გავლენა სიხისტის ხარისხზე გრეხვის დროს და დაგროვილი პოტენციური ენერჯის გათვალისწინებით მათემატიკური დრეკადობის თეორიის გამოყენებით. მოყვანილია შიგსსრახნის მუშაუნარიანობის დამოკიდებულება სიხისტის ხარისხზე

### ON ISSUE OF CALCULATING THE STRENGTH RELIABILITY OF SCREW PROFILES OF CUTTING TOOL

T. Chkhaidze, T. Beridze, N. Nozadze, N. Chkhaidze

#### Summary

Are considered theoretical aspects of the impact of the helix lifting angle on the degree of torsional rigidity at torsion and the stored potential energy using a mathematical theory of elasticity that is important in determining the strength reliability of cutting tools; working capability of taps in a condition of machine cutting largely depends on the degree of their rigidity, allowing to resisting on change of shape within the range of allowable displacement involved in the cutting of teeth and the screw profile of feather tool increases the quality of processed surface.

УДК 656(075.8)

## РОЛЬ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА В МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ И ОТНОШЕНИЯХ

И. Чхетია, Г. Арчвадзе, В. Джаджанидзе

(Грузинский технический университет, ул. М. Костава №77, 0175,  
Тбилиси, Грузия)

**Резюме:** В статье рассматривается роль морского транспорта в международных перевозках и отношениях. Ее влияние на развитие производственных сил и накопления богатства государствами. Сущность морской мощи государства в возможности наиболее эффективного использования Мирового океана, в интересах государства в целом. Использование морских сообщений для связей зарубежными странами, для перевозки внешнеторговых грузов.

**Ключевые слова:** морской транспорт; международные перевозки; международные отношения; грузооборот; морские порты.

### ВВЕДЕНИЕ

**Морской транспорт** – вид транспорта, осуществляющий перевозку грузов и пассажиров морскими судами на международных и внутренних линиях. Место морского транспорта и его роль в транспортной системе стран определяется масштабами выполняемых им перевозок, а также экономическим, социальным и политическим значениями. Морской транспорт используется, в основном, как межконтинентальный для международных перевозок массовых навалочных и наливных грузов и контейнеров. В пассажирских перевозках он имеет ограниченное значение и используется, прежде всего, как круизный.



Мировой океан — это самая большая на Земле транспортная артерия, по которой перевозится большинство экспорта по всему миру. Морской транспорт имеет первостепенное значение для осуществления внешнеэкономических связей. Международными перевозками занято 90% мирового флота. В их составе особенно велика доля массовых грузов (нефть, нефтепродукты, руды, уголь, зерно и др.). Но в последнее время увеличивается доля контейнерных перевозок, так называемых генеральных грузов (готовых изделий и полуфабрикатов). Наряду с межконтинентальными, межгосударственными перевозками, морской транспорт осуществляет в больших размерах перевозки грузов большим и малым каботажом в пределах своей страны. Немаловажной проблемой в развитии мировой экономики и международных экономических отношений является вопрос о способности и степени влияния на них морского транспорта. Морское судоходство играет ключевую роль в жизни мировой экономики, занимая центральное место в формирующейся единой системе глобальных транспортных перевозок. Морской транспорт специфичен в том смысле, что он уже по характеру деятельности является отраслью «международной»: известно, что основная функция морского транспорта — обеспечение внешнеторговых связей между различными государствами.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В течение длительного периода времени, до появления первых морских сборников средневековья, для юридического оформления отношений возникающих в процессе морской перевозки груза, как правило, применялся договор «товарищества». Его участники, для осуществления морской торговли организовывали как бы единое предприятие с распределением между собой расходов и прибылей, связанных с доставкой и продажей товаров. Иногда договор оформлялся как договор найма судна. Четкая тенденция к выделению перевозочной деятельности из морской торговли наметилась лишь в конце XVI в. Именно в это время появляется такой документ, как чартер. В чартере подробно оговаривались условия перевозки, права и обязанности сторон. Появление чартера как документа обязано так называемому «трамповому судоходству», при котором суда не придерживаются определенных линий, а совершают перевозки в любых направлениях, для которых имеется на данный момент груз. Эти суда получили название «трамповых» от английского слова *tramps* — судно-бродяга. Чартер оказался обоюдовыгодным документом. С одной стороны, он

отвечал интересам судовладельца, который мог быть уверенным в том, что получит вознаграждение за перевозку независимо от того; сможет ли отправитель полностью загрузить судно. С другой — чартер отвечал интересам грузовладельцев, обеспечивая надежную перевозку груза при отсутствии устойчивых транспортных сообщений. Примерно в это же время (конец XVI начало XVII в) зарождается прообраз коносамента. В Италии его называют «полисом на погрузку», во Франции — «признанием» или «распиской» капитана судна в приеме груза от отправителя, и лишь после этого в Испании появляется *conocimiento*. Однако наибольшее распространение коносамент получает лишь в XIX веке с появлением более прогрессивной организационно-правовой формы судоходства, так называемого «линейного судоходства».

