

ტრანსპორტი და  
მანქანათმშენებლობა  
TRANSPORT AND  
MACHINEBUILDING

ISSN 1512-3537

N2 (51) 2021

სამეცნიერო-ტექნიკური  
ჟურნალი

თბილისი



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

ISSN 1512-3537

# ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა

№2 (51) 2021

სასწავლო-მეთოდური და სამეცნიერო-კვლევითი  
ნაშრომების კრებული

ჟურნალი რეფერირდება ტექნიკური უნივერსიტეტის  
„ქართულ რეფერატულ ჟურნალში“



გამომცემლობა „ტრანსპორტი & მანქანათმშენებლობა“  
თბილისი  
2021

ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა  
TRANSPORT AND MACHINEBUILDING  
ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

სარედაქციო კოლეგია

პროფ. ოთარ გელაშვილი (მთავარი რედაქტორი); პროფ. არჩილ ფრანგიშვილი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე); პროფ. თეა ბარამაშვილი (ტექნიკური რედაქტორი); პროფ. დავით თავხელიძე; პროფ. მანანა თალაკვაძე; პროფ. ნათია ბუთხუზი; პროფ. გივი გოლეტიანი; პროფ. თამაზ ნატრიაშვილი; პროფ. თამაზ მორჩაძე; პროფ. ალექსანდერ სლადკოვსკი (პოლონეთი); პროფ. გეორგი ტოხტარი (უკრაინა); პროფ. თამაზ მჭედლიშვილი; პროფ. რაულ თურმანიძე; პროფ. ნია ნატბილაძე; პროფ. იოსებ ბაციკაძე; პროფ. თამაზ მეგრელიძე; პროფ. ზაურ ჩიტაძე; პროფ. გიორგი დობორჯგინიძე; პროფ. გოდერძი ტყეშელაშვილი; პროფ. ჯუმბერ იოსებიძე; პროფ. ავთანდილ შარვაშიძე; პროფ. ნუგზარ რურუა; პროფ. ზურაბ ბოგველიშვილი; პროფ. დავით ძოწენიძე.

EDITORIAL BOARD

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

ჟურნალი განთავსებულია ინტერნეტში შემდეგ მისამართებზე:

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი - ცენტრალური ბიბლიოთეკა  
[http://gtu.ge/Library/transp\\_jur/](http://gtu.ge/Library/transp_jur/)

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი - სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი  
[http://gtu.ge/Stmm/Faculties/jurnali\\_transporti\\_manqanatmshenebloba.php](http://gtu.ge/Stmm/Faculties/jurnali_transporti_manqanatmshenebloba.php)

ციფრული ბიბლიოთეკა "ივერიელი" (საქართველოს პარლამენტის ეროვნული ბიბლიოთეკა)  
<http://dspace.nplg.gov.ge/handle/1234/248720>

შინაარსი

**I. ტრანსპორტი/Transport/Транспорт**

1. ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგი ოთარ გელაშვილი, ვალერი ჯაჯანიძე, ვასილ აბულაძე .....	5
2. ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების პერსპექტივები ოთარ გელაშვილი, ვალერი ჯაჯანიძე, საბა კობლატაძე .....	12
3. შიგაწვის ძრავას სამუშაო პროცესის ინფორმაციული მართვის სრულყოფა ოთარ გელაშვილი, ვალერი ჯაჯანიძე, დავით მოწენიძე .....	19
4. გარემოზე ავტოტრანსპორტის ადგილობრივი (ლოკალური) და გლობალური ზემოქმედების განზოგადებული კონცეპტუალური მოდელი ჯუმბერ იოსებძე, გიორგი აბრამიშვილი, ხათუნა მღებრიშვილი, დავით მოწენიძე, ლევან მამალაძე .....	25
5. საქართველოს რკინიგზის საექსპლუატაციო მუშაობის გაუმჯობესების საკითხებისადმი პეტრე ქენჭაძე, ავთანდილ შარვაშიძე, ტარიელ კოტრიკაძე, რეზი ქაშიბაძე, ნიკა კოტრიკაძე .....	32
6. УПРОЩЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПУСКОВЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ ЭПС ПОСТОЯННОГО ТОКА Серго Карипидис, Автандил Шарვაшидзе, Мириан Цоцхალაშვილი, Юза Схиртლადзе .....	41
7. ვაგონის საბუქსე კვანძის ტექნიკური გამართულობის კონტროლი ექსპლუატაციაში რომან მორჩილაძე, ჯემალ მორჩილაძე, მეგი პატურაშვილი, გიორგი ჯანგაგაძე .....	45
8. ORGANIZATION OF THE WORKING PROCESS WHEN USING GAS FUEL IN MARINE DIESELS Zaza Shubladze, Zurab Saladze, Jemal Sharadze .....	52

**II. მექანიკის ინჟინერია/Mechanical Engineering/Механическая инженерия**

9. Исследование кинематики эпициклоидного механизма Зураб Мчедlishვილი .....	61
10. Определение напряженно-деформированного состояния балки переменного сечения жестко заделанного по концам Зураб Мчедlishვილი, Иван Джихвадзе, Марина Лосаберидзе .....	67
11. Кинематическое исследование зубчато-рычажного двухколесного шарнирного четырехзвенника Зураб Мчедlishვილი .....	73
12. სამშენებლო მანქანების მონტაჟი და დემონტაჟი დავით ბაქრაძე, ნიკოლოზ ნარეშელაშვილი .....	79
13. შრომის უსაფრთხოება მანქანების ტექნიკური მომხმარებლისა და რემონტის დროს დავით ბაქრაძე, ნიკოლოზ ნარეშელაშვილი .....	89
14. აფინური გარდაქმნის ერთი თვისების შესახებ სიმონ ბიწაძე .....	99
15. მემბრანიანი მაგნიტურჰიდრავლიკური საბიძგებელას ჭოკის დაშვების დაწყების დაყოვნების ანალიზი და მისი შემცირების ხერხები სიმონ ბიწაძე, რუსუდან ბიწაძე .....	103
16. მონჟის ზედაპირების აგების შესახებ სიმონ ბიწაძე, რუსუდან ბიწაძე .....	109

17. „ტექნიკური ხაზვის“ სწავლების მეთოდოლოგია მერი დემეტრაშვილი .....	114
18. საინჟინრო მეტრული ამოცანების გრაფიკული გადაწყვეტა ნახაზების გარდაქმნის მეთოდებით მერი დემეტრაშვილი .....	119
<b>III. სამრეწველო ინჟინერია/Industrial Engineering/ Промышленная инженерия</b>	
19. ინვერსიის საფუძველზე შექმნილი მექანიზმის კინემატიკური კვლევა და მათემატიკური ანალიზი თეა ბარამაშვილი .....	126
20. ნაბეჭდი პროდუქციის ღირებულების გაანგარიშების მეთოდიკა და შეკვეთის ფასის დადგენა ავტომატიზირებულ მართვის სისტემაში „Print-Expert“ თეა ბარამაშვილი, თამარ ბუთხუზი .....	139
21. ბეჭდვით პროდუქციაში გამოყენებული თანამედროვე ტექნოლოგიით შექმნილი საღებავები თეა ბარამაშვილი, თამარ ბუთხუზი .....	150
22. ბაქტერიოფაგების გასუფთავება მისი მორფოლოგიის შესწავლის მიზნით სალომე ბარბაქაძე .....	162
23. მაღალი სიმტკიცის მქონე ახალი კომპოზიციური მასალების ჭრის პროცესის კვლევა (I ნაწილი) იგორ გელაშვილი, ზაურ ჩიტაძე, ილია თავაძე, მაკა ჟღენტი, ნინო ბჟალავა, მაია გოგოტიშვილი .....	169
24. მაღალი სიმტკიცის მქონე ახალი კომპოზიციური მასალების ჭრის პროცესის კვლევა (II ნაწილი) იგორ გელაშვილი, ზაურ ჩიტაძე, ეკა სარიშვილი, მაკა ჟღენტი, ნინო ბჟალავა, მაია გოგოტიშვილი .....	176
<b>IV. ტრანსპორტის და მანქანათმშენებლობის მენეჯმენტი/ Transport and Mechanical Engineering Management/Транспорт и машиностроение равление</b>	
25. საქართველოს ჯანდაცვის განვითარების კონცეფცია ქეთევან კიწმარიშვილი .....	181
26. საქართველოს ინოვაციური განვითარების საკითხები ქეთევან კიწმარიშვილი .....	189
27. საქართველოს სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის მდგომარეობა და განვითარების პერსპექტივები ანა დვალი, ვალერი მგალობლიშვილი .....	196
28. მრეწველობაში საბრუნავი კაპიტალის ეფექტიანობის ამაღლების გავლენა პროდუქციის კონკურენტუნარიანობაზე ნათია გოგოლაძე .....	203
29. თბილისის მეტროპოლიტენში მგზავრნაკადების კანონზომიერებები და უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული რისკების შეფასების თავისებურებები ინგა გიგაური .....	209
30. ციფრული მარკეტინგის განვითარების შესაძლებლობები საქართველოში გოდერძი ტყეშელაშვილი, თამარ ლომაძე, მეგი იაკობაშვილი .....	225
31. ავტორთა საყურადღებოდ .....	233

უაკ 629.113.004

## ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგი

ოთარ გელაშვილი\*, ვალერი ჯაჯანიძე\*\*, ვასილ აბულაძე\*\*\*

*\*პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*\*\*ასისტენტ პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*\*\*\*დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგის საკითხები, რაც უზრუნველყოფს მათ ტექნიკურ გამართულობას და მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლებას. განხილულია ავტომობილების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების მიზნები, მოქმედი რეგულაციები, მოყვანილია დაგეგმილი შედეგების ანალიზი და განვითარების პერსპექტივები. განხილულია ის ტექნიკური საშუალებები და ტექნოლოგიები, რომლებიც აუცილებელია ინსპექტირების პროცესის წარმატებით განხორციელებისათვის. აგრეთვე მოქმედი რეგულაციებით განსაზღვრული პარამეტრების, ავტომობილების მწარმოებლების მიერ განსაზღვრულ პარამეტრებთან შესაბამისობის საკითხები და პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების მეთოდების თანამედროვე მოთხოვნებთან შესაბამისობის უზრუნველყოფა. მოცემულია ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების მეთოდებისა და ტექნიკური საშუალებების განვითარებისა და სრულყოფის გზები.

**საკვანძო სიტყვები:** პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირება, ტექნიკური რეგლამენტი, დაკალიბრება, ინსპექტირება, სამუხრუჭე სისტემა, გამონაბოლქვი.

### შესავალი

საავტომობილო პარკის სწრაფი ტემპებით ზრდა ერთი მხრივ ხელს უწყობს მოსახლეობისათვის სატრანსპორტო მოთხოვნილებების მაქსიმალურად

დაკმაყოფილებას, ხოლო მეორეს მხრივ მისი სიჭარბე ქმნის პრობლემებს საგზაო და ეკოლოგიური უსაფრთხოების თვალსაზრისით, განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში თუ ავტომობილი არაა ტექნიკურად სრულად გამართულ მდგომარეობაში. გამომდინარე აქედან, მისი ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგის განხორციელება განაპირობებს აღნიშნული პარამეტრის ოპტიმალურ დონეს და შესაბამისად ეკოლოგიური და მოძრაობის უსაფრთხოების მაღალ სტანდარტებს.

ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური მდგომარეობის ინსპექტირების თანამედროვე და პროგრესული მეთოდები და ტექნოლოგიები განსაზღვრავენ საავტომობილო გზებზე მოძრავი ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ეკოლოგიური და მოძრაობის უსაფრთხოების ხარისხის შესაბამისობას ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ქარხანა-დამამზადებლის მიერ დადგენილ ნორმებთან.

ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური ინსპექტირების წესები რეგლამენტირებულია სამართლებრივი და ტექნიკური დოკუმენტებით, აგრეთვე ნორმატიულ-ტექნიკური ბაზით.

### **ძირითადი ნაწილი**

ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების პროცესის წარმატებით განხორციელებისათვის აუცილებელია განისაზღვროს აღნიშნული პროცესის უზრუნველყოფის საშუალებები, კერძოდ:

1. პროცესის განმახორციელებელი პერსონალის კვალიფიკაცია და მისი დადასტურების გზები;
2. ავტომობილის პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების პროცედურები;
3. ავტომობილის პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების პრობლემები;
4. ავტომობილის პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების პერსპექტივები.

ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგის ძირითად მიზნებს წარმოადგენენ:

- კონკრეტული სატრანსპორტო საშუალების ტექნიკური გამართულობის მდგომარეობის შემოწმება საანგარიშო პერიოდის განმავლობაში;

- აგრეგატებისა და კვანძების ტექნიკური მდგომარეობის არსებულ მოთხოვნებთან შესაბამისობის ან შეუსაბამობის განსაზღვრა;
- ავტოსატრანსპორტო საშუალების ტექნიკური მდგომარეობის შესაბამისად მისი ცნობა ვარგისად ან უვარგისად საგზაო მოძრაობისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების მოთხოვნების გათვალისწინებით;
- გარემოზე მავნე ზემოქმედების ხარისხის შემცირება.

ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების მიზნებიდან გამომდინარე, დაგეგმილი შედეგების მიღწევის უზრუნველსაყოფად მნიშვნელოვანია შემდეგი ორგანიზაციული და მატერიალური რესურსი:

- ქარხანა-დამამზადებლის ინსტრუქციის შესაბამისად დაკალიბრებული, ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების ცენტრის მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა;
- ადამიანური რესურსი, რომელთაც აქვთ დარგის შესაბამისი ცოდნა და ზრუნავენ კვალიფიკაციის ამაღლებაზე შიდა კორპორატიული თუ სხვა ტიპის ტრენინგების საშუალებით;
- საკანონმდებლო რესურსის მუდმივი მორგება ტექნიკური და ტექნოლოგიური პროგრესის მოთხოვნებზე.

საქართველოს მთავრობის მიერ დამტკიცებული №511 ტექნიკური რეგლამენტის შესაბამისად, ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების ცენტრის პერსონალის კვალიფიკაცია დადასტურდება შესაბამისი სერტიფიკატის საფუძველზე, ან ცენტრის აკრედიტაციის პროცესში. სერტიფიკატის მოქმედების ვადა განისაზღვრება გაცემიდან 3 წლის ვადით, წელიწადში ერთჯერ განმეორებითი ტრენინგის და სადემონსტრაციო ინსპექტირების წარმატებით გავლის პირობით, რაც ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების ცენტრის პერსონალის კომპეტენტურობის შეფასების ერთ-ერთი მაჩვენებელია. ინსპექტირების ცენტრის ტექნიკური პერსონალის შერჩევისას სასურველია უპირატესობა მიენიჭოს



უმაღლესი ან პროფესიული განათლების მქონე ავტომობილის მოწყობილობის მცოდნე პიროვნებას.

საქართველოს მთავრობის №510 ტექნიკური რეგლამენტის მიხედვითა განსაზღვრულია ავტოსატრანსპორტო საშუალების მოძრაობის და ეკოლოგიური უსაფრთხოების ძირითადი ელემენტები, რომელთა შემოწმების საფუძველზე ფასდება ავტოსატრანსპორტო საშუალების ტექნიკური მდგომარეობა, როგორცაა:

- სამუხრუჭო სისტემა;
- საჭით მართვის სისტემა;
- სარკეები, საქარე მინები და მათი ჩამრეცხავ-ჩამწმენდები;
- ფარები და შუქამრეკლები;
- ღერძები, თვლები, საბურავები და დაკიდება;
- შასი, ძარა და მისი შემადგენელი ელემენტები;
- გამონაბოლქვი, ხმაური და სხვა მოწყობილობები.

ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ინსპექტირების პროცესი მოიცავს, როგორც ვიზუალურ მონიტორინგს, სადაც მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ადამიანური ფაქტორი, კერძოდ: ვიზუალური დეფექტები, სამუხრუჭო სითხის გაჟონვის არსებობა, სამუხრუჭო სითხის ტიპი და მისი შესაბამისობა მწარმოებლის მიერ დადგენილ ტიპთან, მუშა და სათადარიგო (ავარიული) მუხრუჭის ამძრავების და სისტემის სინქრონული მუშაობა, ფოლხვის არსებობა, საჭის გამაძლიერებლის მუშაობის შემოწმება სიმდოვრეზე, მისი ღვედის დაჭიმულობისა და ამძრავის გამართულობაზე; საბურავებისა და დისკების ვიზუალური შემოწმება, შეერთებების ჩამაგრება და სხვა. ასევე ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგს შესაბამისი ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით, სადგომი მუხრუჭის მუშაობა და ეფექტიანობა, თვლების ბლოკირების და საწინააღმდეგო სისტემის გამართულობა; თვლებზე მოსული სამუხრუჭო ძალის განსაზღვრა და სისტემის ეფექტიანობის შემოწმება; მაშუქების ნათების კუთხისა და სიმძლავრის შემოწმება; გამონაბოლქვი აირების გამომშვები სისტემის ვიზუალური კონტროლი გაჟონვაზე; გამონაბოლქვი აირების გამომშვები სისტემის ვიზუალური კონტროლი სრულ კომპლექტაციაზე; ავტომობილის შემოწმება გამონაბოლქვში არსებული CO-ს

შესაბამისობაზე სტანდარტებთან; λ (ლამბდა) კოეფიციენტის მიმდინარე მნიშვნელობის შემოწმება; დიზელის საწვავზე მომუშავე ძრავების კვამლიანობის შემოწმება.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია ის პრობლემები, რომლებიც თან ახლავს ავტომობილების ინსპექტირების პროცესს.

კვლევის შედეგად მიღებული ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე გამოვლენილ იქნა ის ფაქტორები, რომლებიც უარყოფითად მოქმედებენ ავტომობილების ტექნიკური მდგომარეობის განსაზღვრაზე, კერძოდ:

- მოქმედი რეგლამენტით განსაზღვრული პარამეტრების შეუსაბამობა მწარმოებლის მიერ განსაზღვრულთან;
- პერსონალის მიერ დაშვებული შეცდომები;
- პრობლემები გამონაბოლქვის მავნე ნივთიერებების შემცველობაზე შემოწმების პროცესში;
- გაუმართაობის მაჩვენებელი ნათურის მუშაობის რეჟიმის დარღვევა;
- ავტომობილის ტექნიკური სისტემის ელექტრონული მართვის ელემენტების შემოწმების შეუძლებლობა.

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი დეფექტი ხელს უწყობს საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის შემცირებას და გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების ინტენსივობის ზრდას, რაც უკიდურესად მწვავე პრობლემების წარმოშობის წინაპირობაა.

ანალიზის შესაბამისად გამოიკვეთა ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების პროცესის სრულყოფის გარემოებები, კერძოდ, ესენია:

- საკანონმდებლო ცვლილებები;
- ავტომობილების არაგეგმიური შემოწმების დანერგვა;
- წამყვანი ქვეყნების გამოცდილების გაზიარება;
- ინსპექტირების ცენტრების ტექნიკური პერსონალის კვალიფიკაციის ამაღლების ღონისძიებები;

- გამონაბოლქვში არსებული სხვა მინარევების შემცველობაზე შემოწმების დანერგვა;
- არსებული მოთხოვნების გამკაცრება და ქარხანა-დამამზადებლის მიერ განსაზღვრულ პარამეტრებთან დაახლოება;
- უსაფრთხოების მართვის ელექტრონული კომპონენტების შემოწმება;
- სასიგნალო ნათურების მუშაობის შემოწმება;
- სამგზავრო ავტობუსების ინსპექტირების პერიოდულობა;
- OBD დიაგნოსტიკა, მართვის ელექტრონული სისტემების მდგომარეობისა და კილომეტრაჟის შემოწმება.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნული უზრუნველყოფს სატრანსპორტო მოძრავი შემადგენლობის ტექნიკურად გამართულ მდგომარეობაში ექსპლუატაციას, რაც იწვევს გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესებას და ტექნიკური უწყესივრობებით გამოწვეულ საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევების შემცირებას.

### **დასკვნა**

ნაშრომში განხილულია ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების მიზნები და აღნიშნული პროცესის უზრუნველყოფის საშუალებები. მოცემულია მოქმედი რეგლამენტის შესაბამისი რეგულაციები და განსაზღვრულია პროცესის ოპტიმალურად წარმართვის ძირითადი ფაქტორები. კვლევის შედეგების ანალიზის საფუძველზე გამოვლენილია პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების თანმდევი პრობლემები და მოცემულია პროცესის სრულყოფის გზები.

### **გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:**

1. საქართველოს მთავრობის 2017 წლის 1 დეკემბრის №511 დადგენილება, ტექნიკური რეგლამენტის – „ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების ცენტრების შენობა-ნაგებობების, აღჭურვილობისა და პერსონალის ტექნიკური კვალიფიკაციის მიმართ მოთხოვნების“ დამტკიცების თაობაზე;
2. საქართველოს მთავრობის 2017 წლის 01 დეკემბრის №510 დადგენილება „ავტოსატრანსპორტო საშუალებებისა და მათი მისაბმელების პერიოდული

ტექნიკური ინსპექტირების შესახებ“ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე“;

3. ვ. ჯაჯანიძე - ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირება, პრობლემები და პერსპექტივები;
4. ე. დარჩიაშვილი, ა. ქურდაძე, ო. გელაშვილი, დ. მესხიშვილი - საგზაო უსაფრთხოება და საერთაშორისო რეგულაციები, თბილისი, 2020 წ., 404 გვ.

## **About monitoring the technical condition of cars**

**Otar Gelashvili, Valeri Jajanidze, Vasil Abuladze**

### **Abstract**

The article deals with the tasks of monitoring the technical condition of vehicles, in particular, their periodic technical inspection, current rules, analysis of the planned results and development prospects. The means necessary for the successful implementation of the inspection process, the issue of compliance with the parameters determined by the current regulations, the parameters determined by the vehicle manufacturer, the problem of compliance of the methods of periodic technical inspection with modern requirements are discussed. Ways of development and improvement of methods and technical means of periodic technical inspection of vehicles.