При линейном судоходстве суда работают на определенных маршрутах обусловленных сложившимся устойчивым грузопотоком. Рейсы линейных судов совершаются в установленные сроки с заходами в определенные пункты погрузки и выгрузки. Таким образом, возникновение двух организационно-правовых форм торгового судоходства (трампового и линейного) способствовало появлению двух основных документов лежащих в основе договора морской перевозки груза.

Характерной чертой современного развития международных морских перевозок является то, что в них всё более возрастает участие развивающихся стран, доля торгового флота, которых в мировом тоннаже превысила 15%. Механизм воздействия судоходства на общемировую экономическую конъюнктуру изучен довольно подробно: такие факторы, как уровень фрахтовых ставок, технико-экономические показатели и характер услуг судоходства, непосредственно воздействуют на темпы экономического роста и стабильность мировой экономики в целом и могут оказывать серьёзное влияние на условия развития отдельных государств, а также целых регионов. Кроме того, уровень развития судоходства непосредственно связан с экономическим ростом многих государств, а для некоторых стран оно является важнейшим источником национального дохода.

#### **Основные технико-эксплуатационные особенности и достоинства морского транспорта:**

- возможность обеспечения массовых межконтинентальных перевозок внешнеторгового оборота;
- небольшие первоначальные вложения в транспортные пути;
- низкая себестоимость перевозки;
- незначительные затраты энергии (топлива) благодаря гладкости пути;

- высокая производительность;
- практически неограниченная пропускная способность;
- высокий уровень механизации перегрузочных работ;
- в большом каботаже выгоднее железнодорожных перевозок в несколько раз.

**Относительные недостатки морского транспорта:**

- довольно низкие скорости (измеряются в узлах);
- некоторая зависимость от климатических условий: сильных туманов, течений, ледоставов в устьях портов (навигация до 320 дней в году, на Северном морском пути – с февраля-марта по октябрь-ноябрь);
- необходимость создания дорогостоящих портовых хозяйств с высоким уровнем механизации;
- ограниченное применение в прямом сообщении;
- невысокая эффективность в малом каботаже;
- возможные экологические проблемы при перевалке грузов и обработке судов.

**Технология работы морского транспорта:**

- линейная – закрепление судов за определенными портами и работа по стабильному расписанию, что позволяет использовать суда более экономично, обеспечивает стабильность загрузки, возможность оптимизации маршрутов движения и перегрузочных работ;

Исследования авторитетных специалистов показывают, что убытки от несохранной доставки грузов морем составляют в среднем 1,0-1,5% их стоимости. Это означает, что при международных перевозках теряется от 10 до 15 млрд. долларов США.

По грузообороту (30трлн т-км) и производительности труда морской транспорт существенно превосходит другие виды транспорта. Себестоимость перевозок грузов морским путем самая низкая на транспорте. Наиболее эффективно использование морского транспорта при транспортировке грузов на большие расстояния. Морские перевозки во внутренних сообщениях менее эффективны. Для осуществления перевозок морской транспорт имеет сложное многоотраслевое хозяйство: флот, морские порты, судоремонтные заводы и др. Морские перевозки обслуживает несколько десятков тыс. судов, общим тоннажем более 550 млн брутто-регистрационных тонн. Из общего состава мирового торгового флота 1/3 судов зарегистрировано под флагами промышленно развитых стран, 1/3 – также принадлежит судоходным компаниям развитых стран, но плавают под «удобными» (дешевыми) флагами

развивающихся стран, менее 1/5 – доля развивающихся стран, остальное приходится на долю стран с переходной экономикой.

В десятку крупнейших морских стран мира по количеству брутто-регистрационных тонн входят:

1. Панама 112 миллион брутто-регистрационных тонн;
2. Либерия 50 миллион брутто-регистрационных тонн;
3. Багамские острова 30 миллион брутто-регистрационных тонн;
4. Мальта 27 миллион брутто-регистрационных тонн;
5. Греция 26 миллион брутто-регистрационных тонн;
6. Кипр 23 миллион брутто-регистрационных тонн;
7. Норвегия 22 миллион брутто-регистрационных тонн;
8. Сингапур 22 миллион брутто-регистрационных тонн;
9. Япония 17 миллион брутто-регистрационных тонн;
10. КНР 15 миллион брутто-регистрационных тонн

Однако мировое лидерство Панамы, Либерии, Кипра и Багамских островов весьма условно, так как значительная доля их флотов является собственностью США и западноевропейских стран (Франции, Великобритании, Германии и т.д.), использующих политику «удобного» флага для уклонения от высоких налогов.

Примерно 40% всего флота мира — танкеры, осуществляющие международные перевозки нефти и нефтепродуктов. Общее количество морских портов на Земле превышает 2 тыс., но так называемых мировых портов-гигантов, перегружающих ежегодно более 100 млн т – 17; портов с грузооборотом 50-100 млн т – 20; портов с грузооборотом 20-50 млн т в мире около пятидесяти.

Крупнейшие морские порты мира:

1. Сингапур Сингапур грузооборот 325 млн т;
2. Роттердам Нидерланды грузооборот 320 млн т;
3. Новый Орлеан США грузооборот 225 млн т;
4. Шанхай Китай грузооборот 185 млн т;
5. Сянган Китай грузооборот 175 млн т;
6. Тиба Япония грузооборот 170 млн т;
7. Хьюстон США грузооборот 160 млн т;
8. Нагоя Япония грузооборот 155 млн т;
9. Ульсан Р. Корея грузооборот 150 млн т;
10. Антверпен Бельгия грузооборот 130 млн т;

11. Лонг Бич США грузооборот 125млн. т;
12. Инчхон Р.Корея грузооборот 120млн. т;
13. ПусанР.Корея грузооборот 115млн. т;
14. Иокогама Япония грузооборот 115млн. т;
15. Гаосюн Тайваньгрузооборот115млн. т;
16. Лос-Анджелес США грузооборот 115млн. т;
17. Гуанчжоу Китай грузооборот 100млн. т;

Порты с общим грузооборотом 50-100 млн т: Токио, Китаюсю, Кобе, Осака, Кавасаки, Куре (Япония); Нинбо (Китай); Нью-Йорк, Филадельфия, Тампа, Валдиз (США); Ванкувер (Канада); Тампико (Мексика); Тубаран (Бразилия); Марсель, Гавр (Франция); Гамбург (ФРГ); Лондон (Великобритания); Генуя (Италия); Александрия (Египет); Мина-Эль-Ахмади (Кувейт); Харк (Иран); Рас-Таннура (С.Аравия); Ричардс-Бей (ЮАР). Анализ перечня крупнейших портов мира показывает, что значительная часть из них (11 из 17 крупнейших) расположена в Азии. Это говорит о возрастающей роли Азиатско-Тихоокеанского региона в мировом хозяйстве.

Все основные морские порты подразделяются на два типа: универсальные и специализированные. Большая часть портов мира универсального типа. Но наряду с универсальными есть порты, специализированные по вывозу нефти (например, Рас-Таннура, Мина-Эль-Ахмади, Харк, Тампико, Валдиз), руды и угля (Тубаран, Ричардс-Бей, Дулут, Порт-Картье, Порт-Хедлен), зерна, лесоматериалов и других грузов. Специализированные порты распространены в основном в развивающихся странах. Они ориентированы на погрузку товара, являющегося предметом экспорта данной страны. В структуре мировых морских перевозок в последние десятилетия происходили изменения: до начала энергетического кризиса главной чертой этих изменений было увеличение доли наливных грузов (нефть, нефтепродукты и газ). В связи с кризисом доля их стала снижаться, тогда как доля сухогрузов и генеральных грузов (готовых изделий и полуфабрикатов) возрастает.

На международном рынке перевозок генеральных (основных) грузов существует Фрахтовая Международная Конференция – монопольная организация, в которую входят около 300 судовладельческих конференций. Она контролирует 500 направлений и 88 % грузовладельцев. На морском транспорте работает приблизительно 30 тыс. экспедиторских компаний. Понятие «путь сообщения» на морском транспорте специфично – это морские линии (линейное судоходство), определенные, заранее установленные направления, используемые для проходимки судов.

Хотя необходимо отметить, что в целом объемы морских перевозок, в том числе и нефтепродуктов, растут. Основные направления морских перевозок: Среди океанических бассейнов первое место по объему морских грузоперевозок занимает Атлантический океан (1/2 всех морских перевозок), по побережью которого расположены крупнейшие морские порты зарубежной Европы и Америки (2/3 всех портов). В Атлантическом океане сформировались несколько направлений морского судоходства: Североатлантическое (крупнейшее в мире), связывающее Европу с Северной Америкой. Южноатлантическое связывающее Европу с Южной Америкой. Западно-атлантическое, связывающее Европу с Африкой. Второе место по объему морских перевозок занимает Тихий океан. Он пока сильно отстает от Атлантического, но имеет самые высокие темпы роста грузооборота. Потенциал этого океана очень большой. К его берегам выходит 30 государств с населением 2,5 млрд человек, многие из которых (Япония и страны НИС) имеют высокие темпы экономического развития. На берегах Тихого океана расположено много крупных портов Японии, Китая, стран Ю-В Азии Австралии, США и Канады. Крупнейший грузопоток здесь наблюдается между США и Японией. Третье место по объему морских перевозок занимает Индийский океан, к берегам которого выходит 30 государств с населением 1 млрд человек. Наиболее мощные грузопотоки здесь приходятся на район Персидского залива.