## **О мониторинге технического состояния автомобилей**

**Отар Гелашвили, Валери Джаджанидзе, Васил Абуладзе**

### **Резюме**

В статье рассмотрена задачи мониторинга технического состояния транспортных средств, в частности их периодический технический осмотр, действующие правила, анализ планируемых результатов и перспективы их развития. Обсуждаются средства и технологий необходимые для успешного проведения инспекционного процесса автомобилей, вопрос соответствия параметрам, определенным действующим регламентом, параметрам, определенным производителем транспортного средства, проблема соответствия методов периодического технического осмотра современным требованиям. Пути развития и совершенствования методов и технических средств периодического технического осмотра транспортных средств.

უაკ 629.113.004

## ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული

### ტექნიკური ინსპექტირების პერსპექტივები

ოთარ გელაშვილი\*, ვალერი ჯაჯანიძე\*\*, საბა კოპლატაძე\*\*\*

\* პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;

\*\* ასისტენტ-პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;

\*\*\* დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

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

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური მდგომარეობის განსაზღვრის მეთოდები, კერძოდ გეგმიური და არაგეგმიური დიაგნოსტიკის მეთოდები, მათი უზრუნველყოფის საშუალებები და გამოყენების დადებითი და უარყოფითი ასპექტები. მოცემულია ტექნოლოგიები, რომლებიც აუცილებელია ინსპექტირების პროცესის წარმატებით განხორციელებისათვის. განხილულია ავტოსატრანსპორტო საშუალებების საბორტო დიაგნოსტიკის პუნქცია და მისი განვითარების ეტაპები, აგრეთვე საბორტო დიაგნოსტიკის როლი ავტომობილის ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგის პროცესში. სტატიაში მოცემულია ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების მეთოდებისა და ტექნიკური საშუალებების განვითარებისა და სრულყოფის გზები.

**საკვანძო სიტყვები:** OBD სისტემა, ტექნიკური მდგომარეობა, უმტყუნებო მუშაობა, ინტერვალი, ადამიანური ფაქტორი, საიმედოობა, მონიტორინგი.

### შესავალი

ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური მდგომარეობის მუდმივი მონიტორინგი და მისი შედეგების მაქსიმალური გათვალისწინება, ერთ-ერთი წინაპირობაა მოძრაობის და ეკოლოგიური უსაფრთხოების ოპტიმალურ დონეზე შესანარჩუნებლად. სწორედ ამ მიზნებიდან გამომდინარე ავტომობილის ტექნიკური მდგომარეობის კონტროლის კომპლექსური სისტემის დამუშავება და

პრაქტიკული ადაპტაცია უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა საავტომობილო ტრანსპორტის ეფექტიანობის ამაღლების უზრუნველსაყოფად.

დღეისათვის მოქმედი ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური მდგომარეობის ინსპექტირების მეთოდები მეტ-ნაკლები წარმატებით უზრუნველყოფენ დასახული ამოცანების შესრულებას, რაც თავისთავად გვიბიძგებს მოიძიოს და დამუშავდეს ავტომობილის ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგის ისეთი მეთოდების ერთობლიობა, რომლებიც შესაძლებელს გახდის რაც შეიძლება მეტი ტექნიკურად გამართული, უსაფრთხო ავტომობილი გადაადგილდებოდეს გზებზე და მინიმალური ზიანის მომტანი იყოს გარემოსათვის.

### **ძირითადი ნაწილი**

ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების არსებული წესები და მეთოდები ხასიათდება ნაკლოვანებებით, რომლებიც შესაძლებელს ხდის ისეთი ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ექსპლუატაციას, რომლებიც შესაძლოა უარყოფითად ზემოქმედებდნენ გარემოზე, რაც გულისხმობს შემდეგს: არსებული წესებისა და მეთოდების შესაბამისად ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების პროცესი უნდა შესრულდეს პერიოდულობით უმეტეს შემთხვევაში - წელიწადში ერთხელ, სადიაგნოსტიკო პარამეტრების იმ მნიშვნელობებით, რომლებიც უმეტესად არ მოდის შესაბამისობაში ქარხანა-დამამზადებლის მიერ განსაზღვრულ მნიშვნელობასთან, შედეგად დაუდგენელია ინსპექტირების პერიოდულობებს შორის არის თუ არა ავტომობილი ტექნიკურად გამართული და უსაფრთხოა თუ არა იგი შესამოწმებელი პარამეტრის დადგენილი მნიშვნელობით. სწორედ აღნიშნული პრობლემის გადაჭრის საშუალებაა ავტომობილის საბორტო დიაგნოსტიკის შედეგად მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე მისი ტექნიკური მდგომარეობის განსაზღვრა. აქვე მნიშვნელოვანია აღვნიშნოთ, რომ საბორტო დიაგნოსტიკის სისტემა საშუალებას გვაძლევს ავტოსატრანსპორტო საშუალების ტექნიკური

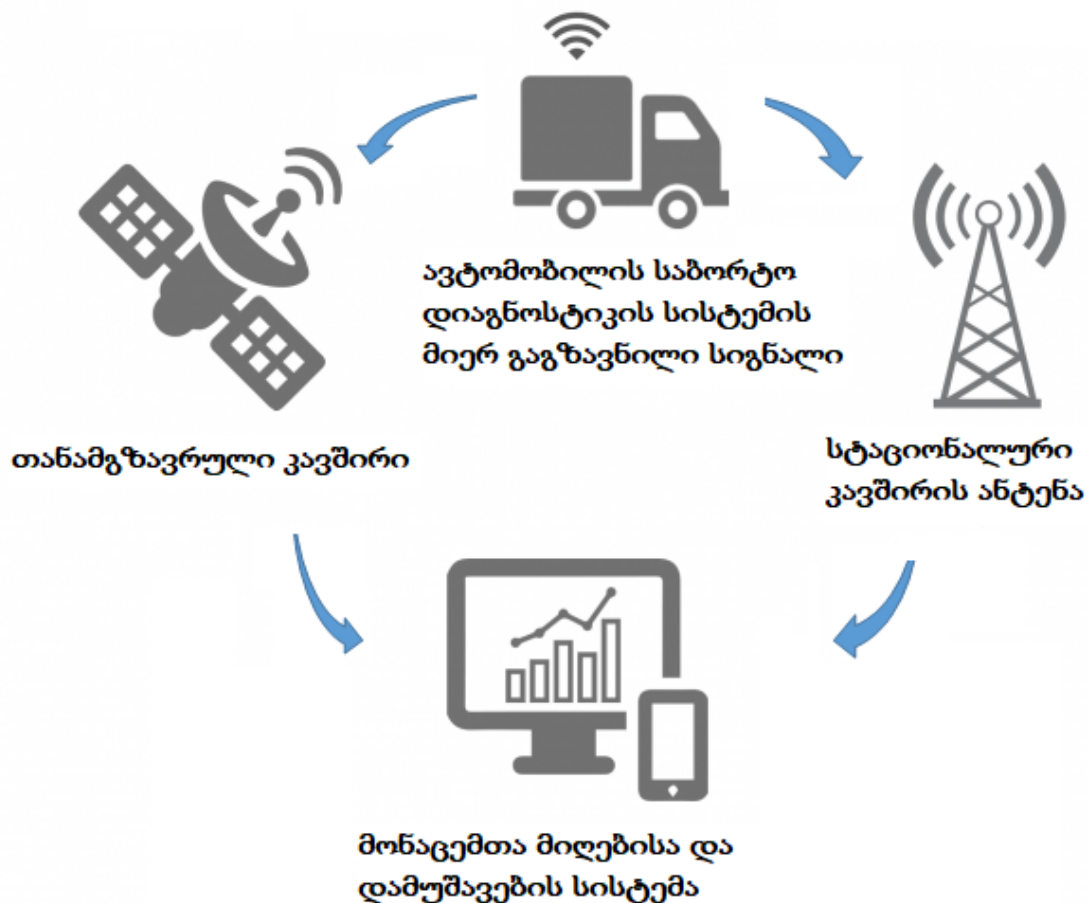
მდგომარეობის კონტროლი ვაწარმოოთ ე.წ. on-line რეჟიმში და გარკვეულწილად შევცვალოთ პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების მიდგომები.

„საბორტო დიაგნოსტიკის“ სისტემა (OBD – On Board Diagnostics) საშუალებას იძლევა წარმოებდეს მუდმივი მონიტორინგი ავტომობილის ტექნიკური მდგომარეობის შესახებ - თვითდიაგნოსტიკის შემთხვევაში, ხოლო თვითდიაგნოსტიკის შედეგად დაფიქსირებული გაუმართაობის დროს მისი გამომსახველი კოდის გამოსახვა და წაკითხვა ავტომობილის ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის სწორად წარმოების წინაპირობაა. თანამედროვე OBD დიდი რაოდენობის დიაგნოსტიკურ ინფორმაციას მოიცავს და ამ ინფორმაციის მოცულობა და ხარისხი განუხრელად იზრდება.

დღეისათვის OBD სისტემა თავისი ევოლუციური განვითარების მესამე საფეხურს ელოდება, რაც OBD III - ის დანერგვას გულისხმობს, თავდაპირველი OBD სისტემა, რომელიც იმ დროისათვის არსებულ მოთხოვნებს პასუხობდა 1996 წელს წარმატებით შეცვალა OBD II სისტემამ, რომელიც დღემდე წარმოებულ ყველა ავტომობილზე გვხვდება. ავტომობილის ეკოლოგიური და მოძრაობის უსაფრთხოების მიმართ წაყენებული გაზრდილი მოთხოვნების შედეგად 1996 წლიდან, მნიშვნელოვნად გაფართოებული ფუნქციებით და სახელწოდებით OBD II დაინერგა შემდეგი თაობის საბორტო დიაგნოსტიკის სისტემა.

აღნიშნული სისტემა 2001 წლიდან, სახელწოდებით EOBD II, სავალდებულო გახდა ევროკავშირშიც, რასაც დიდად შეუწყო ხელი ავტომობილის გამონაბოლქვი აირების ტოქსიკურობაზე მუდმივად გამკაცრებადი სტანდარტების ამოქმედებამ. ატყობინებს საბორტო დიაგნოსტიკის არსებული სისტემის მთავარი ამოცანაა ავტომობილის ტექნიკური მდგომარეობის შესახებ ინფორმაცია დაუყოვნებლივ მიაწოდოს მძღოლს, ხელსაწყოთა პანელზე დამონტაჟებული სასიგნალო ნათურის MIL (Malfunction Indication Lamp) და საბორტო მრავალფუნქციურ დისპლეიზე გამოსახული „დიაგნოსტიკის კოდების“ მეშვეობით, რაც ამ უკანასკნელისთვის არის საფუძველი იმისა, რომ მან საკუთარი ავტომობილის დაუყოვნებლივ უნდა გადაიყვანოს მომსახურების ცენტრში.

საბორტო დიაგნოსტიკის სისტემა OBD II - ის მთავარ ნაკვლს წარმოადგენს ავტომობილის ტექნიკური სისტემის ყველა ელემენტის ტექნიკური მდგომარეობის შესახებ ინფორმაციის ვერ მოძიება და გაუმართაობის დაფიქსირების შემთხვევაში მძღოლის კეთილსინდისიერების იმედზე ყოფნა. აღნიშნული გარემოებების გათვალისწინებით მნიშვნელოვანია უფრო მეტი დოზით იყოს წარმოდგენილი ავტომობილში ინტელექტუალური სისტემა და უფრო ნაკლებად ვიყოთ დამოკიდებული ადამიანურ ფაქტორზე, კერძოდ საბორტო დიაგნოსტიკის მიერ მოძიებული ინფორმაცია ავტომობილის ტექნიკური მდგომარეობის შესახებ მიეწოდოს, როგორც მძღოლს ასევე იმ სახელმწიფო სტრუქტურებს, რომელთა ამოცანაა მოძრაობის და ეკოლოგიურ უსაფრთხოებაზე ზრუნვა.



სქემა 1. ავტომობილის ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგის on-line სისტემა.

ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების არსებული წესები და მეთოდები საშუალებას იძლევა, მხოლოდ



დროის განსაზღვრულ ეტაპზე მოხდეს ავტომობილის ტექნიკურად გამართულად ცნობა და საექსპლუატაციოდ დაშვება, ხოლო ინსპექტირების მეორე ეტაპამდე მოცემული ავტომობილის ტექნიკური მდგომარეობის განსაზღვრა შეუძლებელია, რაც იძლევა იმის დაშვების ალბათობას, რომ შესაძლოა დროის გარკვეული პერიოდის განმავლობაში აღნიშნული ავტოსატრანსპორტო საშუალება საექსპლუატაციოდ უვარგისი იყოს. გარდა ამისა პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების ინტერვალში აუცილებელია გათვალისწინებული იყოს იმ პროფილაქტიკური სამუშაოების შესრულების საჭიროება, რომლებიც ქარხანა დამამზადებლის ინსტრუქციითაა განსაზღვრული.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე მნიშვნელოვანია დაისახოს ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგის კომპლექსური სისტემა, რომელიც უპასუხებს იმ გამოწვევებს, რომლის წინაშეც დღეს ვიმყოფებით, კერძოდ აუცილებელია მონიტორინგი წარმოებდეს ავტომობილის საბორტო დიაგნოსტიკის საშუალებების გამოყენებით - მიღებული ინფორმაციის დაუყოვნებლივ გადაცემით შესაბამისი სამსახურებისათვის და პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების სამუშაოების განხორციელებით, რომლის შესრულების ინტერვალი უნდა განისაზღვროს ავტომობილის საიმედოობის მაჩვენებლების გათვალისწინებით.

ავტომობილის საიმედოობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია მისი უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა, რომელიც გარბენის ზრდასთან ერთად უარესდება, რაც იმას ნიშნავს, რომ რაც უფრო მეტია გარბენი მით უფრო ხშირია მტყუნება და ავტომობილი ტექნიკური მდგომარეობა გაუარესებულია. უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა იანგარიშება ფორმულით:

$$P(L) = \frac{N(L)}{N_0};$$

როგორც ფორმულიდან ჩანს, უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა უშუალოდ დაკავშირებულია ავტომობილის გარბენის მნიშვნელობასთან, ხოლო რაც მეტია ავტომობილის გარბენი მით უფრო ნაკლებია აღნიშნული მაჩვენებელი და შესაბამისად მეტია მტყუნების ალბათობა. შესაბამისად, ავტოსატრანსპორტო

საშუალების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების ინტერვალის განსაზღვრა გარბენის მნიშვნელობისაგან დამოუკიდებლად ვერ მოგვცემს იმ შედეგს რაც ავტომობილის ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგის აღნიშნული სისტემისაგან ველოდებით. აქედან გამომდინარე შესაძლებელია მოვახდინოთ წინასწარ განსაზღვრული ინტერვალის კორექტირება შემდეგი ფორმულით:

$$i' = P(L) \times i_0;$$

სადაც,  $i'$  და  $i_0$  შესაბამისად ინსპექტირების პროცესის შესრულების ინტერვალის კორექტირებული და საბაზისო მნიშვნელობებია.

### დასკვნა

ნაშრომში განხილულია ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგის კომპლექსური სიტემა, რომელიც თავის თავში მოიცავს, პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების არსებულ მოდელს, ავტომობილის ტექნიკური მდგომარეობის კონტროლის on-line სისტემას და პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების პერიოდულობის განსაზღვრის მოდელს ავტომობილის გარბენის შესაბამისად უმტყუნებო მუშაობის ალბათობის მაჩვენებლის გათვალისწინებით. აღნიშნული შესაძლებლობას იძლევა, რომ ავტომობილების ტექნიკური მდგომარეობის მართვის ამოცანები გადაიჭრას კომპლექსური მიდგომით და რენტაბელობის მაღალი მაჩვენებლით.

### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. საქართველოს მთავრობის 2017 წლის 01 დეკემბრის №510 დადგენილება „ავტოსატრანსპორტო საშუალებებისა და მათი მისაბმელების პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების შესახებ“ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე“;
2. თ. გელაშვილი, დ. ძოწენიძე, ნ. ხარაზიშვილი, ვ. ჯაჯანიძე - ავტომობილის ტექნიკური სისტემის კომპიუტერული მართვა და დიაგნოსტიკა, გამომცემლობა „კოლორი“, 2017 წ., 380 გვ.;

3. ვ. ლეკიაშვილი - ავტომობილის საიმედოობა, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2005 წ., 93 გვ.;
4. ე. დარჩიაშვილი, ა. ქურდაძე, ო. გელაშვილი, დ. მესხიშვილი - საგზაო უსაფრთხოება და საერთაშორისო რეგულაციები, თბილისი, 2020 წ., 404 გვ.

## **Prospects for periodic technical inspections of vehicles**

**Otar Gelashvili, Valeri Jajanidze, Saba Koplatadze**

### **Abstract**

The article discusses methods for determining the technical condition of vehicles, in particular, methods of planned and unscheduled diagnostics, methods of their provision, as well as the positive and negative aspects of their use. Tools needed to successfully complete the inspection process. On-board diagnostic puncture of cars and the stages of its development, the role of on-board diagnostics in the process of monitoring the technical condition of a car are discussed. Ways of development and improvement of methods and technical means of periodic technical inspection of a car.

## **Перспективы периодических технических осмотров транспортных средств**

**Отар Гелашвили, Валери Джаджанидзе, Саба Коплатадзе**

### **Резюме**

В статье рассмотрены методы определения технического состояния транспортных средств, в частности, методы плановой и внеплановой диагностики, способы их обеспечения, а также положительные и отрицательные стороны их использования. Инструменты, необходимые для успешного выполнения инспекционного процесса. Обсуждаются бортовой диагностический прокол автомобилей и этапы его развития, роль бортовой диагностики в процессе контроля технического состояния автомобиля. Пути развития и совершенствования методов и технических средств периодического технического осмотра автомобиля.

უაკ 629.113.004

## შიგაწვის ძრავას სამუშაო პროცესის ინფორმაციული მართვის სრულყოფა

ოთარ გელაშვილი\*, ვალერი ჯაჯანიძე\*\*, დავით ძოწენიძე\*

*\* პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*\*\* ასისტენტ პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია საავტომობილო შიგაწვის ძრავების ელექტრონული მართვის სისტემის მუშაობის პრინციპები და მათი ინფორმაციული მართვის თავისებურებები. აღწერილია ინფორმაციის მოძიების, მისი დამუშავებისა და ბრძანების აღმსრულებელი მოწყობილობების მნიშვნელობა და მუშაობის პროცესი. კერძოდ, ინფორმაციის დამუშავების განყოფილების მიერ, კონკრეტული სამუშაო პარამეტრის სიდიდის ოპტიმალურთან შესაბამისობის პროცესი. სტატიაში მოცემულია ინფორმაციული მართვის „ონ-ლაინ“ რეჟიმის უწყვეტობის შენარჩუნების მოდელი.

**საკვანძო სიტყვები:** შიგაწვის ძრავა, ინფორმაციული მართვა, მართვის ბლოკი, სენსორი, სამუშაო რეჟიმი, საინფორმაციო ბაზა, სამუშაო პარამეტრი.

### შესავალი

თანამედროვე ავტომობილის შიგაწვის ძრავების მუშაობის პროცესის წარმართვისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტია მისი ინფორმაციული მართვის სისტემა, რომლის დანიშნულებაც ძრავას მუშაობის სრული პერიოდის განმავლობაში შენარჩუნებულ იქნას ოპტიმალური რეჟიმი. აღნიშნული მნიშვნელოვანი ფაქტორია ავტომობილის საწვავეკონომიურობისა და ეკოლოგიურობის პარამეტრების თვალსაზრისით. ინფორმაციული მართვის სისტემის გამოყენებამ საავტომობილო ინდუსტრიაში შესაძლებელი გახადა ამ კონკრეტულ შემთხვევაში ძრავას მუშაობის ე. წ. „დინამიკური მართვა“,

განსხვავებით მე-20 საუკუნის 80 – იან წლებამდე გამოშვებული ავტომობილებისაგან. ავტომობილის ძრავას ინფორმაციული მართვის სისტემის გამოყენების აუცილებლობა განაპირობა მისი ეკოლოგიური პარამეტრების მონიტორინგის საჭიროებამ, რაც მიღწეულ იქნა პირველი თაობის მართვის სისტემების გამოყენებით. კერძოდ, გამონაბოლქვ აირებში არსებული ნახშირბადის (CO) სიდიდის მუდმივი მონიტორინგი წარმოებდა ე.წ. λ სენსორის მეშვეობით, ხოლო მისგან მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე მართვის ინფორმაციული სისტემა იღებდა გადაწყვეტილებას ძრავას მუშაობის რეჟიმის შესახებ. აღნიშნული სისტემის ფუნქციებში შედიოდა მძღოლის გაფრთხილება იმ შემთხვევაში, როდესაც გამონაბოლქვში CO – ს პარამეტრის მნიშვნელობა 1,5 – ჯერ გადააჭარბებდა დაშვებულს. მძღოლის გაფრთხილება ხდებოდა გამაფრთხილებელი ნათურის ე. წ. „check engine“ საშუალებით, რაც ავტომობილის მფლობელისთვის წარმოადგენდა საფუძველს, რომ განეხორციელებინა საკუთარი ავტომობილის სერვისში გადაყვანა. მსგავსი სისტემის დანერგვამ შესაძლებელი გახადა ავტომობილს განეხორციელებინა „საკუთარი თავის“ ტექნიკური მდგომარეობის კონტროლი დამოუკიდებლად, „ტექნიკური დათვალიერებიდან – ტექნიკურ დათვალიერებამდე“. შემდგომში ავტომობილის შიგაწვის ძრავას ინფორმაციული მართვის სისტემის დახვეწამ შესაძლებელი გახადა არა მხოლოდ, ძრავას ეკოლოგიური პარამეტრების მონიტორინგი, არამედ მისი სიმძლავრის, მაბრუნე მომენტისა და საწვავეკონომიურობის მაჩვენებლების ამაღლება.