На географию морских перевозок большое влияние оказывают морские проливы:

1. Ла-Манш приблизительно 800 судов в сутки;
2. Гибралтарский приблизительно 200 судов в сутки;
3. Ормузский приблизительно 100 судов в сутки;
4. Малаккский приблизительно 80 судов в сутки;
5. Босфор приблизительно 40 судов в сутки;

а также Баб-эль-Мандебский, Дарданеллы, Скагеррак, Полкский, Берингов, Мозамбикский, и др. морские судоходные каналы (Суэцкий, Панамский, Кильский). Основные направления мировых грузоперевозок: Нефть и нефтепродукты: из стран Ближнего Востока в Западную Европу, США и Японию; из района Карибского моря в США и Западную Европу. Уголь: из Австралии, ЮАР, США в Западную Европу и Японию. Железная руда: из Бразилии в Японию; из Австралии в Западную Европу и Японию. Зерновые культуры: из США, Канады, Австралии и Аргентины в развивающиеся страны Африки и Латинской Америки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В развитии производственных сил и накоплении богатства государствами значение океана трудно переоценить. Как правило цивилизации возникали и развивались на берегах морей и океанов.

Сущность морской мощи государства заключается в возможности наиболее эффективного использования Мирового океана, в интересах государства.

Использование морских сообщений для связей нашей страны с зарубежными странами, для перевозки внешнеторговых грузов. Морским транспортом обеспечивается связь более чем с 100 странами мира. Морской транспорт является основным связующим звеном с транспортной системой других стран. Работа морского транспорта во внешних сообщениях не ограничивается перевозками экспортно-импортных грузов. В отличие от других видов транспорта он имеет наибольшие возможности выступать в качестве крупного экспортера своих услуг, перевозя грузы иностранных фрахтователей.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. ი. ჩხეტია, გ. არჩვაძე, თ. გელაშვილი, ნ. ბუთხუზი, ვ. ჯაჯანიძე. ტრანსპორტის კონკრეტული სახეობის გამოყენების ეფექტიანობის შეფასება ლოგისტიკის ერთიან სისტემაში. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა.
2. ი. ჩხეტია, გ. არჩვაძე, ვ. ჯაჯანიძე. საზღვაო გადაზიდვების ორგანიზაცია და მართვა (ნაწილი I)
3. Белоусов Л.Н., Корхов Я.Г. Технология морских перевозок грузов. Издательство "Транспорт"
4. Бойцов Ф.С., Иванов Г.Г., Маковский Л.М. Морское право.
5. Бурмистров М.М. Фрахтование судов и внешнеторговые операции.
6. Забелин В.Г. Фрахтовые операции во внешней торговле
7. Калпин А.Г. Чартер (природа, структура отношений, сопоставление со смешными морскими договорами)
8. Снопков В.И. Технология перевозки грузов морем.

## **THE ROLE OF MARITIME TRANSPORT IN INTERNATIONAL TRAFFIC AND RELATIONSHIPS**

**I. Chkhetia, G. Archvadze, V. Jajanidze**

### **Summary**

The article discusses the role of maritime transport in international traffic and relations. Marine solutions to deepening of international relations and foreign trade in the development of transit. It also looks at its impact on the development and use of the State's interests in the world ocean.

## **საზღვაო ტრანსპორტის როლი საერთაშორისო გადაზიდვებში და ურთიერთობებში**

**ი. ჩხეთია, გ. არჩვაძე, ვ. ჯაჯანიძე  
რეზიუმე**

სტატიაში განხილულია საზღვაო ტრანსპორტის როლი საერთაშორისო გადაზიდვებში და ურთიერთობებში. საზღვაო გზების გამოყენება საერთაშორისო ურთიერთობების გასაღრმავებლად და საგარეო ტრანზიტული ვაჭრობის განსავითარებლად. აგრეთვე განხილულია მისი გავლენა სახელმწიფოს განვითარებაზე და მსოფლიო ოკეანის გამოყენება სახელმწიფოს ინტერესებში.