თანამედროვე საავტომობილო შიგაწვის ძრავების ინფორმაციული მართვის სისტემა მოიცავს კვების სისტემის, ნამწვი აირების გადამუშავების სისტემის, ანთების სისტემის, გაგრილების სისტემის, აგრეთვე ძრავას აირგამანაწილებელი მექანიზმის მართვის პროცესს და შესაბამისად იგი წარმოადგენს ძრავას ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს კომპონენტს.

### **ძირითადი ნაწილი**

შიგაწვის ძრავას მუშაობის პროცესის ინფორმაციული მართვა ეფუძნება შემდეგ პრინციპს: მართვის ელექტრონული ბლოკის/ბლოკების მიერ მუშა

პარამეტრების ცვლილების შესახებ ინფორმაციის მიღება „ონ-ლაინ“ რეჟიმში, შესაბამისი სენსორების (გარდამქმნელების) საშუალებით. ამ ინფორმაციის გადამუშავების საფუძველზე შესაბამისი ბრძანების მომზადება და მისი შესრულება აღმსრულებელი მოწყობილობების გამოყენებით. შედეგად მიიღწევა ექსპლუატაციის პირობების ცვლილების შესაბამისად, ძრავის მუშაობის რეჟიმის დაუყოვნებლივი ცვლილება, რაც, უზრუნველყოფს კონკრეტული საექსპლუატაციო რეჟიმის შესაბამისი სამუშაო პროცესის მიღწევას.

შიგაწვის ძრავას სისტემების მართვის ელექტრონული სისტემა წარმოადგენს თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიურ მოწყობილობას, რომელიც ძირითადი ძრავას საექსპლუატაციო პარამეტრების შესახებ ინფორმაციის გადამუშავების საფუძველზე მისი მუშაობის კონკრეტულ რეჟიმს განსაზღვრავს. კერძოდ, ძრავას კონკრეტული სადატვირთვო რეჟიმის მისაღებად აუცილებელია მთელი რიგი პარამეტრების მოძიება, როგორცაა: ძრავას გამაგრებელი სითხის, ჩაბერვისა და ატმოსფერული ჰაერის ტემპერატურები, ძრავის ბრუნთა რიცხვი, ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარე, მძღოლის მიერ მოთხოვნილი სადატვირთვო რეჟიმი, საწვავის შეფრქვევის წნევა და მოთხოვნილი ჰაერის მასური ოდენობა, რათა მართვის ბლოკის მიერ უზრუნველყოფილი იყოს საწვავის საჭირო ოდენობის მიწოდება ცილინდრის წვის კამერაში. აღნიშნული ინფორმაცია, როგორც სამუშაო პარამეტრის სიდიდე, გადამუშავდება მართვის ბლოკის მიერ, რაც გულისხმობს სენსორების მიერ მიწოდებული ინფორმაციული პარამეტრის შედარებას მართვის ბლოკის საინფორმაციო ბაზაში არსებული იმავე პარამეტრის მნიშვნელობასთან. მართვის ბლოკში ეს უკანასკნელი წარმოდგენილია პარამეტრის ზღვრული, უდიდესი და უმცირესი დასაშვები მნიშვნელობის სახით, თუ „ონ-ლაინ“ რეჟიმში მიწოდებული სამუშაო პარამეტრის მნიშვნელობა დასაშვებ ზღვრებშია, მართვის ბლოკი განსაზღვრავს ძრავას მუშაობის რეჟიმს, რომელიც მიახლოებულია ოპტიმალურთან მოცემულ საექსპლუატაციო პირობებში. შესაბამისად შესაძლოა ჩავწეროთ, თუ:

$$P_x = P_{\text{მინ}} \dots P_{\text{მაქს}} , \quad (1)$$

სადაც,  $P_x$ - არის პარამეტრის სიდიდის მნიშვნელობა, რომელიც სენსორის მიერ განისაზღვრება „ონ-ლაინ“ რეჟიმში;

$P_{მინ}$  და  $P_{მაქს}$  - ელექტრონული მართვის ბლოკის მეხსიერებაში არსებული იგივე პარამეტრის ზღვრული მნიშვნელობები.

როგორც აღვნიშნეთ, თუ კონკრეტული სამუშაო პარამეტრის სიდიდე აღნიშნულ ზღვრებშია მოქცეული, მართვის ბლოკი გასცემს პარამეტრის შესაბამის ბრძანებას აღმსრულებელი მოწყობილობისათვის, ხოლო თუ:  $P_x \neq P_{მინ} \dots P_{მაქს}$  ამ შემთხვევაში მართვის ბლოკი უგულებელყოფს სენსორის მიერ მოწოდებულ ინფორმაციას და სისტემის მუშაობას უზრუნველყოფს პარამეტრის მინიმალური ან მაქსიმალური მნიშვნელობის შესაბამისად, შედეგად სახეზე გვაქვს მართვის ე. წ. „ოფ-ლაინ“ რეჟიმი, ანუ სისტემა მუშაობს ავარიულ რეჟიმში.

სისტემის მუშაობის ავარიულ რეჟიმში გადაყვანა გამორიცხავს მისი მართვის შესაძლებლობას, რაც თავისთავად ავტომობილის შიგაწვის ძრავას შემთხვევაში მისი ეკოლოგიური და ეკონომიური მახასიათებლების გაუარესების განმაპირობებელია. აღნიშნულის თავიდან ასაცილებლად ელექტრონული მართვის სისტემა დაუყოვნებლივ აწვდის მძღოლს ინფორმაციას გაუმართაობისა და სერვისში დაუყოვნებლივ გადაყვანის საჭიროების შესახებ, რაც დროისა და ფინანსების დამატებით ხარჯვის წინაპირობაა.

იმისათვის, რომ შევძლოთ ინფორმაციული მართვის პროცესის გაუმჯობესება, აუცილებელია გავზარდოთ ელექტრონული მართვის სისტემის მეხსიერება და მოვახდინოთ ავტომობილის შიგაწვის ძრავას მუშაობის ოპტიმალური რეჟიმის განმაპირობებელი ინფორმაციის შენახვა კონკრეტული საექსპლუატაციო რეჟიმის შესაბამისად, მაგალითად, როდესაც ავტომობილი გადაადგილდება 30-60 კმ/სთ სიჩქარით, 30 კმ მანძილზე, განსაზღვრულ გეოგრაფიულ არეალში, უნდა მოხდეს მისი ძრავას მუშაობის რეჟიმის განმსაზღვრელი ინფორმაციის შენახვა სისტემის გამართულობისას, ხოლო რომელიმე სენსორის გაუმართაობის შემთხვევაში ანუ როდესაც  $P_x \neq P_{მინ} \dots P_{მაქს}$ , სისტემა გააგრძელებს მუშაობას კონკრეტული საექსპლუატაციო გარემოს შესახებ უკვე მეხსიერებაში არსებული ინფორმაციის საფუძველზე, შესაბამისად

$$P_x = B(P_1; P_2; P_3 \dots P_n), \quad (2)$$

სადაც,  $B(P_1; P_2; P_3 \dots P_n)$  - არის მართვის სისტემის მონაცემთა ბაზაში არსებული სამუშაო პარამეტრის შენახული მნიშვნელობა კონკრეტული საექსპლუატაციო გარემოს შესაბამისად.

გამომდინარე იქედან, რომ ინფორმაციული მართვის სისტემის მთავარი ელემენტი ინფორმაციაა, ხოლო მისი არარსებობის ან დასაშვებთან შეუსაბამობის პირობებში მართვის პროცესი გადადის „ოფ-ლაინ“ რეჟიმში, მნიშვნელოვანია სისტემის გამართული ფუნქციონირება განხორციელდეს მონაცემთა ბაზებში წინასწარ შენახული ინფორმაციის საფუძველზე.

### დასკვნა

ნაშრომში განხილულია ავტომობილის შიგაწვის ძრავების ელექტრონული მართვის სისტემის მუშაობის პრინციპები. აღნიშნული სისტემის ინფორმაციული მართვის თავისებურებები, მართვის „ონ-ლაინ“ და „ოფ-ლაინ“ რეჟიმების დადებითი და უარყოფითი მხარეები. აღნიშნულია, რომ შესაძლებელია მოხდეს კონკრეტული საექსპლუატაციო რეჟიმის შესაბამისი სამუშაო პარამეტრის მნიშვნელობის მონაცემთა ბაზებში შენახვის საფუძველზე მართვის „ონ-ლაინ“ რეჟიმის შენარჩუნება, რაც ავტომობილის შიგაწვის ძრავას სამუშაო რეჟიმის მართვის პროცესის უწყვეტობას და შესაბამისად მისი ოპტიმალური მუშა პარამეტრების შენარჩუნების წინაპირობაა.

### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. თ. გელაშვილი, დ. ძოწენიძე, ნ. ხარაზიშვილი, ვ. ჯაჯანიძე - ავტომობილის ტექნიკური სისტემის კომპიუტერული მართვა და დიაგნოსტიკა, გამომცემლობა „კოლორი“, 2017 წ., 380 გვ.;
2. <http://juchems.com/service...Torque Based Electronic Throttle Control>. 2007. PCED On based Diagnostics.



## **Improving information management of the workflow of the internal combustion engine**

**Otar Gelashvili, Valeri Jajanidze, David Dzotsenidze**

### **Abstract**

The article discusses the principles of operation of an electronic control system for automobile internal combustion engines. Features of information management of the process, the process of searching for information, processing them and executing commands from the executive device is described, in particular, by the information processing department - the process of agreeing the value of one or another work parameter with the optimal one. A model for ensuring the continuity of the "on-line" mode of information management is presented.

## **Улучшение информационного управления рабочим процессом двигателя внутреннего сгорания**

**Отар Гелашвили, Валери Джаджанидзе, Давид Дзоценидзе**

### **Резюме**

В статье рассмотрены принципы работы электронной системы управления автомобильными двигателями внутреннего сгорания и особенности информационной управления процесса. Описано процес поиска информации, их обработки и выполнения команд от исполнительного устройство. В частности, процесс согласования размера конкретного параметра задания с оптимальным отделом обработки информации. В статье приведена модель обеспечения непрерывности «он-лайн» режима информационной управления.

უაკ 629.113.004

**გარემოზე ავტოტრანსპორტის ადგილობრივი  
(ლოკალური) და გლობალური ზემოქმედების  
განზოგადებული კონცეპტუალური მოდელი  
ჯუმბერ იოსებიძე\*, გიორგი აბრამიშვილი\*, ხათუნა მღებრიშვილი\*\*,  
დავით ძოწენიძე\*, ლევან მამალაძე\*\*\***

*\*პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*\*\*ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*\*\*\*მაგისტრანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

**რეზიუმე:** ნაშრომში, გარემოზე ავტოტრანსპორტის გავლენის ამსახველი არსებული მარტივი კონცეპტუალური მოდელის სრულყოფის მიზნით, განხორციელებულია მისი მნიშვნელოვანი ცვლილებები. შესაბამისად, მოდელს დამატებული აქვს ახალი წევრები, რომელთა საშუალებითაც ყურადღება გამახვილებულია გარემოზე მავნედ მოქმედ ისეთ მნიშვნელოვან ფაქტორებზე, როგორცაა ავტოტრანსპორტის მიერ დიდი რაოდენობით ჟანგბადის მოხმარება და ნახშირორჟანგის და სითბოს გამოყოფა. ასევე დაზუსტებულია მოდელის მდგენელებიდან (გამოსახულების წევრებიდან), რომელია ადგილობრივი, გლობალური ან ორივე მასშტაბით მოქმედი ფაქტორები. ტრანსფორმირებული მოდელი მეტი სისრულით ასახავს გარემოზე ავტოტრანსპორტის ზემოქმედების არსსა და მასშტაბებს.

**საკვანძო სიტყვები:** ავტოტრანსპორტი, გარემო, ატმოსფერო, გამონაბოლქვი აირები, ჟანგბადი, ნახშირორჟანგი, წიაღისეული, მიწის რესურსები.

### **შესავალი**

თანამედროვე მსოფლიოს წინაშე არსებული ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი გამოწვევაა ე.წ. „გლობალური დათბობა“, რაც კლიმატის ცვლილების კატასტროფული შედეგების მთავარ მიზეზადაა მიჩნეული. შესაბამისად, შეიძლება ჩაითვალოს, რომ თანამედროვე მსოფლიოსათვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი პრობლემაა „გლობალურ დათბობაზე“ ქვეყნების

ინდუსტრიალური და სასოფლო-სამეურნეო სექტორების და მათ შორის, პირველ რიგში, ავტოტრანსპორტის გავლენის მინიმიზირება [1-3,9].

ავტოტრანსპორტი, ასევე გარემოს ერთ-ერთი მთავარი დამაჭუჭყიანებელია ადგილობრივი (ლოკალური) მასშტაბებითაც. საკმარისია აღინიშნოს, რომ დიდი ქალაქების ატმოსფერული ჰაერის დაჭუჭყიანების 70%-ზე მეტი ავტოტრანსპორტზე მოდის [1-3,7,8].

### ძირითადი ნაწილი

გარემოზე საავტომობილო ტრანსპორტის გავლენა შეიძლება არსებული შემდეგი კონცეპტუალური (ფუნქციონალური) მოდელის სახით იქნეს წარმოდგენილი [2]:

$$g = g_{\text{პირ}} + g_{\text{ორ}} \quad (1)$$

სადაც  $g$  ფაქტორი არის გარემოზე ავტომობილის მავნე ზემოქმედებების განზოგადებული მაჩვენებელი, ხოლო  $g_{\text{პირ}}$  და  $g_{\text{ორ}}$ , შესაბამისად, გარემოზე ავტომობილის პირდაპირ(უშუალო) და ირიბ ზემოქმედებას ასახავენ.

$g_{\text{პირ}}$  – თან მიმართებაში ავტოტრანსპორტი უშუალოდ მოიხმარს ბუნებრივ რესურსებს და გარემოში გამოყოფს ნარჩენებსა და ბოლომდე არგამოყენებულ ენერჯიას.

ავტომობილის ექსპლუატაციისას გარემოზე პირდაპირ (უშუალოდ) შემდეგი ფაქტორები მოქმედებს: ნამუშევარი ( $\text{CO}$ ,  $\text{C}_m\text{H}_n$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$ ) და კარტერული აირების გამოტყორცნა ატმოსფეროში, ჟანგბადის დიდი რაოდენობით მოხმარება, ნახშირწყალბადების აორთქლება საწვავის ავზიდან და კვების სისტემიდან; ზეთის, საწვავის, წყლისა და სხვა სითხეების გაჟონვა, ჭვარტლის წარმოქმნა და ასევე მტვრის წარმოქმნა საბურავებისა და ფრიქციული ელემენტების ცვეთისას; სითბოს გამოყოფა; ხმაური, ანთების სისტემით შექმნილი ელექტრული განმუხტვები; დაბინძურება ავტომობილის რეცხვისას; სატრანსპორტო საშუალებათა უტილიზირება და ა.შ. აქედან ზოგიერთი ფაქტორის მოქმედება გლობალური მასშტაბისაა [1].

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ავტომობილის პირდაპირი ზემოქმედება გარემოზე შეიძლება სამ მდგენელად დაიყოს:

$$B_{\text{კირ}} = B_{\text{მობ}} + B_{\text{გამ}} + B_{\text{ენ}}, \quad (2)$$

სადაც,  $B_{\text{მობ}}$  - არის წიაღისეული რესურსების მოხმარება ავტომობილის შესაქმნელად და მისი მოძრაობისათვის ენერჯის მისაღებად;  $B_{\text{გამ}}$  - გარემოში მავნე ნივთიერებების გამოყოფა;  $B_{\text{ენ}}$  - ენერჯის გამოყოფა გარემოში.

ცხადია,  $B_{\text{მობ}}$  -ის ქვეშ ძირითადად იგულისხმება წიაღისეული (ლითონები, სათბობი), ავტომობილის დასამზადებლად საჭიროა ლითონი, რეზინი და სხვა მასალები. მაგალითად, აშშ-ში მატერიალური რესურსებიდან საავტომობილო ტრანსპორტი დაახლოებით 20% ნაგლინ ფოლადს, 12% ალუმინს, 7% სპილენძს, 50% ტყვიას და ა.შ. მოიხმარს [1].

ჩვენი აზრით, (2) გამოსახულებას ესაჭიროება დაზუსტება, რამდენადაც მასში მკვეთრად არაა ასახული ავტომობილის მიერ ჟანგბადის მოხმარებისა და ნახშირორჟანგის და სითბოს გამოყოფის მნიშვნელოვანი გავლენა გარემოზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ დღეისათვის ყურადღება მიპყრობილია ძირითადად გამონახობლქვი ტოქსიკური ნივთიერებების შესწავლისა და მინიმიზირების საკითხებისადმი, მაშინ, როცა ახლო მომავალში უფრო აქტუალური გახდება ისეთი შედეგებით უფრო გლობალური საფრთხის შემცველი ფაქტორების მინიმიზირება, რომლებიც ეხება არა მარტო ავტომობილების რაოდენობით ჭარბად გაჯერებულ რეგიონებს, არამედ მთლიანად დედამიწას და მსოფლიოს ერთდროულად. ასეთი ფაქტორები კი არის ატმოსფერული ჟანგბადის რესურსების შემცირების კატასტროფულად მზარდი ტემპი და კაცობრიობის დამანგრეველი ე.წ. „გლობალური დათბობის“ განმაპირობებელი ფაქტორები -  $\text{CO}_2$  და ავტომობილის მიერ განუწყვეტლივ და მზარდი ტემპით გამოყოფილი სითბო, (მითუმეტეს, რომ ამ ფაქტორების მინიმიზირების რადიკალური ღონისძიებების დამუშავება უძნელესი და არსობრივად წინააღმდეგობრივია შიგაწვის ძრავების მუშაობის პრინციპებთან მიმართებაში).

აღსანიშნავია, რომ წელიწადში ავტომობილი მოიხმარს საშუალოდ 40ტ ჟანგბადს და გამოყოფს 800-900 კგ. CO-ს, 300-400 კგ. NO<sub>2</sub>-ს, 150-200 კგ. ალდეჰიდებს და ა.შ. ესე იგი ამჟამად მსოფლიოში მოქმედი 1 მლრდ ავტომობილი დახარჯავს 40 მილიარდ ტონა ჟანგბადს, რაც უდიდეს ზიანს აყენებს ატმოსფერული ჟანგბადის

მსოფლიო მარაგს. მაგალითისათვის, აშშ-ში ავტომობილები უფრო მეტ ჟანგბადს მოიხმარენ, ვიდრე იგი წარმოიქმნება მის ტერიტორიაზე[1,7].

მოსალოდნელია, რომ საერთოდ, ტრანსპორტით გამოწვეული „სათბური აირების“ ემისიების ზრდა მთელს მსოფლიოში გაგრძელდება და 2050 წლისათვის CO<sub>2</sub>-ის მთლიანი ემისიების არანაკლებ 30-50% სავარაუდოდ ავტოსატრანსპორტო სექტორზე მოვა, დღევანდელ 20-25%-თან შედარებით.

ავტომობილის მიერ გამოყოფილ სითბოსთან დაკავშირებით კი უნდა აღინიშნოს, რომ, მაგალითად, 100 ათასი ავტომობილის ერთდროულად მოძრაობისას გამოყოფილი სითბოს გავლენა გარემოზე უტოლდება 1 მილიონი ტონა ცხელი წყლის „სითბურ ეფექტს“, რაც ადგილობრივ კლიმატს არასასურველად შეცვლის. ცხადია, აღნიშნულთან მიმართებაში, ამჟამად მსოფლიოში არსებული 1 მილიარდზე მეტი ავტომობილის მიერ შექმნილმა „სითბურმა ეფექტმა“ შეიძლება გლობალური მასშტაბის ეკოლოგიური პრობლემა წარმოქმნას [3,8].

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ფაქტორები -  $B_{წ.მობ.}$  და  $B_{გამ.}$  ძირითადად ადგილობრივად მოქმედებენ გარემოზე, ხოლო  $B_{წ.მობ.}$  და  $B_{გნ.ო.გამ.}$  გლობალური მნიშვნელობის ფაქტორებია, ხოლო  $B_{ენ-ი}$ , სავარაუდოდ, ორივე მასშტაბის შესაბამისია, მიზანშეწონილია მათ ზემოდან დაემატოს ინდექსები ადგილობრივი (ა) და გლობალური (გ), მაშინ (3) გამოსახულება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$B_{პირ} = B_{წ.მობ}^ა + B_{წ.მობ}^ბ + B_{გამ}^ა + B_{გნ.ო.გამ}^ბ + B_{ენ}^ა + B_{ს.გამ}^ა,ბ \quad (3)$$

აღსანიშნავია, რომ ავტომობილების ოდენობის მნიშვნელოვანმა ზრდამ გამოიწვია ის, რომ გარემოზე მისმა ირიბმა გავლენამაც თითქმის გლობალური მასშტაბები მიიღო და მადომინირებელი გახდა ადამიანის ეკოლოგიური ნიშის ნგრევაში. გარემოზე ავტოსატრანსპორტო საშუალებათა ირიბი გავლენა შეიძლება შემდეგი გამოსახულებით იქნას წარმოდგენილი[2]:

$$B_{ირ} = B_{მიწ} + B_{ად} \quad (4)$$

სადაც,  $B_{მიწ}$  და  $B_{ად}$  არის მიწის და ადამიანური რესურსების მოხმარების ამსახველი ფაქტორები.

მიწის რესურსის მოხმარება შეიძლება აისახოს შემდეგი გამოსახულებით:

$$B_{მიწ} = B_{გზ} + B_{ფ} + B_{ა} + B_{მ} + B_{საწ} + B_{მც} \quad (5)$$

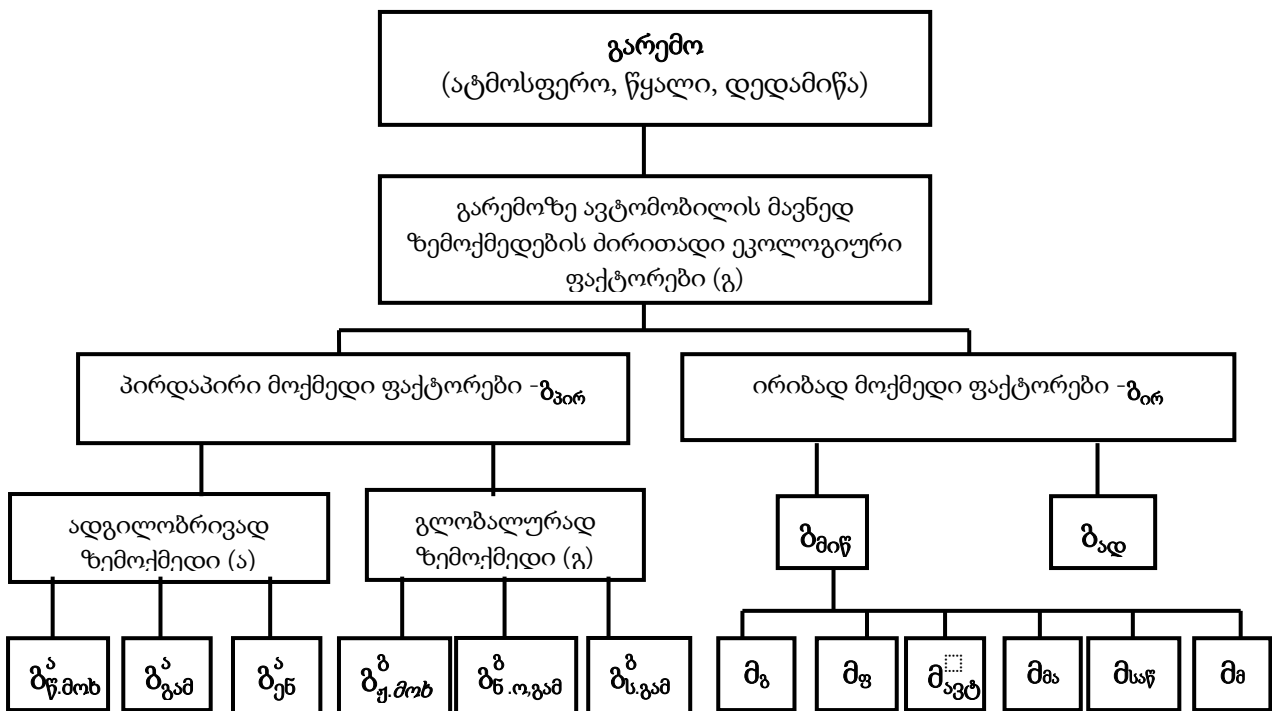
სადაც:  $B_{გზ}$  არის გზებით დაკავებული მიწის ფართობები;  $B_{ფ}$  - ფარეხებით და სადგომებით დაკავებული მიწის ფართობები;  $B_{ა}$  - ავტოგასამართი სადგურებით

დაკავებული მიწის ფართობები;  $g_p$  - მანძებით დაკავებული მიწის ფართობები;  $g_{საწ}$  - ავტომობილებისა და მათთვის მაკომპლექტებლების მწარმოებელი საწარმოებით დაკავებული მიწის ფართობები;  $g_{ბგ}$  - ბიოსაწვავისთვის განკუთვნილი მცენარეული ნედლეულით დაკავებული მიწის ფართობები.

ასეთი მასშტაბებით საავტომობილო ტრანსპორტის საჭიროებებისათვის მიწების გამოყენებამ უდავოდ იმოქმედა და კვლავაც უარყოფითად მოქმედებს ბუნებაზე, რადგან იგი განაპირობებს: მიწის ზედაპირის გახსნას, ტყეთა გაკაფვას, ასევე მინდვრების, ჭაობებისა და მდელოების განადგურებას.

ადამიანური რესურსის ( $g_{ად}$ ) რაციონალური გამოყენება დაკავშირებულია კონსტრუქციისა და დამზადების ტექნოლოგიის დახვეწასთან, ავტომობილის, მისი უმტყუნებლობისა და ხანგამძლეობის გაზრდასთან და სხვა ღონისძიებებთან, რომლებიც განაპირობებენ შრომატევადობას. ავტომობილის დამზადებაზე დახარჯული შრომატევადობის წილი საერთოდ გაიზარდა, ხოლო მათ ექსპლუატაციაზე დანახარჯების წილი შემცირდა. მთლიანობაში ავტომობილების წარმოებასა და ექსპლუატაციაზე შრომითი დანახარჯები თანდათან მცირდება.

ზემოაღნიშნულის ანალიზის საფუძველზე დამუშავებული გარემოზე ავტოტრანსპორტის ადგილობრივი და გლობალური მასშტაბით ზემოქმედების კონცეპტუალური (ლოჯისტიკური) მოდელი წარმოდგენილია ნახ.1-ზე.



ნახ.1. განზოგადებული კონცეპტუალური (ლოჯისტიკური) მოდელი - „გარემო - მასზე ავტომობილის ადგილობრივი (ლოკალური) და გლობალური მავნე ზემოქმედების ფაქტორები“:

- ბ<sup>წ.მობ</sup> -წიაღისეული რესურსების მოხმარება;
- ბ<sup>ჟ.მობ</sup> - ჟანგბადის რესურსების მოხმარება;
- ბ<sup>გამ</sup> - გარემოში ნივთიერებათა გამოყოფა;
- ბ<sup>ბ.გამ</sup> - გარემოში ნახშირორჟანგის გამოყოფა;
- ბ<sup>ენ</sup> - გარემოში ენერჯის გამოყოფა (ხმაური, ელექტრომაგნიტური გამოსხივება და სხვ.);
- ბ<sup>ს.გამ</sup> - გარემოში სითბოს გამოყოფა;
- ბ<sup>მიწ</sup> - მიწის რესურსების მოხმარება;
- ბ<sup>ად</sup> - ადამიანური რესურსების მოხმარება;
- ბ<sup>გზ</sup> - გზით დაკავებული მიწის ფართობები;
- ბ<sup>ფ</sup> - ფარეხებითა და სადგომებით დაკავებული მიწის ფართობები;
- ბ<sup>ვ</sup> - ავტოგასამართი სადგურებით დაკავებული მიწის ფართობები;
- ბ<sup>საწ</sup> - ავტომობილებისა და მათთვის მაკომპლექტებლების მწარმოებელი საწარმოებით დაკავებული მიწის ფართობები;
- ბ<sup>მც</sup> - ბიოსაწვავისთვის განკუთვნილი მცენარეული ნედლეულით დაკავებული მიწის ფართობები.

### დასკვნა

არსებული მარტივი მოდელის სრულყოფისა და ტრანსფორმირების საფუძველზე დამუშავებულია გარემოზე ავტომობილის ზემოქმედების განზოგადებული კონცეპტუალური (ლოჯისტიკური) მოდელი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია იმ ძირითადი ეკოლოგიური ფაქტორების დადგენა ,რითაც ავტომობილი ლოკალურად და გლობალურად უმნიშვნელოვანეს უარყოფით გავლენას ახდენს გარემოზე. მათი მინიმუმირებით შესაძლებელია ავტომობილის მავნე ზემოქმედებისგან გარემოს ეფექტიანად დაცვა.

### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

- 1.М.М.Болбас, Е.Л.Савич, Г.М.Кухарёнок, Л.Н. Поклад - Экология и ресурсосбережение на транспорте. Минск, „Адукация и выхаване“, 2011, 295 с.;
2. Н.В. Вепринцев, В.П.Лобах, И.Л. Трофименко - Автомобильный транспорт и окружающая среда. [http://Science-bsed.narod.ru/2011/mashin\\_2011\\_1/veprincev\\_avtomob.htm](http://Science-bsed.narod.ru/2011/mashin_2011_1/veprincev_avtomob.htm)
3. В.Ерофеев. Ктоже разогревает планету. Ж."Тайны XX века", М., №34, 2017, с. 14,15;
4. E-mail:totsvetly@mail.ru;

5. [https://otherreferats.allbest.ru/ecology/00055101\\_0.html](https://otherreferats.allbest.ru/ecology/00055101_0.html)
6. <https://works.doklad.ru/view/amUUNxwinN-Y/all.html>
7. П.Равель, Ч.Равель. Среда нашего обитания. Книга вторая. Загрязнение воды и воздуха. Перевод с английского. М., „Мир“, 1995, 290 с.
8. П.Равель, Ч.Равель. Среда нашего обитания. Книга третья. Энергетические проблемы человечества. Перевод с английского. М., „Мир“, 1995, 225 с.;
9. შ. ანდლულაძე, ნ. ანდლულაძე, ლ. ანდლულაძე - ეკოლოგია, თბილისი, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2016წ., 270 გვ.

## **A GENERALIZED CONCEPT OF THE LOCAL AND GLOBAL IMPACTS OF ROAD TRANSPORT ON THE ENVIRONMENT**

**Jumber Iosebidge, Giorgi Abramishvili, Khatuna Mgebrishvili,  
David Dzotsenidze, Levan Mamaladze**

### **Abstract**

The paper discusses what significant changes have been made to the existing simple conceptual model of the impact of road transport on the environment; Consequently, the model has added new members that focus on important environmental factors such as high oxygen consumption by road transport and carbon dioxide and heat emissions. Also specified from model compilers (image members) whose factors are local, global, or both. The obtained model more fully reflects the essence and scale of the impact of road transport on the environment.

## **ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ЛОКАЛЬНОГО И ГЛОБАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**Джумбер Иосебидзе, Георгий Абрамишвили, Хатуна Мгебришвили,  
Давид Дзоценидзе, Леван Мамаладзе**

### **Резюме**

В статье обсуждается, какие существенные изменения были внесены в существующую простую концептуальную модель воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду. Следовательно, в модель добавлены новые члены, которые сосредоточены на важных экологических факторах, таких как высокое потребление кислорода автомобильным транспортом и выбросы углекислого газа и тепла. Также указывается из членов модели, какие факторы являются локальными, глобальными или обоими. Полученная модель более полно отражает сущность и масштабы воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду.



უაკ 656.224

## საქართველოს რკინიგზის საექსპლუატაციო მუშაობის გაუმჯობესების საკითხებისადმი

პეტრე ქენქაძე\*, ავთანდილ შარვაშიძე\*, ტარიელ კოტრიკაძე\*\*,

რეზი ქაშიბაძე\*\*\*, ნიკა კოტრიკაძე\*\*\*

*\*პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*\*\*აკადემიური დოქტორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*\*\*\*მაგისტრანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია მოცემულ ეტაპზე საქართველოს რკინიგზის საექსპლუატაციო მუშაობის გაუმჯობესების აქტუალური საკითხები, კერძოდ, საქართველოს საპორტო სადგურების გადამუშავებითი სიმძლავრეების შესაბამისობა საჭიროსთან და ამ ფონზე მათი გაზრდის გზები; სარკინიგზო-საზღვაო კომპლექსში ტექნოლოგიების სრულყოფა ტვირთების გადატვირთვის ვადების კიდევ უფრო შემცირებისათვის და რაციონალური ურთიერთკავშირის დამყარება სარკინიგზო და საზღვაო ინფრასტრუქტურებს შორის, მათი მუშაობის მაჩვენებლების გაუმჯობესების მიზნით.

**საკვანძო სიტყვები:** სატრანზიტო ტვირთნაკადი, სარკინიგზო-საზღვაო კომპლექსი, საპორტო სადგური, გამტარუნარიანობა.

### შესავალი

დღეისათვის საქართველოს რკინიგზით გადაზიდული ტვირთების დაახლოებით 90% სატრანზიტოა [1]. საქართველოს რკინიგზის ფუნქციონირების ერთერთ მნიშვნელოვან საკითხად იქცა „ტრასეკას“ სატრანსპორტო დერეფანში სატრანზიტო ტვირთების გატარება დაუბრკოლებლად და უფრო მეტიც, ტვირთების ტრანსპორტირების ვადების კიდევ უფრო შემცირებით, რადგანაც სატრანსპორტო ბაზარზე, ტრანსპორტის ცალკეულ სახეობებს შორის მაღალი

კონკურენციის პირობებში, პრიორიტეტული მდგომარეობის მიღწევა შესაძლებელია უპ. ყოვლისა ტრანსპორტირების მინიმალური ვადებით.

### ძირითადი ნაწილი

სატრანზიტო ტვირთების გადაზიდვითი პროცესის ანალიზში გვიჩვენა, რომ საქართველოს რკინიგზის მთავარ მიმართულებაზე (თბილისი-სამტრედია, სამტრედია-ბათუმი, სამტრედია-ფოთი), გადაზიდვითი პროცესის მთლიანი ციკლის რაციონალური განხორციელების მნიშვნელოვან შემაფერხებელ მიზეზად გვევლინება სარკინიგზო და საზღვაო ტრანსპორტს შორის ტვირთების გადამუშავებასთან დაკავშირებული პროცესები. ჩატარებული ანალიზის მიხედვით, აღნიშნული მდგომარეობის გამომწვევი მიზეზებია:

- გადასამუშავებელი შემადგენლობების შეფერხება პორტის მისადგომებთან;
- სატრანსპორტო ტერმინალში ტვირთების შეუთანხმებელი მიტანის საკმაოდ მაღალი პროცენტი;
- არარაციონალური ურთიერთკავშირი სარკინიგზო და საზღვაო ტრანსპორტის ცალკეულ კომუნიკაციებს შორის.

აღნიშნული მიზეზები უპირატესად ეხება თხევად ტვირთებს, ვიდრე მშრალს. ზოგადად, უნდა შევნიშნოთ, რომ საქართველოს რკინიგზის პირობებში სატრანზიტო ტვირთნაკადის დაახლოებით 60% თხევადი ტვირთია, ხოლო დანარჩენი 40% - მშრალი [2]. განვიხილოთ ზემოთ მოყვანილი შემაფერხებელი მიზეზები სათითაოდ.

საპორტო კომპლექსის მუშაობაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს საპორტო სადგური. მისი მუშაობის პროგრესული ორგანიზაცია ითვალისწინებს სარკინიგზო და საზღვაო ტრანსპორტის ურთიერთშეთანხმებულ (ურთიერთხელმისაწვდომ) საინფორმაციო უზრუნველყოფასა და ცალკეული კომუნიკაციების სიმძლავრეების ჰარმონიულ შერწყმას, აქ უპ. ყოვლისა იგულისხმება სადგურის სალიანდაგო განვითარება (პარკები, მისასვლელი ლიანდაგები, გამწვევი ჩიხები) და სასაწყობო სიმძლავრეები, ასევე საზღვაო ტრანსპორტის შესაბამისი კომუნიკაციები, პირსები,

სარაიონო პარკები, ოპერატიული უბნები, სასამსახურო-დამხმარე ფლოტის ბაზები და სხვა.

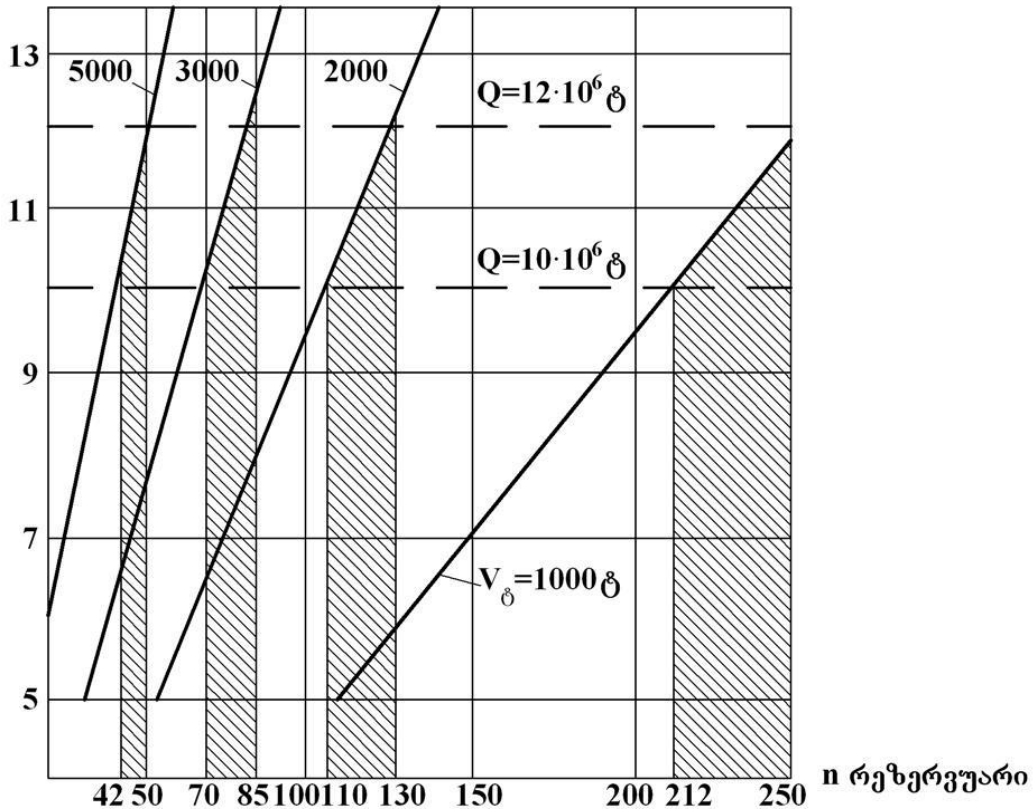
თუ სალიანდაგო განვითარების ჭრილში განვიხილავთ საპორტო სადგურების, ბათუმისა და ფოთის საქმიანობას, აღმოჩნდება, რომ ბოლო ათწლეულებში ამ სადგურებში საზღვაო მოწყობილობები განუწყვეტივ ვითარდებოდა, ხოლო სალიანდაგო განვითარების შემდგომი რეკონსტრუქციის შესაძლებლობა სულ უფრო და უფრო მცირდებოდა. ეს მდგომარეობა ნაწილობრივ გამოსწორდა ბოლო წლებში, როცა განხორციელდა ბასთუმის საპორტო სადგურის რეკონსტრუქცია, ხოლო სადგური ფოთი განიტვირთა საპორტო სადგურ ყულევის ექსპლუატაციაში შესვლის ხარჯზე.

რაც შეეხება სასაწყობო სიმძლავრეებს, რომლებიც პირდაპირ კავშირში არიან სადგურში გადასამუშავებელი შემადგენლობების შეუფერხებელ მიღებასთან, ამ კუთხით ვაანალიზებთ სადგურების მდგომარეობას და ვიხილავთ სასაწყობო სიმძლავრეებს ცალკე თხევადი და ცალკე მშრალი ტვირთებისათვის.

ბათუმის საპორტო სადგურში ყოველწლიურად გადასამუშავებელი ტვირთების რაოდენობიდან თხევადი ტვირთების (ნავთობტვირთების) წილი დაახლოებით 85%-ია. სადგურ ფოთში ეს სიდიდე შეადგენს დაახლოებით 15%-ს ისე რომ სადგურ ბათუმში პრიორიტეტულია თხევადი ტვირთების, ხოლო სადგურ ფოთში - მშრალი ტვირთების გადამუშავება. უნდა აღინიშნოს, რომ როგორც ბათუმის ასევე ფოთის პორტში, გემის საანგარიშო მოცულობად მიღებული გვაქვს 30000 ტ. შეუძლებელია ამ მოცულობის თხევადი ტვირთის გადატვირთვა გემზე პირდაპირი ვარიანტით, ანუ საწყობების (ამ შემთხვევაში რეზერვუარების) გვერდის ავლით. აღნიშნული ტექნიკურადაც რომ იყოს შესაძლებელი, შეუძლებელია ამ მოცულობის ტვირთის უწყვეტად მიწოდება. ამ შემთხვევაში ყველაზე რეალური გამოსავალია სასაწყობო სიმძლავრეების არსებობა (რეზერვუარების საჭირო ტევადობა). ჩატარებული ანალიზის მიხედვით ვასკვნით, რომ სწორედ საწყობების (რეზერვუარების) არასაკმარისი სიმძლავრეა გადასამუშავებელი შემადგენლობების შეფერხების ერთ-ერთი მიზეზი.

ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია ბათუმის საპორტო სადგურში რეზერვუარების საჭირო რიცხვი ასათვისებელი (პერსპექტიული) ტვირთნაკადის მოცულობისა და რეზერვუარების ტევადობისაგან დამოკიდებულებით. როგორც ნახაზიდან ჩანს, სადგურ ბათუმში გადასამუშავებელი თხევადი ტვირთების 10-12 მლნ.ტონისა და პერსპექტიული ზრდის პირობებში (2-4 მლნ.ტ წელიწადში) სადგურის სტაბილური მუშაობისათვის საჭირო იქნება სასაწყობო სიმძლავრე გაიზარდოს თხევადი ტვირთებისათვის საშუალოდ 40 ათასი ტონის ფარგლებში. მშრალი ტვირთებისათვის ამ კუთხით მდგომარეობა დამაკმაყოფილებელია; აღნიშნული ტვირთნაკადი გამოირჩევა თავისი სტაბილურობით და უახლოეს მომავალში სასაწყობო სიმძლავრეების გაზრდა მათთვის არ იქნება საჭირო.

Q მლნ.ტ.