УДК 514.513

## ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ПОСТРОЕНИЯ КОНИЧЕСКОГО СЕЧЕНИЯ

С. Бицадзе

(Грузинский технический университет, ул. М. Костава №77, 0175,  
Тбилиси, Грузия)

**Резюме:** В работе рассмотрена подэрная кривая и доказано, что при помощи подэрной кривой из круга или из прямой всегда получается коническое сечение. Если данная точка  $F_1$  расположена внутри круга, то получается эллипс. Если точка  $F_1$  лежит вне круга, то получается гипербола. Если вместо круга взять прямую, то получается парабола.

**Ключевые слова:** подэра, фокус, круг, прямая, эллипс, гипербола, парабола.

Всякое сечение конуса плоскостью, не проходящей через его вершину, представляет собой либо эллипс, либо параболу, либо гиперболу. Круг следует рассматривать как предельный случай эллипса. Эти кривые имеют внутреннее средство, в связи с чем они объединяются под общим названием конических сечений. Один из методов построения конического сечения – это построение при помощи подэры.

Пусть даны кривая  $K'$  и точка  $F_1$  (рис. 1); будем опускать из точки  $F_1$  перпендикуляр на все касательные  $t$  к кривой  $k'$ . Тогда основания этих перпендикуляров опишут новую кривую  $k$ , которая называется подэрной кривой или подэрой для кривой  $K$  относительно точки  $F_1$ .

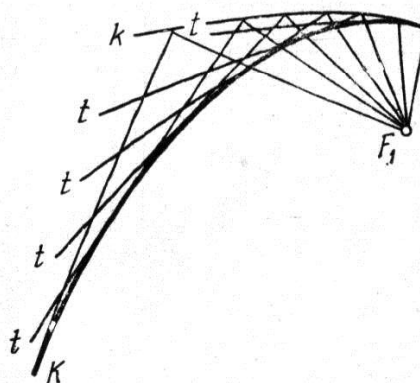


Рис. 1.

Обратно, можно снова получить кривую  $K'$ , если даны  $F_1$  и  $k$ . Для этого достаточно соединить  $F_1$  со всеми точками кривой  $k$  и восставить перпендикуляры  $t$  к полученным прямым во всех точках кривой  $k$ . Тогда прямые  $t$  будут огибающими кривой  $K$ . Этот способ построения мы будем называть построением с помощью подэрной кривой и будем говорить, что кривая  $K'$  получается построением при помощи подэры (относительно точки  $F_1$ ) из кривой  $k$ . В зависимости от выбора точки  $F_1$  построением при помощи подэрной кривой можно из одной и той же кривой  $k$  получить весьма разнообразные кривые  $K$ .

**Теорема.** Построением при помощи подэры из круга или из прямой всегда получается коническое сечение. Если точка  $F_1$  расположена внутри круга с центром в точке  $M$  (рис. 2), то получается эллипс, причем  $F_1$  есть один из его фокусов; второй фокус  $F_2$  есть зеркальное отражение точки  $F_1$  относительно центра  $M$ . Если точка  $F_1$  лежит вне круга, то получается гипербола (рис. 3). Фокусами ее опять являются точка  $F_1$  и ее зеркальное отражение относительно точки  $M$ . Если вместо круга взять прямую  $g$ , то получается парабола (рис. 4). Фокусом ее служит точка  $F_1$ , а директрисой – прямая  $h$ , параллельная и расположенная по другую сторону от прямой  $g$  на таком же расстоянии от нее, что и точка  $F_1$ .

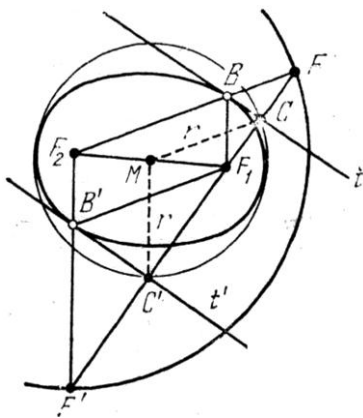


Рис. 2

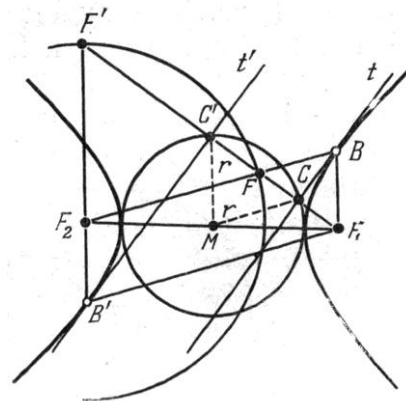


Рис. 3

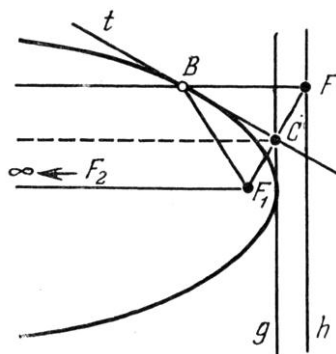


Рис. 4.