ნახ. 1. ბათუმის საპორტო სადგურში რეზერვუარების საჭირო რიცხვი (n) ასათვისებელი (პერსპექტიული) ტვირთნაკადის მოცულობისა (Q) და რეზერვუარების ტევადობისაგან (V<sub>δ</sub>) დამოკიდებულებით

რაც შეეხება სადგურ ფოტს, ყულევის შტოს გახსნამ სრულიად განტვირთა სადგური თხევადი ტვირთებისაგან და იგი სრულად უზრუნველყოფს დღეისათვის

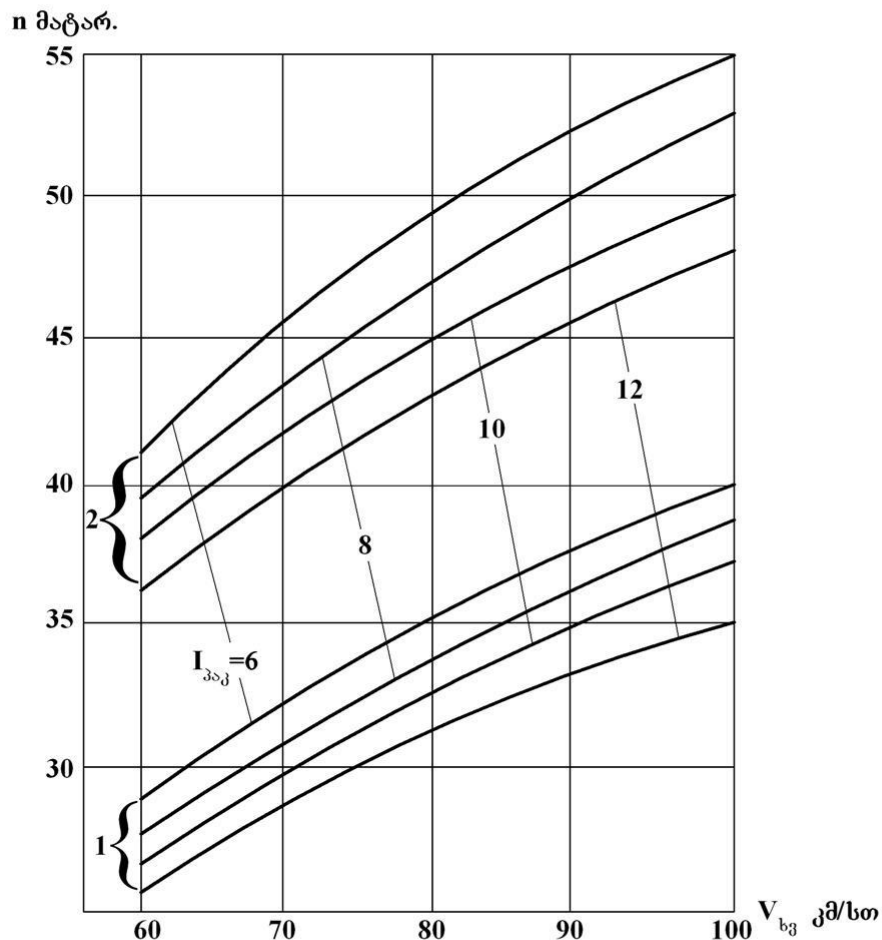
არსებული ტვირთაკადის გადამუშავებას. მშრალი ტვირთების გადამუშავების კუთხით უნდა აღინიშნოს, რომ თითოეული პირსა არენდირებულია კერძო ფირმების მიერ და მათ თავიანთი ტვირთების გადასამუშავებლად სათანადო სასაწყობო სიმძლავრეები გააჩნიათ, თანაც ფართოდ იყენებენ ტვირთების გადამუშავების პირდაპირ ვარიანტს.

სატრანსპორტო ტერმინალში ტვირთების შეუთანხმებელი მიტანის საკმაოდ მაღალი პროცენტი გამოწვეულია ერთი მხრივ სადგურში ტვირთების არარსებობით გემის შეუფერხებელი დატვირთვისათვის და მეორე მხრივ მოძრაობის დადგენილი გეგმიური გრაფიკიდან გადახრით ტრანსპორტის ორივე სახეობის მხრიდან. თუ არ მოხერხდა პირდაპირი ვარიანტით ტვირთის გადატვირთვა გემზე, მაშინ საწყობი უზრუნველყოფს ტვირთების რეზერვს სასაწყობო სიმძლავრეებით, მაგრამ საბოლოო ჯამში უმთავრესი მაინც სადგურში ტვირთების მიზიდვაა, ანუ მივდივართ პორტის-წინა მიმდებარე სარკინიგზო ხაზის მიმართ წაყენებული მოთხოვნების (საჭირო გამტარუნარიანობის) დაკმაყოფილებასთან.

იმისათვის, რომ სატრანზიტო სარკინიგზო ტვირთაკადმა უზრუნველყოს სატრანსპორტო ტერმინალში ტვირთების დროული მიტანა და სარკინიგზო და საზღვაო ტრანსპორტის ურთიერთქმედება იყოს რაციონალური, ანუ რკინიგზის მხრიდან არ ჰქონდეს ადგილი საზღვაო სატრანსპორტო საშუალების (გემი, ბორანი) მოცდენას, როგორც ანალიზშია გვიჩვენა, ამისათვის საჭიროა სამტრედია-ბათუმისა და სამტრედია-ფოთის უბნებს ჰქონდეთ სიმძლავრის საჭირო რეზერვი ანუ გაზრდილი გამტარუნარიანობა.

როგორც ცნობილია ხაზის გამტარუნარიანობაზე საგრძნობ გავლენას ახდენს მთავარი ლიანდაგების რიცხვი, გადასარბენების იდენტურობის ხარისხი, მოძრაობის სიჩქარეები, მოძრაობის გრაფიკზე სამგზავროებისაგან სატვირთოების მოხსნა, შუალედურ სადგურებს შორის საშუალო დამორება და პაკეტში მატარებელთშორის ინტერვალი. ანგარიშების ჩატარებისას ჩავთვალეთ, რომ გადაზიდვითი პროცესი ხორციელდება ავტობლოკირების პირობებში. ნახ. 2-ზე ნაჩვენებია გამტარუნარიანობის შესაძლო სიდიდეები სამტრედია-ბათუმისა და სამტრედია-ფოთის უბნებზე, მატარებელთა მოძრაობის სვლითი სიჩქარისა და

პაკეტში მატარებელთშორის ინტერვალებისაგან დამოკიდებულებით. თითოეული ხაზის მახასიათებელ ოპტიმალურ პარამეტრებზე დაყრდნობით, დადგინდა, რომ სამტრედია-ბათუმის ხაზის სიმძლავრე (გამტარუნარიანობა) შესაძლებელია გაიზარდოს 5 წყვილი მატარებლით დღეღამეში, ხოლო სამტრედია-ფოთის უბნისა კი 7 წყვილი მატარებლით დღეღამეში.



ნახ. 2. გამტარუნარიანობის შესაძლო სიდიდეები სამტრედია-ბათუმისა და სამტრედია-ფოთის უბნებზე, მატარებელთა მოძრაობის სვლითი სიჩქარისა ( $V_{b3}$ ) და პაკეტში მატარებელთშორის ინტერვალებისაგან დამოკიდებულებით ( $I_{პაკ}$ )

მოძრაობის დადგენილი გეგმიური გრაფიკიდან გადახრა ტრანსპორტის ორივე სახეობის მხრიდან, უარყოფითად მოქმედებს მთლიან გადაზიდვის პროცესზე. გემის რამდენიმედღიანი დაგვიანება იწვევს განსაკუთრებით მშრალი ტვირთებით დატვირთული მკატარებლების „დაგდებას“ საპორტო სადგურის მიმდებარე უბნებზე საპორტო სადგურში მიუღებლობის გამო, რასაც ვერ ვიტყვით თხევადი ტვირთებით დატვირთულ მატარებლებზე, თუმცა იგივე მოვლენას აქვს

ადგილი, როცა გემის დაგვიანება რამდენიმე დღელამეს შეადგენს. ეს პრობლემა არახალია და ორივე სახეობის ტრანსპორტზე მიმდინარეობს ინტენსიური სამეცნიერო მუშაობა მის გადასაჭრელად (თუნდაც ნაწილობრივ). რადგანაც გადატვირთვის პროცესის ზუსტი მართვის ალბათობა სარკინიგზო ტრანსპორტის მხრიდან გაცილებით მეტია ( $\approx 86\%$ ) ვიდრე საზღვაოდან ( $\approx 65\%$ ) [67], ჩვენი გათვლებით მიზანშეწონილი იქნება ბათუმისა და ფოთის საპორტო სადგურებში საჭირო სასაწყობო სიმძლავრეები გაიზარდოს მინიმუმ 3 მატარებლის ნეტომასაზე გათვლით, სადგურ ბათუმში 7500 ტონის, ხოლო სადგურ ფოთში - 7000 ტ-ის ფარგლებში.

არარაციონალური ურთიერთკავშირი სარკინიგზო და საზღვაო ტრანსპორტის ცალკეულ კომუნიკაციებს შორის გულისხმობს მათი მუშაობის ისეთ რეჟიმებს, როცა ცალკეული ოპერაციები ამა თუ იმ ოპერატიულ უბანზე ხორციელდება ერთმანეთისაგან იზოლირებულად. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ კუთხით როგორც ბათუმის, ასევე ფოთის საპორტო სადგურებში ბოლო წლებში მნიშვნელოვანი ნაბიჯები გადაიდგა არსებული პრობლემის გადასაჭრელად. უკ. ყოვლისა ორივე კომპლექსში მოქმედებს ადმინისტრაციებს შორის დადებული საკვანძო ხელშეკრულება; მასში ასახულია სადგურისა და პორტის ყველა მნიშვნელოვანი, ერთმანეთთან შეთანხმებული ტექნოლოგიური პროცესი (ეტპ). ეტპ ადგენს სადგურისა და პორტის საექსპლუატაციო მუშაობის ორგანიზაციის რაციონალურ სისტემას, რომლის მიხედვითაც შესაძლებელი ხდება სადგურისა და პორტის რითმული მუშაობა, მოძრავი შემადგენლობის გამოყენების გაუმჯობესება, შრომის ნაყოფიერების ამაღლება და გადასატვირთი სამუშაოს თვითღირებულების შემცირება.

## დასკვნა

საქართველოს რკინიგზის საპორტო სადგურების მუშაობის ანალიზი გვიჩვენა, რომ საპორტო სადგურების სიმძლავრეები სრულად ვეღარ პასუხობენ მათ წინაშე წაყენებულ მოთხოვნებს და შედეგად ადგილი აქვს გაუთვალისწინებელ მოცდენებსა და შეფერხებებს ერთი სახის ტრანსპორტიდან მეორეში ტვირთების გადატვირთვის დროს. ინტენსიური ტექნოლოგიების გამოყენებლობა

საგრძნობლად ამაღლებს სატრანსპორტო კომპლექსში ტვირთების შეუთანხმებელი მიტანის დონეს. საპორტო სადგურების სიმძლავრეების გაზრდა ტექნიკური აღჭურვილობის გაუმჯობესების კუთხით, ფაქტიურად შეუძლებელია.

იმისათვის, რომ შემცირდეს ტვირთებთან დაკავშირებული მოცდენები სარკინიგზო და საზღვაო ტრანსპორტის ურთიერთქმედების დროს და აღმოიფხვრას (თუნდაც ნაწილობრივ) გადასამუშავებელი შემადგენლობების შეფერხებით მიღება საპორტო სადგურებში, აუცილებელია გაიზარდოს სადგურების სასაწყობო და ამ სადგურების მიმდებარე უბნების გადაზიდვითი სიმძლავრეები. კერძოდ, სადგურ ბათუმის პერსპექტიული განვითარების გათვალისწინებით (თხევადი ტვირთების 10-12 მლნ. ტონა და ყოველწლიური ზრდის ტემპი 2-4 მლნ.ტ), საჭირო იქნება სასაწყობო სიმძლავრეების გაზრდა თხევადი ტვირთებისათვის 40 ათას ტონამდე (ფოთის სადგური ამ კუთხით მოცემულ ეტაპზე სიმძლავრის გაზრდას არ საჭიროებს), ხოლო უბნის გადაზიდვითი სიმძლავრეების გაზრდა (არსებული ტექნიკური აღჭურვილობის პირობებში) შესაძლებელია სამტრედია-ბათუმის უბანზე 5 მატარებლით, ხოლო სამტრედია-ფოთის უბანზე - 7 მატარებლით დღეღამეში. აღნიშნულთან ერთად სარკინიგზო საპორტო სადგურისა და საზღვაო პორტის ურთიერთშეთანხმებული, გეგმიური მუშაობის მიზნით უნდა გაფართოვდეს ტრანსპორტის ორივე სახეობისათვის როგორც მუშაობის ოპერატიული დაგეგმვა ცვლებში, ასევე საინფორმაციო უზრუნველყოფაც.

### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. პ. ქენქაძე, ა. შარვაშიძე, გ. თელია - საქართველოს რკინიგზის ცენტრალურ მიმართულებაზე გადაზიდვითი სიმძლავრის გაზრდის აქტუალური საკითხები, თბილისი, „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ №4, 2010. გვ 74-84;
2. პ. ქენქაძე, ა. შარვაშიძე, გ. გურამიშვილი, გ. ლომოური, კ. შარვაშიძე - საქართველოს სარკინიგზო დერეფნის ტექნიკური სიმძლავრის განვითარების



მიმართულებების განსაზღვრა გადასაზიდი ტვირთნაკადის ხასიათისაგან დამოკიდებულებით (ინგლისურ ენაზე), თბილისი, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მექანიკის პრობლემები“, №1, 2011. გვ 87-90;

3. Маликов О. Б. - Склады и грузовые терминалы, Санкт-Петербург, 2008. – 563 с.

## **On the issues of improving the operation of the Georgian Railway**

**Petre Kenkadze, Avtandil Sharvashidze, Tariel Kotrikadze,  
Rezi Kashibadze, Nika Kotrikadze**

### **Abstract**

The article considers at this stage the issues of improving the operational work of the Georgian Railway, namely: the correspondence of the processed capacities of the port stations to the required values and, against this background, the ways of their growth; in the railway-maritime complex, improving technology to reduce the time of transshipment of goods and the establishment of rational relationships between railway and maritime infrastructures, in order to improve their performance.

## **По вопросам улучшения работы Грузинской железной дороги** **Петре Кенкадзе, Автандил Шарвашидзе, Тариел Котрикадзе,** **Рези Кашибадзе, Ника Котрикадзе**

### **Резюме**

В статье рассмотрены на данном этапе вопросы улучшения эксплуатационной работой Грузинской железной дороги, а именно: соответствия перерабатываемых мощностей портовых станции к нужным величинам и на этом фоне пути их роста; в железнодорожно-морском комплексе совершенствования технологии для уменьшения сроков перегрузки грузов и установление рациональных взаимосвязей между железнодорожных и морских инфраструктур, с целью улучшения показателей их работы.

УДК 656.224

## УПРОЩЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПУСКОВЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ ЭПС ПОСТОЯННОГО ТОКА

Серго Карипидис\*, Автандил Шарвашидзе\*, Мириан

Цоцхалашвили\*\*, Юза Схиртладзе\*\*\*

*\*Профессор, Грузинский технический университет;*

*\*\*Приглашённый профессор, Грузинский технический университет;*

*\*\*\* Ассоциированный профессор, Грузинский технический университет*

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

**Резюме:** В настоящей статье приводится упрощенный метод расчета пусковых сопротивлений тяговых двигателей последовательного возбуждения, который значительно сокращает и упрощает объем вычислительных работ.

**Ключевые слова:** сопротивление, двигатель, последовательное возбуждение, естественная характеристика.

Несмотря на значительное внедрение силовой электроники в ЭПС переменного и постоянного тока до настоящего времени грузовые электровозы (около 90%) постоянного тока работают по старой классической системе резисторно-контакторного управления с двигателями последовательного возбуждения, где требуется расчет пусковых сопротивлений.

До настоящего времени в основном пользуются графо-аналитическим методом расчета, который с нашей точки зрения является трудоемким, требующим большого объема вычислительных работ.

На рис. 1 приведены схемы и диаграммы пусковых сопротивлений с двигателями независимого (рис. 1, а) и последовательного возбуждений (рис. 1, б).

Из обеих пусковых диаграмм видно, что пусковой ток колеблется в пределах  $I_1$ , (максимального) и  $I_2$  (минимального) значений, в таких же пределах и меняются потоки, средние значения которых остаются постоянными. В таком случае двигатель

последовательного возбуждения в процессе пуска можно рассматривать как двигатель с независимым возбуждением.

В общем случае любую характеристику можно определить из следующего выражения:

$$V = \frac{U - RI}{C\Phi(I)}, \quad (1)$$

где  $U$  – напряжение на зажимах двигателя;

$R = R_n + \sum r_{\gamma}$  – суммарное активное сопротивление якорной цепи, включая и пусковое

$R_n$ ;

$I$  – ток якорной цепи;

$C = 5,3Ce \frac{\mu}{D_k}$  – известная постоянная;

$\mu$  – передаточное число, обычно  $\mu = 3,8 - 4$ ;

$D_k$  – диаметр колесной пары (1,25 м);

$\Phi(I)$  – магнитный поток;

$Ce = \frac{PN}{60a}$  – постоянная двигателя;

$P = a$  – число пар полюсов и параллельных ветвей якоря.

В случае двигателя последовательного возбуждения, работающего в обычном режиме, в таком случае при изменении тока якоря также меняется и поток, определяемый кривой намагничивания, показанной на рис. 1, б, либо по табличной зависимости, приведенной там же.

Как отмечалось выше, во время пуска (смотрите пусковые диаграммы на обоих рисунках) среднее значение тока  $I_d = \frac{I_1 + I_{\gamma}}{2} = const$  остается постоянным, в таком случае уравнение (1) можно переписать следующим образом

$$V = \frac{U - IR}{C \cdot \Phi(I_d)}, \quad (2)$$

Как видно из (2) в нем вместо  $\Phi(I)$  присутствует  $\Phi(I_d)$ , который является постоянной величиной по этой причине выражение (2) является уравнением прямых при  $R = var$ . В этом случае расчет ведется как для двигателя с независимым возбуждением (рис. 1, а).

Таким образом, выбрав пусковые токи  $I_1$  и  $I_2$ , определяем их среднее значение

$$\frac{I_1 + I_2}{2} = I_d; \text{ по этому среднему значению из кривой намагничивания (либо из таблицы}$$

1) определяем среднее значение потока  $\Phi_d$ . Далее весь расчет ведется как для двигателя с независимым возбуждением.

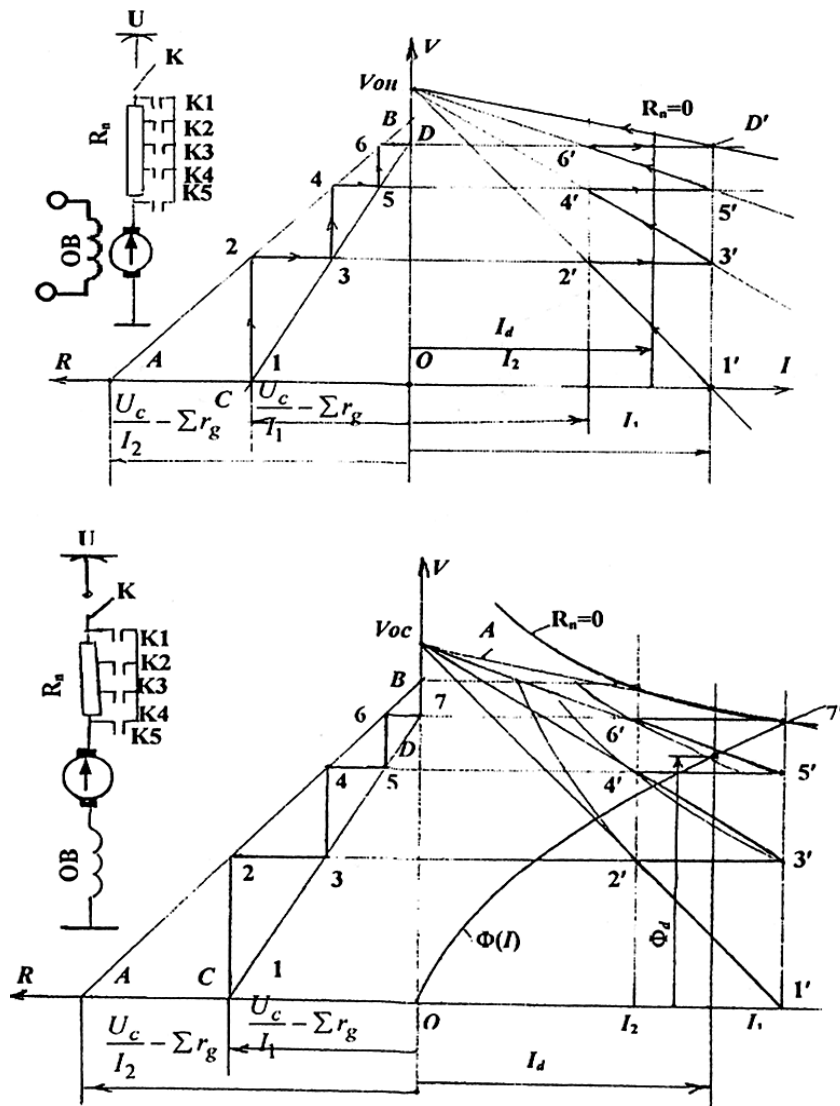


Таблица 1

ТЛ-2К

$\Phi$	0	0,028	0,056	0,081	0,097	0,104	0,11	0,116
$I$	0	100	200	300	400	500	600	700

Рис. 1. Схемы пуска и пусковые диаграммы двигателей независимого (рис. 1, а) и последовательного возбуждения (рис. 1, б).

В этом случае скорость холостого хода определяется из  $V_{oc} = \frac{U}{\Phi(I_d)}$ , далее на естественной характеристике  $V = \frac{U - I \sum r_a}{C \cdot \Phi(I_d)}$  выбираем токи  $I_1$  и  $I_2$ .

Откладывая на оси абсцисс левой полуплоскости сопротивления  $R_1 + \sum r_a = \frac{U}{I_1}$  и  $R_2 + \sum r_a = \frac{U}{I_2}$ , которые соединяем прямыми АВ и CD с осью ординат. Далее отрезки 2-3, 4-5, 6-7..., расположенные внутри прямых АВ и CD будут равны ступеням пускового реостата.

### ВЫВОДЫ

В работе предложен упрощенный метод расчета пусковых сопротивлений двигателя последовательного возбуждения, который значительно проще существующего.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Розенфельд В.Е., Исаев И.П., Сидоров Н.Н. Теория электрической тяги. Изд-во «Транспорт», 1983.

## მუდმივი დენის ემმ თანმიმდევრული აგზნების წევის ძრავების გამშვები წინააღმდეგობების გაანგარიშების გამარტივებული მეთოდი

სერგო კარიპიდისი, ავთანდილ შარვაშიძე, მირიან ცოცხალაშვილი,  
იუზა სხირტლადე  
რეზიუმე

ამ სტატიაში მოცემულია თანმიმდევრული აგზნების წევის ძრავების გამშვები წინააღმდეგობების გაანგარიშების გამარტივებული მეთოდი, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს და ამარტივებს გამოთვლითი სამუშაოს ოდენობას.