Чтобы доказать эту теорему, прежде всего для эллипса, проведем через точку  $F_1$  произвольную прямую (рис. 2); пусть она пересекает круг в точках  $C$  и  $C'$ . На этой прямой возьмем точки  $F$  и  $F_1$  так, чтобы

$$F_1C = CF \text{ и } F_1C' = C'F'.$$

Далее, восставим к прямой  $CC'$  в точках  $C$  и  $C'$  перпендикуляры  $t$  и  $t'$ . Возьмем точку  $F_2$  так, чтобы точка  $M$  была серединой отрезка  $F_1F_2$ . Пусть прямая  $F_2F$  пересекает  $t$  в точке  $B$ , а прямая  $F_2F'$  пересекает  $t'$  в точке  $B'$ . Тогда  $F_1B = FB$  и, следовательно,

$$F_1B + BF_2 = FF_2.$$

Но так как точки  $M$  и  $C$  суть середины отрезков  $F_1F_2$  и  $F_1F_1$ , то имеем:

$$FF_2 = 2CM.$$

Обозначив радиус круга через  $r$ , получаем соотношение

$$BF_1 + BF_2 = 2r.$$

Следовательно, точка  $B$  лежит на эллипсе с фокусами в точках  $F_1$  и  $F_2$  и с большой осью  $2r$ . Остается еще показать, что прямая  $t$  касается эллипса в точке  $B$ . Это следует из свойства углов, образуемых касательной к эллипсу с его радиус-векторами, проведенными в точку касания. А именно, у нас по построению  $\angle CBF_1 = \angle CBF$ . Взяв точки  $C', B'$  и  $F'$ , мы совершенно аналогично осуществим доказательство для прямой  $t'$ .

Доказательство для гиперболы можно усмотреть из рис. 3. Построение на этом чертеже отличается от рис. 2 только тем, что точка  $F_1$  взята вне круга. В этом случае, точки  $B$  и  $B'$  описывают две различные ветви гиперболы.

Здесь мы имеем:

$$F_1F_2 = 2r = BF_2 - BF_1 \text{ и } F_1F_2 = 2r = B'F_1 - B'F_2.$$

Для параболы приходится несколько видоизменить доказательство. А именно, если в этом случае точки  $C$  и  $F$  и прямая  $t$  (рис. 4) построены аналогично предыдущим двум построениям, то нужно опустить перпендикуляр из точки  $F$  на прямую  $g$ . Пусть  $B$  есть точка пересечения этого перпендикуляра с прямой  $t$ . Тогда будем иметь

$$BF_1 = BF.$$

Но здесь точка  $F$  описывает прямую  $h$ , построенную так, как было указано выше.

Заметим, что в случаях построения эллипса и гиперболы точка  $F$  описывает окружность с центром в  $F_2$ , вдвое большую, чем взятая первоначально окружность; их центр подобия лежит в точке  $F_1$ . Это следует из условий

$$FF_2 = 2CM \text{ и } FF_1 = 2CF_1.$$

Точка  $B$  действительно описывает параболу с фокусом в точке  $F_1$  и директрисой  $h$ . Что и в этом случае прямая  $t$  касается параболы в точке  $B$ , следует опять из того, что прямая  $t$  делит пополам угол  $BF_1F_1$ .

Если точка  $F_1$  находится на самой окружности (рис. 5), то прямые  $t$  и  $t'$  вращаются вокруг

точек  $F_1$  и  $F_2$ , и мы получаем в этом случае два пучка прямых. Как известно, случай такого вырождения получается, естественно, если кривые второго порядка рассматривать как огибающую касательных.

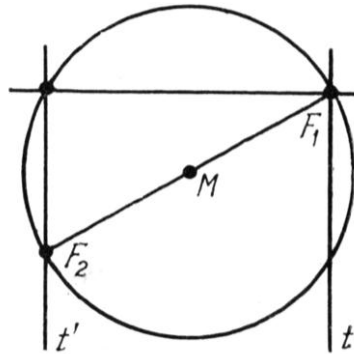


Рис. 5

### ЛИТЕРАТУРА

1. ჟ. ადამარი. ელემენტარული გეომეტრია. პირველი ნაწილი. სამეცნიერო-მეთოდური კაბინეტის გამომცემლობა. თბილისი, 1951.
2. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. М., «Наука», 1969.
3. Левицкий В.С. Аналитические методы в инженерной графике, М., 1978.