## SIMPLIFIED METHOD FOR CALCULATING THE SERIAL EXCITATION TRACTION DC MOTORS ERS STARTING RESISTANCE

**Sergo Karipidis, Avtandil Sharvashidze, Mirian Tsotskhalashvili,**

**Iuza Skhirtladze**

### Abstract

In this article is stated a simplified method for calculating of the series excitation traction motors ERS starting resistances that significantly reduces and simplifies the amount of computational works.

უაკ 656. 223(02)

## ვაგონის საბუქსე კვანძის ტექნიკური გამართულობის კონტროლი ექსპლუატაციაში

რომან მორჩილაძე\*, ჯემალ მორჩილაძე\*, მეგი პატურაშვილი\*\*,  
გიორგი ჯანგავაძე\*\*\*

*\*მოწვეული ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*\*\*აკადემიური დოქტორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*\*\*\*მაგისტრანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია ვაგონის საბუქსე კვანძის გამართულობის მნიშვნელობა მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფაში. არსებული სტატისტიკის საფუძველზე ბუქსის დაზიანებათა პროცენტული მაჩვენებლის მიხედვით გაანალიზებულია დაზიანებათა გამომწვევი მიზეზები და მათი აღმოჩენის ტექნიკური საშუალებები. პრაქტიკაში გამოყენებული ბუქსის ხურების აღმომჩენი დანადგარების გარდა განხილულია ის წინაპირობები, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ბუქსის დაზიანება და მოკვლევების ჩატარებისას იქნას გათვალისწინებული.

**საკვანძო სიტყვები:** საბუქსე კვანძი, ბუქსის გადამეტხურება, წყვილთვალას გეომეტრიულობა.

### შესავალი

სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის უსაფრთხო ექსპლუატაციის ერთ-ერთი ძირითადი პირობაა საბუქსე კვანძის გამართულობის კონტროლი, ვინაიდან იგი არის შემადგენლობის სავალი ნაწილის მთავარი ელემენტი და ახორციელებს ისეთ ოპერაციებს როგორცაა: ვაგონის ტვირთამწეობის (დატვირთვის) მიღება და გადაცემა ლიანდაგზე, ღერძზე დატვირთვის (დაწოლის) შემსუბუქება, გრძივი და განივი გადაადგილებების შეზღუდვა, წყვილთვალას ღერძის ყელის შეზეთვა და დაცვა გახურებისაგან.

აღნიშნული ფუნქციების შესასრულებლად საბუქსე კვანძი საჭიროებს მუდმივ კონტროლს მატარებელთა მოძრაობის დროს. აუცილებელია მოსალოდნელ დაზიანებათა აღმოჩენა საწყის ეტაპზე, რათა თავიდან იქნას აცილებული მძიმე შედეგები. ამ მიზნით მოძრაობის ცალკეულ უბნებზე უნდა გაძლიერდეს როგორც ვიზუალური კონტროლი მსინჯველთა მხრიდან, ასევე თანამედროვე დიაგნოსტიკური საშუალებების გამოყენება.

### ძირითადი ნაწილი

სარკინიგზო დარგის სპეციალისტებისათვის ცნობილია საბუქსე მოწყობილობის დანიშნულება, რაც მდგომარეობს შემდეგში: იგი იღებს დატვირთვას ვაგონის ძარისა და ურიკისაგან წყვილთვალას ღერძის ყელზე, აგრეთვე ზღუდავს წყვილთვალას გრძივ და განივ გადაადგილებებს მოძრაობაში. ბუქსი თავისი კონსტრუქციულობით უზრუნველყოფს ღერძის ყელზე დატვირთვის შემსუბუქებას, საპოხი მასალის განთავსებას ყელის გასაგრძელებლად და ჰერმეტიულობით ბუქსის შიგა სივრცის სისუფთავის დაცვას. საბუქსე კვანძი წყვილთვალასთან ერთად წარმოადგენს მოძრავი შემადგენლობის სავალი ნაწილის (ურიკის) ერთ-ერთ ძირითად ელემენტს. აღნიშნულიდან გამომდინარე ურიკის, წყვილთვალასა და საბუქსე კვანძის ტექნიკური მდგომარეობა გადამწყვეტ ზეგავლენას ახდენს მატარებლის მოძრაობის უსაფრთხოებაზე.

მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების ყოველწლიური ანალიზი აჩვენებს, რომ სავაგონო მეურნეობაში წუნების 40-60% მოდის საბუქსე კვანძის გაუმართაობაზე. ბუქსის უწყისიერობათა დიდი ნაწილი არის ბუქსის გადამეტხურება, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ღერძის სიმტკიცის დარღვევა და ჩაშლა.

ექსპლუატაციაში საბუქსე კვანძის კონტროლს ახორციელებს ვაგონის მსინჯველი ტექნიკური დათვალიერების პუნქტებში, ხოლო მოძრაობაში – სადგურთან ახლოს (შესასვლელში) და შუალედურ სადგურებში (გადასარბენებზე) საველე მოწყობილობა, ინფრაწითელი გამოსხივების მეშვეობით მოძრავი მატარებლის ბუქსისა და წყვილთვალას მხრიდან. საველე მოწყობილობა მოძრაობის უბანზე განლაგებულია ერთმანეთისაგან 20-50 კმ-ში. გადასარბენებზე

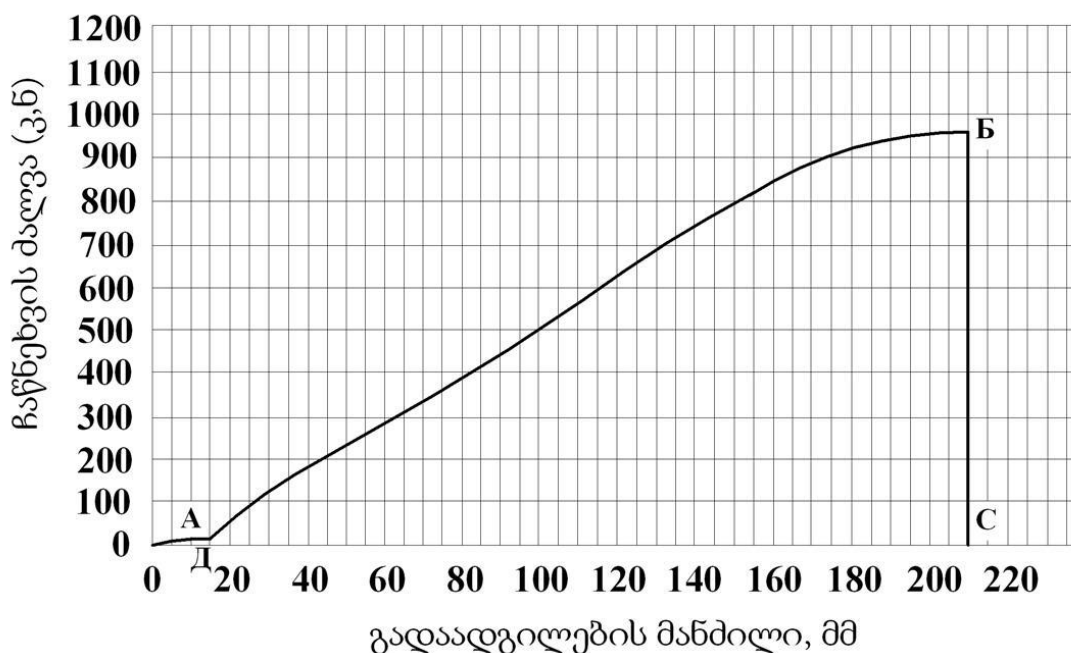
მოწყობილობების მოქმედებით აღირიცხება ბუქსის მოწყობილობების და თვლების ელემენტების ტემპერატურული სიდიდე, რითაც დგინდება საკისრებისა და სამუხრუჭო მოწყობილობების ტექნიკური მდგომარეობა [1].

ბუქსის გადამეტხურების აღმომჩენი საველე მოწყობილობა თავისი მოქმედების პრინციპიდან გამომდინარე ასევე აღმოაჩენს „თვითდამუხრუჭებით“ მოძრავ ვაგონებს, რაც ეფუძნება იგივე ფიზიკურ და ტექნიკურ მოვლენებს როგორც ეს ხდება საბუქსე კვანძების შემთხვევაში, კერძოდ, სატვირთო და სამგზავრო ვაგონების მოძრაობისას დამუხრუჭებულ მდგომარეობაში ხუნდი არ ცილდება წყვილთვალას გორვის ზედაპირს, რაც იწვევს თვლის ზედაპირზე ტემპერატურის მატებას და წარმოქმნება თერმომექანიკური ხასიათის დეფექტები – ნაცოცები, მინადულები, ამონაგლეჯები და შედეგად თვლის არათანაბარი ცვეთა. თბური კონტროლის საველე მოწყობილობა საშუალებას იძლევა დროულად იქნას აღმოჩენილი საბუქსე კვანძში საკისრების და მუხრუჭებში შესაძლო უწყესივრობები, რითაც აღიკვეთება მოსალოდნელი მძიმე შედეგები (მარცხი, ავარია).

მიუხედავად გადამეტხურებული ბუქსების აღმომჩენი საველე მოწყობილობების ფართო გამოყენებისა, დღესაც არსებობს სპეციალისტებს შორის განსხვავებული აზრი იმ პროცესებზე, რაც წარმოიშვება ბუქსის საკისრებში გახურების საწყის ეტაპზე, მზომი ტექნიკური საშუალებების მუშაობის ეფექტურობაზე მოძრაობის უსაფრთხოების მიმართულებით და ცრუ (ყალბ) ჩვენებებზე უწყესივრობათა დაფიქსირების შემთხვევებზე [2].

რამდენადაც ბუქსის ხურების მიზეზის მოკვლევისას რამდენიმე ფაქტორი ანალიზდება, მიზანშეწონილია ამ შემთხვევაში განხილული იქნას წყვილთვალას შეკეთების და მომსახურების ხარისხი ექსპლუატაციაში. ამ პირობის დაუცველობაც შეიძლება აღმოჩნდეს ერთ-ერთი ფაქტორი. თუ, მაგალითად, ბუქსის ხურების მიზეზით მოხდა მარცხი მოძრაობაში, წყვილთვალას შემოწმება (მოკვლევა) უნდა დაიწყოს მისი ფორმირების პროცესიდან. შესწავლილი იქნება ღერძზე თვლების ჩაწნევის დიაგრამა, რაზეც დაფიქსირებულია პროცესის ძირითადი მონაცემები (ნახ. 1).





ნახ. 1. ჩაწნევის ნორმალური დიაგრამა კომპიუტერზე ჩაწერის შემთხვევაში

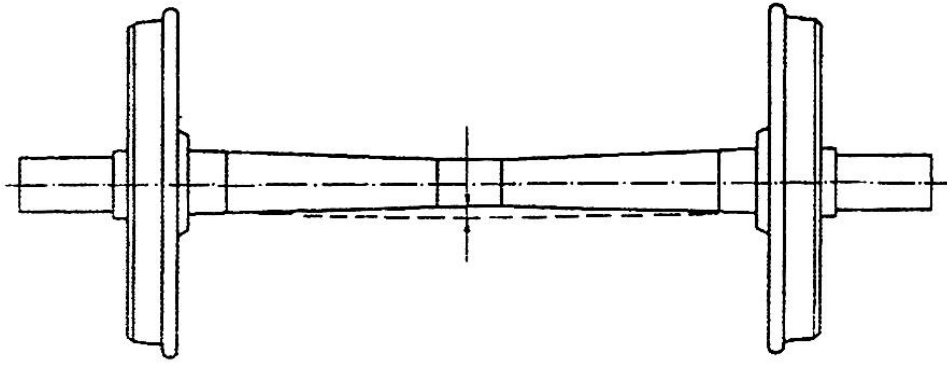
ორდინატზე აისახება ჩაწნევის პროცესში განხორციელებული ფაქტიური დაწოლა (ძალვა), აბსცისაზე აისახება თვლის სრული გადაადგილება (თავისუფალი სვლის ჩათვლით).

დიაგრამის ხაზს აქვს მახასიათებელი უბნები:

- OA – თავისუფალი სვლის უბანი (უნდა იყოს 14-20 მმ)
- წერტილი A შეესაბამება ფაქტიური ჩაწნევის დაწყებას (3,0 ტმ);
- AB – ჩაწნევის ძალის მდოვრედ მატების უბანი;
- წერტილი B ჩაწნევის პროცესის დასრულება;
- CD – უბანი შეესაბამება თვლის ღერძთან შეერთების სიგრძეს და განისაზღვრება როგორც სხვაობა სრული გადაადგილებისა CO თავისუფალი სვლის DO გამოკლებით.

ასეთი დიაგრამა ინახება წყვილთვალას ექსპლუატაციის მთელ პერიოდში.

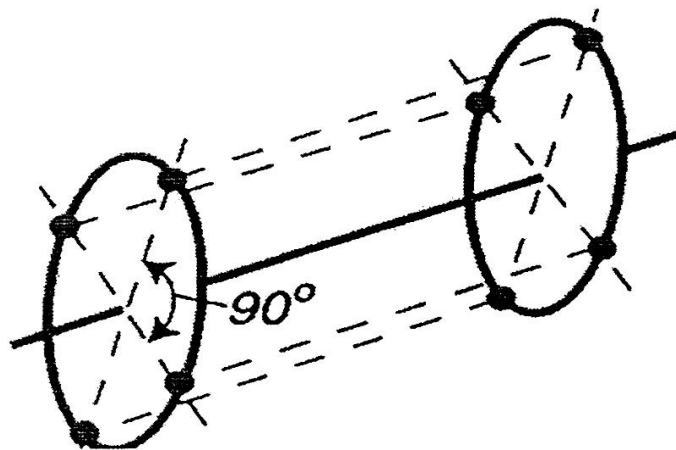
ექსპლუატაციის პერიოდში საბუქსე კვანძის გამართულობის კონტროლი მოიცავს მკაცრად გაწერილ წესებს, რომელთაგან განსაკუთრებული მნიშვნელობისაა წყვილთვალას ღერძის გაღუნვა (ნახ. 2) და წყვილთვალას გეომეტრიულობის დარღვევა (ნახ. 3).



ნახ. 2. წყვილთვალას ღერძის გალუნვის სქემა

წყვილთვალას გალუნვა კონტროლდება მსინჯველის მიერ ვიზუალურად და ზუსტდება ჩაზომვებით თვლების შიგა ზედაპირზე ოთხ წერტილში (ნახ. 3).

წყვილთვალას გეომეტრიულობის დარღვევის შემოწმება სრულდება დაუტვირთავ წყვილთვალაზე ორ ურთიერთპერპენდიკულარულ სიბრტყეში ოთხ წერტილზე.



ნახ. 3. გეომეტრიულობის დარღვევის შემოწმების სქემა

ექსპლუატაციაში საბუქსე კვანძების დაზიანებათა აღმოსაჩენად ვაგონის მსინჯველი მის შემოწმებას იწყებს მატარებლის სადგურში შემოსვლისას მის სრულ გაჩერებამდე. ამ დროს შეიძლება დაფიქსირდეს ზოგიერთი უწყესივრობა: ბუქსის ღრჭიალი, ნაპერწკლიანობა, კვამლიანობა, განსხვავებული სუნი, წყვილთვალას მოძრაობა ჩასოლვით.

მატარებლის გაჩერების შემდეგ მსინჯველი ამოწმებს: გასახედ სამაგრ ხუფებს, ბუქსის დაძვრას ღერძის გასწვრივ, ქანჩების და ქანჭიკების შესუსტებას.

ხელისგულის ზედა ნაწილის მიღებით ამოწმებს ბუქსის კორპუსის გაცხელებას და ჩაქურჩის მიკაკუნებით ხუფის ბზარსა და ბუქსის შიგა მდგომარეობას. დღეისათვის საბუქსე კვანძის თბური რეჟიმი კონტროლდება საველე მოწყობილობებით, რომელიც განლაგდება სადგურთან ახლოს, ტექნიკური მომსახურების პუნქტის მისასვლელთან იმ ანგარიშით, რომ უწყესივრობის აღმოჩენის შემთხვევაში მოხდეს მატარებლის გაჩერება სადგურის შესასვლელ შუქნიშნამდე და სადგურის იმ ლიანდაგში, სადაც მოხდება მისი ტექნიკური მომსახურება.

ბუქსის ხურების აღმომჩენი მოწყობილობა ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებით პირველად შეიმუშავეს ამერიკაში 1956 წელს. გასული საუკუნის 60-იან წლებში რუსეთში შეიმუშავეს ანალოგიური მოწყობილობა (ПОНАБ) და 1963 წლიდან დაინერგა ყოფილ საბჭოთა კავშირის ქვეყნებში. 90-იანი წლების ბოლოს აღნიშნულმა მოწყობილობამ ამოწურა თავისი ტექნიკური რესურსი და მის ბაზაზე რუსეთში შეიქმნა ახალი მოწყობილობა KTCM-01 (მოდრავი შემადგენლობის ტექნიკური მდგომარეობის კონტროლი) [3].

ამჟამად დსთ-ს ქვეყნებში და საქართველოში გამოიყენება KTCM-02 და მსგავსი ნაირსახეობები. მიმდინარეობს აღნიშნულ მოწყობილობათა ტექნიკური სრულყოფა მის მუშაობაში ცალკეული ხარვეზების აღმოსაფხვრელად.

### დასკვნა

საბუქსე კვანძის დაზიანებათა ანალიზი გვიჩვენებს, რომ დაზიანების სახეები არაერთგვაროვანია და მათი გამომწვევი მიზეზების კვლევა საჭიროებს სიღრმისეულ მიდგომას. ბუქსის ხურებით გამოწვეული მარცხის მოკვლევის შემთხვევაში აუცილებლობას წარმოადგენს წყვილთვალას მდგომარეობის შემოწმება არა მარტო ბუქსას ტექნიკური მდგომარეობით, არამედ ისეთი პარამეტრების დადგენა, როგორცაა მისი ფორმირების მონაცემები, ღერძის მთლიანობა და წვილთვალას გეომეტრიულობა.

### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. რომან მორჩილაძე, ავთანდილ შარვაშიძე, დავით გოგიშვილი - ვაგონების ტექნიკური მომსახურება და მიმდინარე შეკეთება; „ტექნიკური უნივერსიტეტი“; თბილისი, 2018, 152 გვ.;

2. Миронов А.А., Образцев В.А., Павлюков А.Е. - Теория и практика безконтактного теплового конотроля буксовых узлов в поездах; Екатеринбург: РПФ «Ассорти», 2012, 396 с.;
3. Миронов А.А. - Перспективные направления совершенствования средств контроля типа КТСМ-02 и АСК ПС.; Автоматика, связь, информатика, 2009 №1, с. 34-37.

## **CONTROL OF CARRIAGES AXLE-BOX UNIT RUNNING ORDER IN OPERATION**

**Roman Morchiladze, Jemal Morchiladze, Megi Paturashvili,  
Giorgi Jangavadze**

### **Abstract**

In the article is considered the importance of carriage axle-box running order in the providing of safety. Based on the existing statisticsac of share of axle-boxes damages is analyzing causes and and technical means for their revealing. Beside applied in the practice devices for revealing the overheating of axle-boxes are considered the pre-conditions that would causes the damages in axle-boxes and be taking into account at their survey.

## **КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИСПРАВНОСТИ ВАГОННЫХ БУКСОВЫХ УЗЛОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**Роман Морчиладзе, Джемал Морчиладзе, Меги Патурашвили, Гиорги  
Джангавадзе**

### **Резюме**

В статье исследованы причины нагрева буксовых узлов вагона и его влияние на безопасность движения поездов. При оценке состояния нагретых букс анализируются те технические параметры, которые способствуют нагреву. Дано рекомендации по уточнению порядка изучения причин выхода из строя буксов.

## ORGANIZATION OF THE WORKING PROCESS WHEN USING GAS FUEL IN MARINE DIESELS

Zaza Shubladze\*, Zurab Saladze\*, Jemal Sharadze\*

*\*Associated Professor, Batumi State Maritime Academy*

**(Batumi State Maritime Academy, Rustaveli st. №53, 6000, the Autonomous  
Republic of Adjara, Batumi, Georgia)**

**Abstract:** *The requirements of the International Convention of the MAPPOL, 73/76 regarding the reduction of sulfur content in fuel describe: the ways to solve the problem by using gas fuel in marine diesel engines, the advantages of dual-fuel diesels, and the necessary design changes, features of the work process, questions of economy and the efficiency of gas fuel for the diesel engines.*

**Keywords:** The ship's internal combustion engine; Gas engines, Gas turbines; Diesel generator.

One of the urgent tasks currently facing the marine power industry is the use of fuels with a low sulfur content or with its complete absence. Starting from 2020, under the requirements of an international convention, restrictions were introduced on the use of fuels with a sulfur content of more than 0.5%. This leads to the fact that it will be impossible to use heavy fuel, and it will be necessary either to transfer the marine diesel engines of the transport fleet to more expensive diesel fuel or to stop the fleet. Gaseous fuel, in particular natural gas, has some advantages as compared with liquid fuel. Good anti-knock properties of gas fuels, favorable conditions for mixture formation, wide ignition limits in mixtures with air provide high technical and economic indicators of engines. In terms of power density and fuel efficiency, the best modern gas and gas-liquid engines are close to liquid-fuel ones and have significant advantages over them.

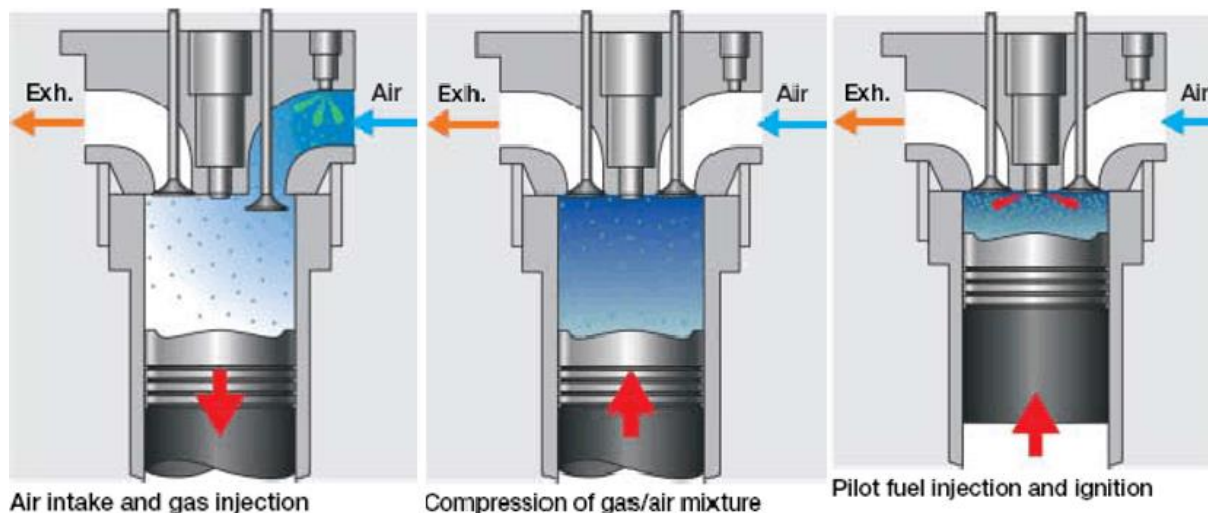


*Fig. 1. Natural gas tanker.*



*Fig. 2. A natural gas marine engine.*

The applied gas and gas-liquid engines differ in a wide variety of ways of organizing work processes and structures, but they can be subdivided according to the type of gas fuel used, the peculiarities of the organization of the mixing process, ignition, and combustion, as well as according to the principle of regulation of these engines. Gas engines differ in the type of organization of the gaseous fuel ignition process. They are usually created based on commercially available liquid fuel engines.

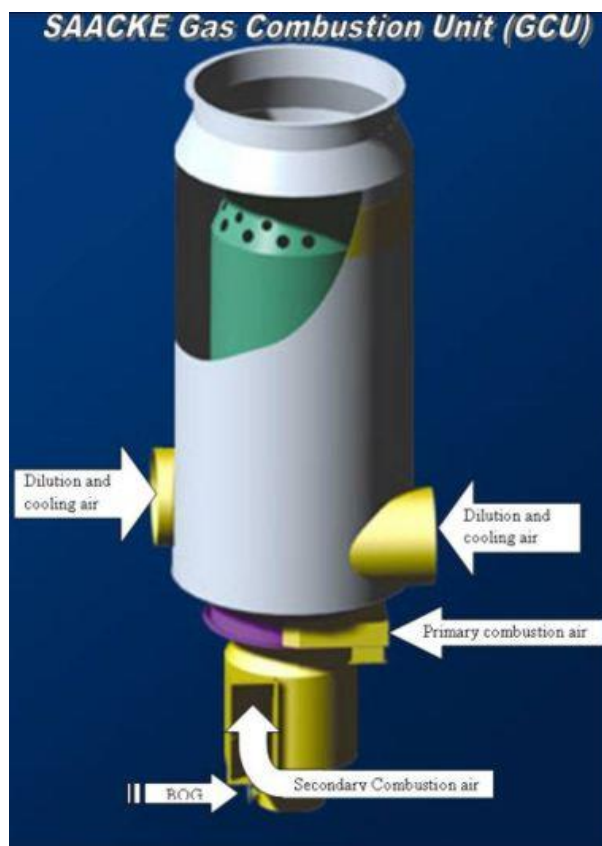


*Fig. 3.*

The engine is started on diesel fuel, and the entire nozzle is used, both small and large needles. If the start is successful, the ignition is stable, then the engine switches to gas fuel. It takes about a minute, fuel change.

Maintaining the correct air to fuel ratio over the entire operating range is essential for these engines to prevent knocking or ignition errors and to keep emissions low. This is achieved through the use of Waste Gate, an electronically controlled exhaust gas bypass system around the turbines.

In case the gas cannot be used as fuel for the engine and there is no reverse liquefaction unit on the ship, a system for burning such gas is provided. This unit is called Gas Combustion Unit or Thermal Oxidiser, and is installed in the vessel's false pipe.



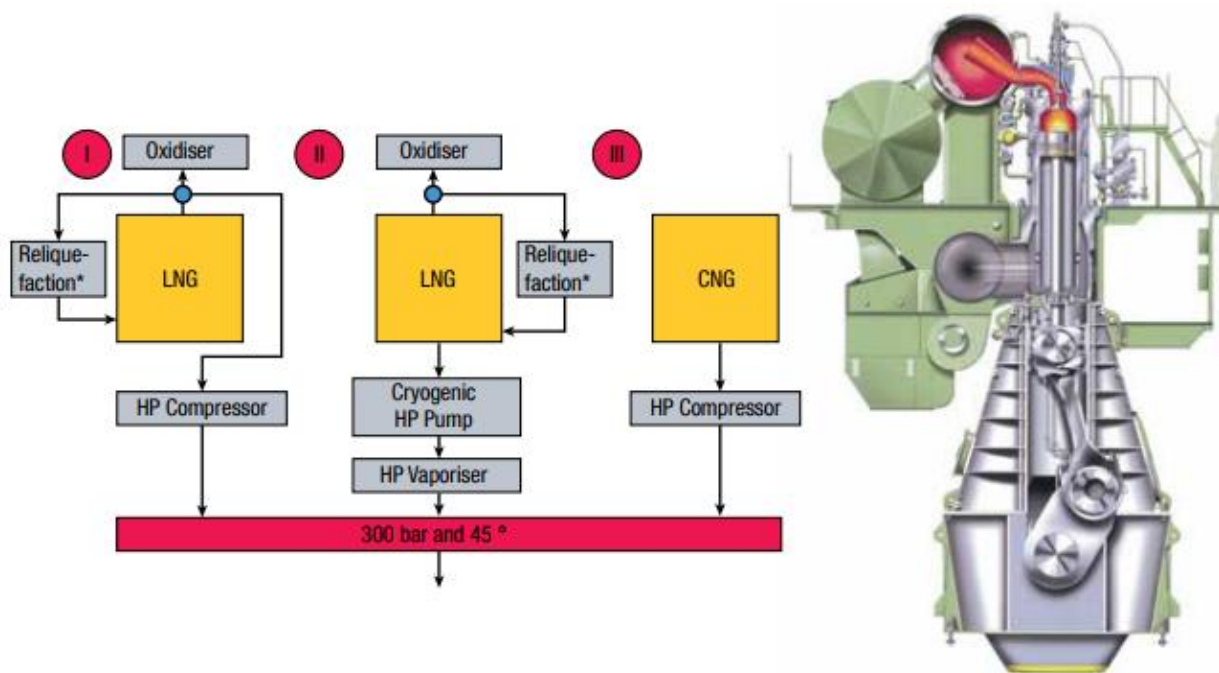
*Fig. 4.*

Gas engines with internal mixture formation and prechamber-flare ignition have been developed. The same scheme was used to produce large-scale engines for diesel generators and gas engine compressors. Later, engines with liquefied gas fuel supply systems were created. In these systems, liquefied gas was first converted into a gaseous state, and then mixed with air in a gas-air mixer installed in the inlet pipeline, i.e., it was organized into external mixture formation (in mixing devices similar in principle to carburetors, providing the same means the required composition of the mixture in all modes). At the same time, fuel supply systems with quantitative, qualitative, and mixed control of gas engines were developed. Ignition of gaseous fuel in the combustion chamber (CC) of a diesel engine is possible from an additional spark plug (pre-chamber-torch ignition), due to the heat of compression of the gas-air mixture and from the ignition dose of diesel fuel. Pre-combustion gas engines are much more complex than externally mixed engines and are not widely used at present. Direct use of gaseous fuels in diesel engines without an additional spark plug is possible only with a compression ratio of 22 and higher, which is due to the high auto-ignition temperature of these fuels. Therefore, gas

diesel has gained predominant distribution, in which a dose of diesel fuel is injected at the end of the compression stroke of the gas-air mixture. Moreover, the ignition dose depends on the characteristics of the gas diesel (its dimension, level of force, properties of gaseous fuel) and can vary widely (from 5 to 50%). When converting diesel to gas diesel, minimal engine re-equipment is required, which consists of installing a gas-air mixer in the intake pipeline with a gas supply control system when changing the load mode (quality control) and some structural modernization of the diesel fuel pilot dose supply regulator. Gas diesel with a pilot dose of diesel fuel has been developed for marine, diesel-generator, and transport installations for use in gas pumping stations, etc. At present, much attention is paid to transferring the operation of marine diesel engines from liquid to gaseous fuel, to save and reduce toxic emissions with exhaust gases. In this case, the engine fuel supply system must be retrofitted with gas equipment and appropriate safety measures must be provided. It should be borne in mind that converting liquid-fuel diesel engines to a gas-liquid cycle is not so easy to carry out in practice. First of all, you need to decide which method of forming the working mixture in the cylinder is better? When installing a gas-air mixer in the inlet pipeline with a gas supply control system when changing the load mode (quality control), it should be borne in mind that the diesel engine's operating cycle will be carried out according to the principle of isochoric heat supply with all the ensuing consequences. The maximum combustion pressure will rise sharply, which we cannot admit since it is a limiting factor in the reliability of the diesel engine. If the maximum combustion pressure is not exceeded in excess of the existing one, it will be necessary to reduce the fuel (gas) supply. This will lead to a decrease in diesel power. At the same time, the decrease can be significant. For example, for a 6LF58 (6CHN 58/105) diesel engine, when using a cycle with ignition with an electric spark, the value of the maximum pressure  $p_g$  can increase by 8%, and if the excess air for combustion ratio remains unchanged, the indicated rated power will drop by more than three times. The turbine capacity of the turbocharger will not be sufficient to provide the compressor with the specified boost pressure. To maintain and ensure the balance of power of the turbocharger, the boost pressure or compression ratio must be reduced. To restore the diesel power and balance the turbine and compressor power, the combustion air ratio can be lowered by increasing the gas supply. This will lead to an increase in the value of gas consumption, a decrease in coefficient of efficiency, and an increase in the specific effective gas consumption. At the initial stage of gasification of marine diesel engines, when the cost of gas fuel is seven times cheaper than heavy fuel, this does not have any noticeable value. Note that this has been the case since the beginning of the use of heavy fuel in marine diesel engines. But in the future, this may become significant and it will be necessary to find ways to reduce



the specific consumption of gas engine fuel in marine diesel engines. This method of operating a diesel engine on gas is possible only for four-stroke diesel engines. The second way is the use of double injection nozzles when there is an atomizer for injection of liquid pilot fuel and an atomizer for injection of gaseous fuel or separate nozzles for supplying gas fuel and liquid fuel [7]. In this case, it is possible to organize the working process in the cylinder according to the mixed principle of heat supply - first along the isochore, then according to the isobar [6]. This makes it possible not to reduce diesel power in any significant way. For instance, calculations for the 6LF58 diesel engine (6CH N 58/105) showed that when using heavy fuel with a heating value of  $Q_n = 41868 \text{ kJ / kg}$ , the nominal diesel power will be  $N_{en} = 4413 \text{ kW}$ , and when using gas with a heating value of  $Q_n = 36720 \text{ kJ / m}^3$  and 10% heavy fuel oil additive as a pilot, the total calorific value will be  $37213 \text{ kJ / kg}$  and the rated power of the diesel will be  $N_{en} = 4258 \text{ kW}$ . That is, with a decrease in the calorific value of the fuel mixture by 11.1%, the power will decrease by 3.5% while maintaining the main parameters of the working process ( $p, p_z, p_c, e, a$ , etc.). Probably, recommendations should be developed on the operating modes of diesel engines when switching to natural gas.



*Fig.5. Basic schemes for the transition to the use of gaseous fuel in the main engine.*

Oxidizer - oxidizing agent; HP Compressor - high pressure compressor; Reliquification - gas re-liquefaction; HP Vaporizer - high pressure evaporator; Cryogenic HP Pump - high pressure cryogenic pump; LNG - liquefied natural gas (LNG); CNG stands for Compressed Natural Gas (CNG).

What modes can be used to switch from liquid fuel to gas fuel and vice versa. The industry produces all the elements necessary for the transition to gas fuel on ships of small-displacement: gas-fueled engines, cryogenic tanks for storing liquefied gas, gas analyzers. All this equipment is not only produced but already has the approval of the Maritime Register of Shipping. When economic feasibility arises, the use of gas will take its place on ships. Currently, there are no technical difficulties and regulatory restrictions on the use of this type of fuel on ships.

Recently, there have been trends towards a switch to LNG as a fuel and more thorough clean-up of emissions to the environment in order to meet the increasingly stringent IMO Regulations. This leads to the development of engines using two types of fuel, diesel and LNG, with a shift in the future to engines using only LNG as a fuel, as a cleaner fuel. At the same time, in order not to install complex and expensive purification systems, as well as to reduce fuel consumption, the vessels are switched to the "Slow Steaming" mode, i.e. swimming at low speeds. This, in turn, requires a transition to low-speed engines.

In fig. three schemes of switching to gaseous fuel for marine diesel engines are presented.

When developing CNG engines, two options are possible. When such engines are developed for LNG carriers, liquefied gas is already on board and boil-off gas (BOG) must be used as fuel. The gas supply system would then be able to supply gas from the cargo tank to the main engine and to the dual-fuel generators. The gas supply system must also provide for gas supply to the Gas Combustion Unit (GCU) in the event of high gas pressure in the tanks approaching the permissible limit value.

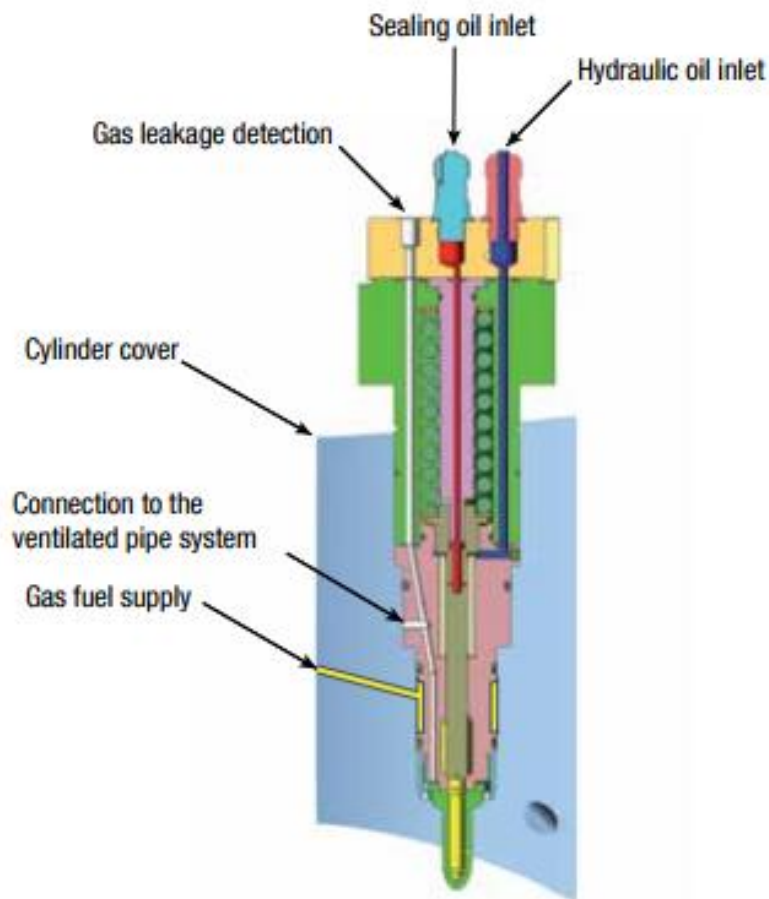


*Fig. 6. New engine gas supply module.*

In the second case, for ships of other classes, for example for container ships that do not carry LNG as cargo, both LNG tanks and a gas supply system from the tanks to the main engine and generators must be installed. In this case, the problem arises of designing space for LNG tanks without losing container cargo capacity.

From a technical point of view, there are only small differences between diesel and gas engines. Let's consider the operation of an engine on two types of fuel using the example of engines of the ME-GI Dual line of the MAN B&W family of MAN Diesel & Turbo.

The figure shows the components that must be added to the design of the engine to be able to run on gaseous fuel. The gas supply line is designed according to the principle of a pipe in a pipe with ventilation of the annular space and installation of sensors for hydrocarbon infiltration for an emergency stop of the engine. And in fig. 5. This node is shown in section.



*Fig. 7. Sectional view of the feed unit for two types of fuel.*

Gas fuel supply - gaseous fuel supply; Connection to the ventilation pipe system - connection to the ventilation pipe system; Cylinder cover - cylinder cover; Gas leakage detection - gas leakage sensor; Sealing oil inlet - liquid fuel inlet seal; Hydraulic oil inlet - hydraulic fluid inlet.

To control the engine using gaseous fuel, a special system is built into the engine structure. In addition, in addition to the gas supply system, the following units are added to the design of the main and auxiliary engines:

- ventilation system for ventilation of the annular space in the gas supply system to the engine;
- system of seals when supplying diesel fuel to the separating valves separating gas and diesel fuel; this system is fully integrated into the engine by the engine manufacturer;
- inert gas system for purging the gas supply system to the engine with inert gas;
- control system and system for ensuring safe work.

Engines of the ME-GI range for container ships, gas carriers and bulk carriers.

In the coming years, apparently, there will be a gradual increase in fuel prices again, and engines operating on two types of fuel will become quite cost-effective. And there is expected to switch to engines operating only on LNG.

Conversion to CNG is quite possible for the engines of the ME or ME-C range. A large amount of research has been carried out by shipyards and classification societies, and currently there are dual-fuel engine designs for vessels of almost all classes. LNG tanks require 2-3 times more space than diesel tanks due to the low density of the gaseous fuel. In addition, these tanks require an effective thermal insulation system. The GI range engines require gas compressed to a maximum pressure of 300 bar. Gas liquefaction and regasification technologies are now available and related technical solutions have been developed by HGS, TGE, DSME, Cryostar, HHI and now also MHI.

What all of these systems have in common is that they include:

- piston pumps for pumping LNG under high pressure;
- automatic pump control system to maintain pressure in engine systems;
- heat exchangers for heating LNG to the temperature required by the engine;
- buffer spaces for absorbing pulsations generated by pressure fluctuations.

### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. IMO – MARPOL 73/78 (2008), Regulation for the prevention of air pollution form ship, Revised Annex VI to International Convention MARPOL 73/78 IMO London;
2. MAN energy solution – Emission project Guide (2018);
3. MAN B&W Diesel A/S Copenhagen, Denmark- Emission Control MAN B&W Two-stroke Diesel Engine;

4. Shakeri O, Barati A. - Marine Transportation of compressed Natural Gas // The 3<sup>rd</sup> Iran Gas Forum 2009;
5. ISO /TS 18683:2015 Guidelines for systems and installation for supply of LNG as Fuel To Ships.

## **საზღვაო დიზელის ძრავებში სამუშაო პროცესის ორგანიზება გაზის საწვავის გამოყენებისას ზაზა შუბლაძე, ზურაბ სალაძე, ჯემალ შარაძე რეზიუმე**

MARPOL-ის საერთაშორისო კონვენციის 73/76 მოთხოვნები საწვავში გოგირდის შემცველობის შემცირებასთან დაკავშირებით აღწერს: საზღვაო დიზელის ძრავებში გაზის საწვავის გამოყენებით პრობლემის გადაჭრის გზებს, ორმაგი საწვავის დიზელის უპირატესობებს და საჭირო დიზაინს. ცვლილებები, სამუშაო პროცესის მახასიათებლები, ეკონომიკის საკითხები და დიზელის ძრავებისთვის გაზის საწვავის ეფექტურობა.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГАЗОВОГО ТОПЛИВА В МОРСКИХ ДИЗЕЛЯХ**

**Зазა Шубладзе, Зураб Саладзе, Джемал Шарадзе**

### **Резюме**

Требования Международной конвенции MARPOL, 73/76 относительно снижения содержания серы в топливе описывают: способы решения проблемы с использованием газового топлива в судовых дизельных двигателях, преимущества двух топливных дизелей и необходимую конструкцию. изменения, особенности рабочего процесса, вопросы экономии и эффективности использования газового топлива для дизельных двигателей.

УДК 621.9

# ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ЭПИЦИКЛОИДНОГО МЕХАНИЗМА

Зураб Мchedlishvili\*

*\*Асистент професор, Грузинский технический университет*

(Грузинский технический университет, ул. Костава №71, 0175,

Тбилиси, Грузия)

**Резюме:** В статье представлено кинематическое решение планетарного механизма с сателлитом, находящегося во внешнем зацеплении с неподвижным центральным колесом. Геометрические особенности траектории механизма позволяют применять этот механизм в машинах, обеспечивающих технологические процессы для которых иногда необходимы незначительные колебания ведомого звена на этапе остановки. Механизмы такого типа применяются в текстильной промышленности, где при обработке какого-нибудь материала требуется чтобы исполнительный орган мог совершать незначительные колебания относительно временного положения.

**Ключевые слова:** механизм, циклоида, сателлит, траектория, цикл.

## Введение

Планетарные механизмы с сателлитом или с сателлитами, которые позволяют допускать приближенную квазиостановку выходного звена, широко применяются в машинах текстильной и легкой промышленности. Такие допущения к незначительным отклонениям при выстое рабочего органа механизма, обусловлены гибкостью и податливостью обрабатываемых и прогоняемых в этой отрасли материалов. Так например в специальных швейных машинах существуют механизмы поперечных или продольных колебаний иглы при прошивке материала. Такое поведение инструмента не оказывает повреждающее воздействие на обрабатываемый материал, в процессе прокола материала с помощью иглы. В таких случаях возможно использование механизмов с меньшей кинематической сложности и дающих возможность развивать как можно большие скорости для высокоскоростных машин швейного и текстильного производств.