### კონუსური კვეთის აგების ერთი მეთოდის შესახებ

ს. ბიწაძე  
რეზიუმე

სტატიაში განხილულია პოდერა და დამტკიცებულია, რომ პოდერის მეშვეობით აგებისას წრისაგან ან წრფისაგან ყოველთვის მიიღება კონუსური კვეთა. თუ მოცემული  $F_1$  წერტილი მდებარეობს  $M$  ცენტრის მქონე წრეში, მაშინ მიიღება ელიფსი. ამასთან  $F_1$  იქნება მისი ერთი ფოკუსი, მეორე ფოკუსი კი იქნება  $F_1$ -ის სარკისებრი ანასახი  $M$  ცენტრის მიმართ. თუ წერტილი  $F_1$  მდებარეობს წრის გარეთ, მაშინ მიიღება ჰიპერბოლა, რომლის ფოკუსებიც ასევე იქნებიან  $F_1$  და მისი სარკისებრი ანასახი  $M$ -ის მიმართ. თუ წრის ნაცვლად ავიღებთ  $g$  წრფეს, მივიღებთ პარაბოლას, რომლის ფოკუსიც იქნება  $F_1$ , ხოლო დირექტრისა –  $g$ -ს პარალელური  $h$  წრფე, რომელიც მდებარეობს  $g$  წრფიდან სხვა მხარეს იმავე მანძილზე, როგორც წერტილი  $F_1$ .

### ON ONE METHOD OF CONSTRUCTION OF CONIC SECTION

S. Bitsadze  
Summary

Pedal curve is considered in this work and it is proved that with the help of pedal curve we always get conic section from circle or line. If the given point  $F_1$  is located in the circle with the center at the point  $M$ , then we get ellipse, at that  $F_1$  is one of its focuses; the second focus is a mirror reflection of the point  $F_1$  with respect to a centre  $M$ . If the point  $F_1$  is located exterior to the circle, then we get hyperbola with two focuses: the point  $F_1$  and its mirror reflection with respect to a point  $M$ . If we take line  $g$  instead of circle, then we get parabola. Its focus is represented by the point  $F_1$ , while its directrix is the line  $h$ , parallel to line  $g$  and located opposite to line  $g$  at the same distance from it as the point  $F_1$  is.

**ავტორთა საყურადღებოდ**

**სამეცნიერო ნაშრომის რედაქციაში წარმოდგენის წესი**

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

1. ნაშრომი უნდა შესრულდეს A4 ფორმატის ქაღალდის 1,5 ინტერვალით ნაბეჭდ გვერდზე ISO სტანდარტის მოთხოვნის მიხედვით:
  - ა) ნაშრომი უნდა მომზადდეს Microsoft Word-ში ცხრილებისა და ფორმულების რედაქტორების გამოყენებით; შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს Microsoft Excel-ის პროგრამა.
  - ბ) სამუშაო ქაღალდის მინდვრის ზომები: ზედა – 35 მმ, ქვედა – 25 მმ, მარცხენა – 20 მმ, მარჯვენა – 20 მმ.
  - გ) ქართულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი უნდა აიწყოს LitNusx – ის გარნიტურის შრიფტით, ინგლისურ და რუსულ ენებზე შესრულებული ნაშრომი კი – Times New Roman შრიფტით.
  - დ) ნაშრომის დასახელება უნდა აიწყოს LitMtavr გარნიტურის შრიფტით (14B); ავტორის სახელი და გვარი – LitNusx გარნიტურის შრიფტით (13B); დასახელება ორგანიზაციის, სადაც შესრულდა სამუშაო, უნდა მიეთითოს ფრჩხილებში – შრიფტით 13B; ნაშრომის რეზიუმე უნდა შესრულდეს კურსივი შრიფტით 12; საკვანძო სიტყვები – შრიფტით 12; ნაშრომის ტექსტი – 12; რუსულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი – შრიფტით 12; ლიტერატურის ჩამონათვალის შემდეგ ერთვის რეზიუმე ინგლისურ და რუსულ ენებზე შემდეგი მითითებით: ნაშრომის დასახელება, ავტორის (ავტორების) სახელი და გვარი. რეზიუმეს მოცულობა უნდა იყოს 10-15 სტრიქონი;
2. ნაშრომი წარმოდგენილი უნდა იყოს კომპაქტ დისკზე (CD-R) და ერთ ეგზემპლარად A4 ფორმატის ქაღალდზე (მკაფიოდ) დაბეჭდილი;
3. ნაშრომს თან უნდა ერთვოდეს მონაცემები ავტორის (ავტორების) შესახებ: სამეცნიერო ხარისხი, წოდება და თანამდებობა;
4. რედაქცია მხარს დაუჭერს ერთ ჟურნალში ერთი და იგივე ავტორების მიერ შესრულებულ არაუმეტეს სამი სტატიის გამოქვეყნებას;
5. ნაშრომის გვერდების რაოდენობა განისაზღვრება 5-დან 10 გვერდამდე;
6. ავტორი პასუხს აგებს ნაშრომის შინაარსსა და ხარისხზე;

**Порядок представления в редакцию научных работ**

В журнал “Транспорт и машиностроение” транспортного и машиностроительного факультета Грузинского технического университета научные работы представляются на грузинском, английском и русском языках с соблюдением следующих требований:

1. Работа должна быть выполнена на бумаге форматом А4 с интервалом 1,5 на печатном листе согласно требованиям стандарта ISO:
  - а) Работа подготавливается в Microsoft Word с использованием редакторов таблиц и формул; возможно использование программы Microsoft Excel.
  - б) размеры поля рабочего листа: верхнее – 35 мм, нижнее – 25 мм, левое – 20 мм, правое – 20 мм.
  - в) выполненная на грузинском языке работы должна быть набрана шрифтом LitNusx, выполненный на английском и русском языках работы – шрифтом Times New Roman.
  - г) название работы должно быть набрано шрифтом LitMtavr (14B); имя и фамилия автора – шрифтом LitNusx (13B); название организации, где выполнена работа, указывается в скобках – шрифтом 13B; резюме работы выполняется курсивным шрифтом 12; ключевые слова – шрифтом 12; текст работы – шрифтом 12; выполненная на русском языке работа – шрифтом 12; после литературы прилагается резюме на английском и русском языках со следующим указанием: название работы, имя и фамилия автора (авторов). Объём резюме не должен превышать 10-15 строк;
2. Работа должна быть представлена на компакт-диске (CD-R) и в одном экземпляре (разборчиво) напечатанной на бумаге формата А4;
3. К работе прилагаются данные об авторе (авторах): научная степень, звание и должность;
4. Редакция согласится напечатать в одном журнале не более трёх статей выполненных одним и тем же автором;
5. Количество листов работы определяется от 5 до 10 страниц;
6. Автор несёт ответственность за содержание и качество работы;

**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 – 35 mm, bottom – 25 mm, left – 20 mm, right – 20 mm.
  - c) Performed in Georgian paper must be typed in LitNusx, performed in English and Russian papers – in Times New Roman.
  - d) Title of paper must be typed in LitMtavr (14B); name and surname of author – in LitNusx (13B); 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 10-15 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. Редакция согласится напечатать в одном журнале не более трёх статей выполненных одним и тем же автором;
5. Size of paper’s sheet is determined in range from 5 up to 10 pages;
6. The author is wholly responsible for the contents and quality of the paper;
7. Aforementioned requirements are necessary for the scientific paper to be accepted.

The work is printed at the expense of the authors.

ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №3 (37) 2016

ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ №3 (37) 2016

TRANSPORT AND MACHINEBUILDING №3 (37) 2016

სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL

გამოდის პერიოდულობით წელიწადში სამჯერ

Журнал выходит в год три раза

Published periodically for three times a year

გამომცემლობა „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“

Издательство „ ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ ”

Publishing House „ TRANSPORT AND MACHINEBUILDING ”

№503 დეპარტამენტის სასწავლო-სამეცნიერო კვლევითი ცენტრი „PRINT MEDIA”

Учебно – научный центр №503-го департамента „ PRINT MEDIA”

№503 department’s of seantific and research centre „ PRINT MEDIA”

**The number of state registration - № 4023; 105239910**

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 2016 წ. 30 დეკემბერი;

გამოცემის ფორმატი 60X84 1/8; ფიზიკური ნაბეჭდი

თაბახი 11.25; საბეჭდი ქაღალდი – ოფსეტური №1.

Подписано к печати 30 : 12: 2016г; Формат издания л. 60X84 1/8;

Физичесих печатных листов 11.25; Печатная бумага - офсетная №1.

Signed for printing 30: 12: 2016;

Editior size 60X84 1/8; printed

sheet 11.25; printing paper - Ofset N1.



სტუდენტური  
სტრუქტურა და  
მანქანთმშენებლობის ფაკულტეტი

სუვენირულ და შესაფუთ  
მასალებზე ბეჭდვა

საგაომსახელო საქმე  
და ნიჭის ხელოვნება

ტანსაცმლის ტექნოლოგია  
და მოდილირება

საგაომსახელო ტექნოლოგიები  
და მულტიმედია

ამზადებს ბევრგვითი მემორია და სამკერვალო  
ნაწარმის ტექნოლოგიების  
მადლაკვალიფიციურ სპეციალისტებს

კვალიფიკაცია და სწავლების სანბრძოლიზობა:

ბაკალავრი - 4 წელი,  
მაგისტრი - 2 წელი,  
დოქტორი - 3 წელი

ტრანსპარენტი და მანქანთმშენებლობა №8 (57) 2016