### Основная часть

В настоящей работе рассмотрен планетарный механизм с сателлитом находящимся во внешнем зацеплении с неподвижным центральным колесом (рис. 1).

Угловые скорости водила OA и сателлита связаны соотношением:

$$\omega_1 \cdot OA = \omega_2 \cdot r_2 \quad (1)$$

Откуда угловая скорость сателлита будет:

$$\omega_2 = \frac{|OA|}{r_2} \cdot \omega_1 = \frac{r_1+r_2}{r_2} \cdot \omega_1 \quad (2)$$

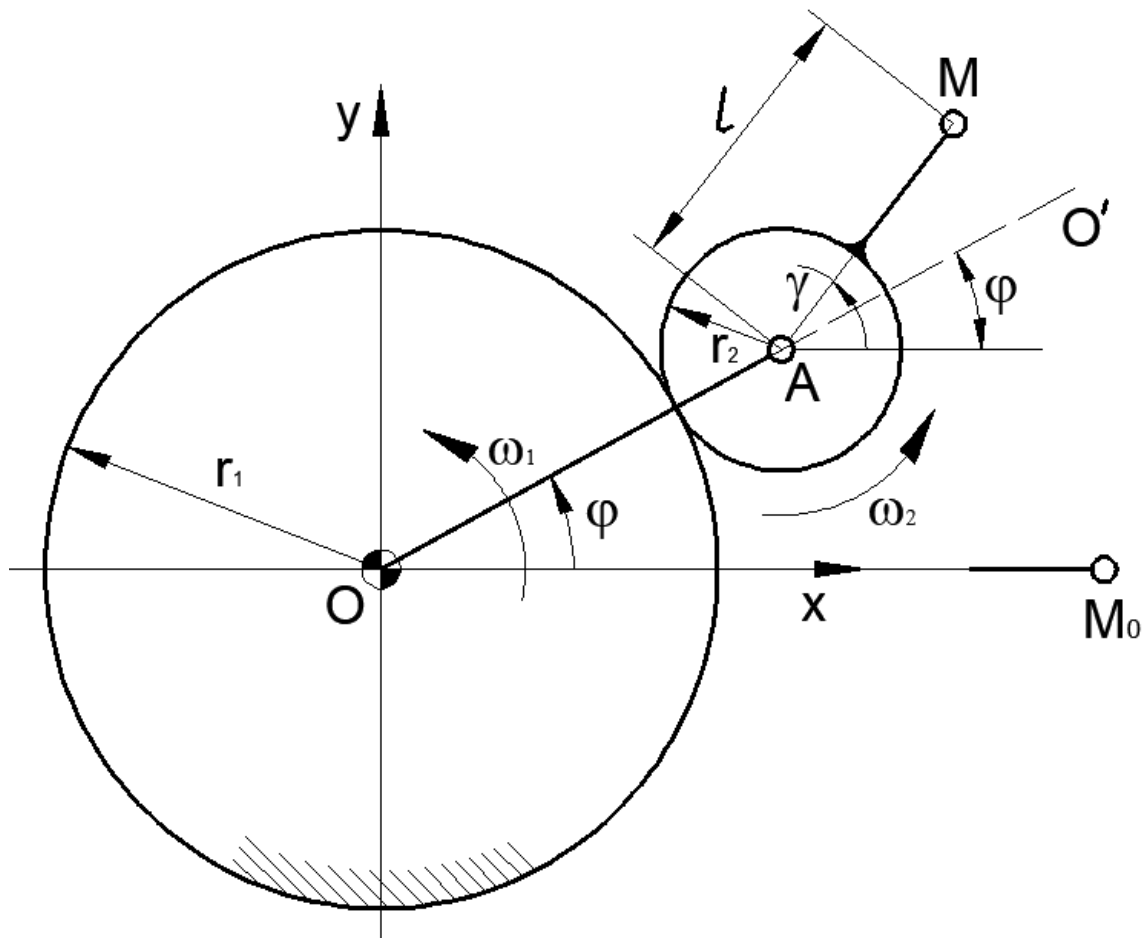


Рис. 1.

Соответственно зависимость между углами поворота сателлита и водила будет:

$$\gamma = \varphi \frac{r_1+r_2}{r_2} = \varphi(n+1) \quad (3)$$

Здесь  $n = r_1/r_2$

Угол поворота сателлита во вращении относительно водила ОА :

$$\widehat{MAO'} = \gamma - \varphi = \varphi n \quad (4)$$

В начальном положении  $M_0$  точка находится на прямой Ох ( $\varphi = 0$ ). если положить этот угол равным  $2\pi$ , при этом  $\varphi = 2\pi/n$ . это значит, что за время одного оборота водила точка М окажется на подвижной линии центров ОА. В положении, аналогичном положению  $M_0$ , – в результате траектория точки М образует эпициклоиду, которая состоит из n петель.

Исходя из этого напомним параметрическое уравнение траектории точки М (рис. 1):

$$x = (r_1 + r_2) \cdot \cos \varphi + l \cdot \cos \left(1 + \frac{r_1}{r_2}\right) \varphi \quad (5)$$

$$y = (r_1 + r_2) \cdot \sin \varphi + l \cdot \sin \left(1 + \frac{r_1}{r_2}\right) \varphi \quad (6)$$

Или можно написать иначе:

$$\begin{aligned} x &= |OM| \cdot \cos \varphi + l \cdot \cos \gamma = \\ &= (r_1 + r_2) \cdot \cos \varphi + l \cdot \cos(n - 1)\varphi = \\ &= r \cdot [(n + 1) \cos \varphi + \lambda \cdot \cos(n + 1)\varphi] \end{aligned} \quad (7)$$

Здесь введено обозначение  $\lambda = l/r_2$ ,

$$\begin{aligned} y &= |OM| \cdot \sin \varphi + l \cdot \sin \gamma = \\ &= r \cdot [(n + 1) \sin \varphi + \lambda \cdot \sin(n + 1)\varphi] \end{aligned} \quad (8)$$

Угловой коэффициент касательной к эпициклоиде, исходящей из начала координат О:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y}{x} \quad (9)$$

Дифференциалы координат в уравнении (9) будут:

$$dy = r_1 \cdot [(n + 1) \cos \varphi + \lambda \cdot (n + 1) \cos(n + 1)\varphi] d\varphi. \quad (10)$$

$$dx = r_1 \cdot [-(n + 1) \sin \varphi - \lambda \cdot (n + 1) \sin(n + 1)\varphi] d\varphi \quad (11)$$



Тогда уравнение (9) принимает вид:

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= \frac{\cos\varphi + \lambda \cdot \cos(n+1)\varphi}{-\sin\varphi - \lambda \cdot \sin(n+1)\varphi} = \\ &= \frac{\sin\varphi + \frac{\lambda}{(n+1)} \cdot \sin(n+1)\varphi}{\cos\varphi - \frac{\lambda}{(n+1)} \cdot \cos(n+1)\varphi} \end{aligned} \quad (12)$$

Или

$$\lambda^2 + \lambda \cdot (n+2) \cdot \cos n\varphi - (n+1) = 0 \quad (13)$$

Решение этого уравнения будет:

$$\cos n\varphi = \frac{(n+1) - \lambda^2}{\lambda \cdot (n+2)} \quad (14)$$

Отсюда получаем значения углов поворота водила:

$$\varphi_1 = \pm\varphi, \varphi_2 = \varphi_1 + \frac{2\pi}{n}, \dots, \varphi_n = \varphi_1 + (n+1) \frac{2\pi}{n}. \quad (15)$$

Которые отвечают точкам касания прямых ОМ к петлям эпициклоиды:

$$\varphi \cdot \left[ 1 - \frac{\varphi^2}{3!} + \frac{\varphi^4}{5!} - \lambda + \lambda \frac{(n-1)^2 \varphi^2}{3!} - \lambda \frac{(n-1)^4 \varphi^4}{5!} \right] = 0 \quad (16)$$

Углы поворота водила при касании его линии к петле эпициклоиды определяются, если выражение (8) приравнять к нулю:

$$(n+1) \sin \varphi + \lambda \cdot \sin(n+1)\varphi = 0 \quad (17)$$

Для решения задачи разложим функции  $\sin\varphi$  и  $\sin(n+1)\varphi$  в степенные ряды и ограничимся только первыми тремя членами каждого ряда, после чего будем иметь:

$$\sin \varphi \approx \varphi - \frac{\varphi^3}{3!} + \frac{\varphi^5}{5!} \quad (18)$$

$$\sin(n+1)\varphi \approx (n+1)\varphi - \frac{(n+1)^3 \varphi^3}{3!} + \frac{(n+1)^5 \varphi^5}{5!} \quad (19)$$

Подставляя эти разложения в уравнение (17) получим биквадратное уравнение следующего вида:

$$\frac{\lambda(n+1)^4 - 1}{5!} \cdot \varphi^4 - \frac{\lambda(n+1)^2 - 1}{3!} \cdot \varphi^2 + (\lambda + 1) = 0 \quad (20)$$

Но если задаться в рядах (18) и (19) только первыми двумя членами то получим квадратное уравнение:

$$\frac{\lambda(n+1)^2 - 1}{3!} \cdot \varphi^2 - (\lambda + 1) = 0 \quad (21)$$

Решения которого будут:

$$\varphi = \pm \sqrt{\frac{6(\lambda+1)}{\lambda(n+1)^2-1}} \quad (22)$$

После подстановки этого решения в уравнение (17) получим:

$$\varphi' = \arcsin \left[ \frac{\lambda}{n+1} \sin(n+1)\varphi \right] \quad (23)$$

Эта формула дает угол поворота водилы которая соотвеисивует полному обороту ведомого звена, и вследствие этого описанию полной петли эпициклоиды точкой этого звена.

### Заклучение

Нет приувеличения в том, что сейчас цыклоидные механизмы прочно заняли свое положение в легкой и текстильной промышленности в качестве направляющего механизма швейной иглы в специальных швейных машинах, которые предназначены для проделки в тканях при шитие зигзагообразных и других сложных видов строчек. Эти механизмы допускают незначительные колебании иглы при ее нахождении внутри обрабатываемого материала, и этим оно препятствует его порче при зашивке. В настоящей работе дается кинематическое исследование движения одного из таких механизмов, установлены функциональные зависимости между углом поворота ведущего звена и траекторией держателя иглы ведомого звена при работе швейной машины.

### Литература:

1. Артоболевский И. И. - Теория механизмов и машин М. Наука, 1988г. 639с;
2. Левитский Н. И. - Теория механизмов и машин – М. Наука, 1990г. 590с;
3. Гавриленко В. А. - Теория механизмов - М. Наука, 1973г. 580с;
4. Тимофеев Г. А. - Теория механизмов и механика машин – М. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017г. 566с;
5. Сторожев В. В. - Машины и аппараты легкой промышленности – М. Академия, 2010г. 400с.

## **Investigation of the kinematics of the epicycloid mechanism**

**Zurab Mchedlishvili**

### **Abstract**

The article presents a kinematic solution of a planetary mechanism with a satellite, which is in external engagement with a fixed central wheel. The geometric features of the mechanism path allow the use of this mechanism in machines, providing technological processes for which minor oscillations of the driven link are sometimes required at the stop stage. Mechanisms of this type are used in the textile industry, where in the treatment of a material, it is required that the executive body can make slight fluctuations relative to the temporary position.

## **ეპიციკლოიდური მექანიზმის კინემატიკის კვლევა**

**ზურაბ მჭედლიშვილი**

### **რეზიუმე**

სტატიაში წარმოდგენილია სატელიტის მქონე პლანეტარული მექანიზმის კინემატიკური კვლევა, რომელიც იმყოფება გარე მოდებაში უძრავ ცენტრალურ კბილა თვალთან. მექანიზმის ტრაექტორიის თავისებურებები საშუალებას იძლევა გამოყენებული იქნეს ეს მექანიზმი მანქანებში, რომლებიც უზრუნველყოფენ ტექნოლოგიურ პროცესებს, რომელთათვისაც ხანდახან საჭიროა მიმდინარე რგოლის მცირე რხევები გაჩერების ეტაპებზე. ესეთი ტიპის მექანიზმები გამოიყენება ტექსტილურ წარმოებაში, სადაც რომელიმე მასალის დამუშავებისას მოითხოვება შემსრულებელი ორგანოს მცირე რხევების დაშვება მექანიზმის დროებითი გაჩერების დროს.

УДК 621.9

# Определение напряженно-деформированного состояния балки переменного сечения жестко заделанного по концам

Зураб Мchedlishvili\*, Иван Джихвадзе\*\*, Марина Лосаберидзе\*\*\*

*\*Ассистент професор, Грузинский технический университет;*

*\*\*Тбилисский колледж железнодорожного транспорта, преподаватель, доктор технических наук;*

*\*\*\*Тбилисский институт горной механики, старший научный сотрудник, доктор технических наук*

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

**Резюме:** В статье рассмотрен один из методов расчета на прочность и жесткость широко применяемых в различных строительных конструкциях и в машинных агрегатах статически неопределимых балок переменного сечения. Действующая на упругую систему строительная или эксплуатационная статическая нагрузка в нашем случае является симметричной. Расчет балок такого типа легче всего производится методом моментных площадей и представляет фундаментальную задачу строительной механики машин и строительных конструкций.

**Ключевые слова:** стержень, арка, переменное сечение, момент, площадь.

## Введение

Как известно балки переменного сечения широко применяются в строительных и машинных конструкциях в качестве силовых элементов. они очень нужны при строительстве многопролетных конструкции в качестве пролетов. Для придания им большей устойчивости и прочности. для расчетов сначала определяется форма упругой линии балки в следствии деформации под действием изгибающих моментов и перерезывающих сил. при этом во всех тех случаях когда упругими линиями пользуются для определения статически неопределимых опорных реакции влияниями перерезывающих сил можно пренебречь. для расчета

вышеназванных конструкции рационально пользоваться методом моментных площадей, что и проделано в нашей работе.

### Основная часть

Для объяснения метода моментных площадей рассмотрим консольную балку изображенную на рис. 1. Она нагружена по всей длине равными усилиями  $P$ . Если мы выделим в этой балке упруги элемент длиной  $dx$  части же балки справа и слева от этого элемента представим абсолютно жесткими, тогда какая либо точка  $C$  находящийся на расстоянии  $s$  от этого элемента опустится на величину

$$d\delta = dy \cdot x = \frac{M}{EI} \cdot dx \cdot x \quad (1)$$

Это выражение есть статический момент инерции площади узкой полоски длиной  $dx$  и высотой  $\frac{M}{EI}$  относительно взятого поперечного сечения балки. Но так как в действительности все элементы балки упруги то прогиб взятой точки будет равен сумме всех  $d\delta$ , вызванных деформациями всех элементарных отрезков балки от какой либо точки до заделки  $B$ .

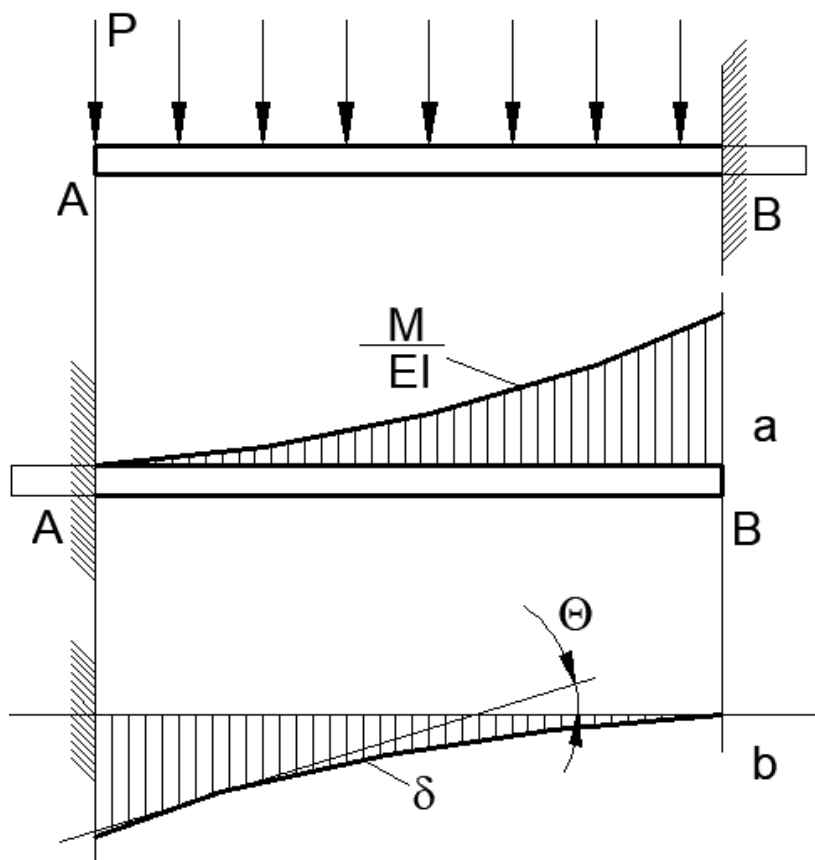


Рис. 1.

$$\delta = \int_C^B \frac{M}{EI} \cdot x \cdot dx \quad (2)$$

Это выражение является статическим моментом площади  $\frac{M}{EI}$  заключенного между точкой прогиба С и заделкой В, относительно точки С.

Это выражение можно рассматривать как величину изгибающего момента балки заделанной в точке А и свободной в точке В, при загрузении грузовой площадью  $\frac{M}{EI}$ .

Угол поворота балки в какой либо точке С равен сумме углов  $d\gamma$  от В до С, следовательно:

$$\Theta = \int_C^B \frac{M}{EI} \cdot dx \quad (3)$$

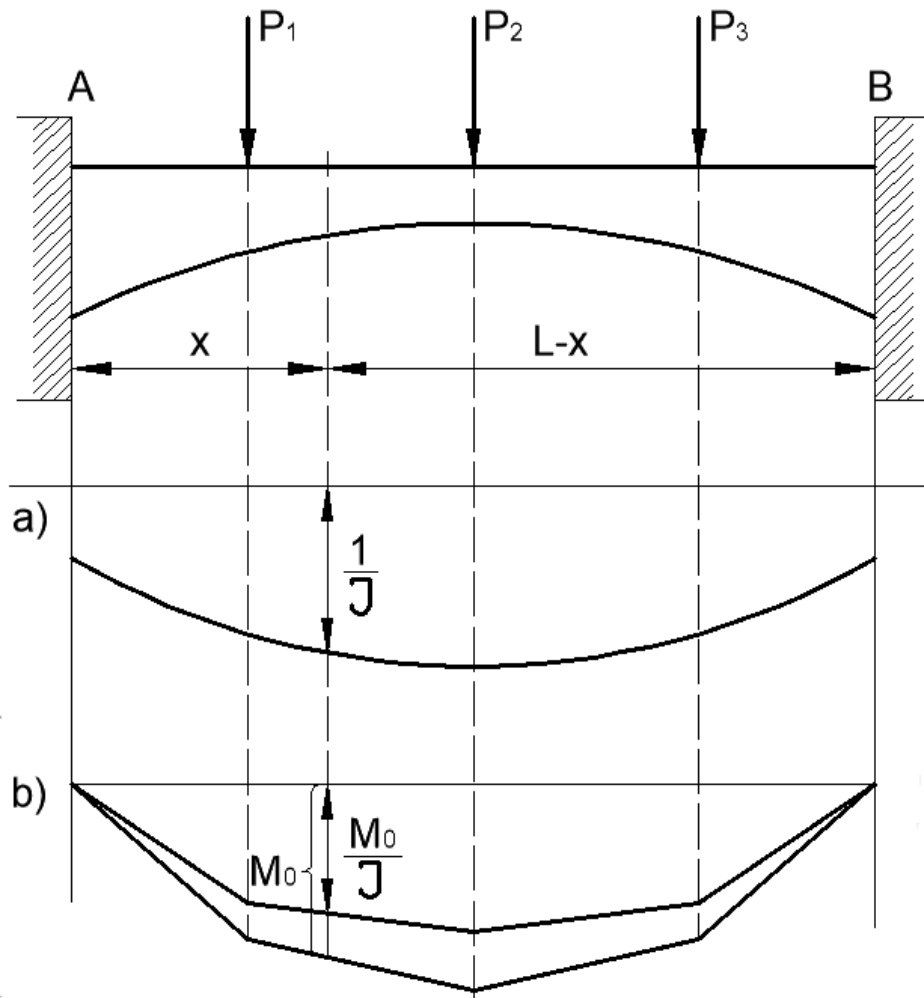


Рис. 2.

Угол прогиба образуемый линией прогиба простой балки которая загружена силой у левой опоры, с горизонталью можем рассматривать как левое опорное

давление свободной балки при ее нагрузке моментной площадью, взятой  $\frac{1}{EI}$  раз.

В поперечном сечении на расстоянии  $x$  от левого конца действует груз  $\frac{M_0 \cdot dx}{EI}$  на длину  $dx$ , где  $M_0$  – момент простой свободной балки.

Таким образом угол у левой опоры под влиянием груза  $P$  будет равен

$$\Theta_{1P} = \int \frac{M_0 dx(l-x)}{E \cdot I \cdot l} \quad (1)$$

Если модуль упругости  $E$  есть величина постоянная, то при переменном моменте инерции поперечного сечения получим:

$$El\Theta_{1P} = \int \frac{M_0(l-x)dx}{I} \quad (2)$$

Точно также мы получим по отношению углу прогиба у правой опоры:

$$El\Theta_{2P} = \int \frac{M_0 x dx}{I} \quad (3)$$

Напишем зависимости между зажимными и балочными моментами:

$$M' = \frac{l-x}{l} M_1 \quad (4)$$

$$M'' = \frac{x}{l} M_2 \quad (5)$$

Углы прогиба  $\Theta_1$  и  $\Theta_2$  под влиянием момента  $M_1$  левой опоры и углы прогиба  $\Theta_1'$  и  $\Theta_2'$  под влиянием момента  $M_2$  правой опоры определяются из уравнений:

$$El\Theta_1 = \int \frac{M'(l-x)dx}{I} = \frac{M_1}{l} \int \frac{(l-x)^2 dx}{I} \quad (6)$$

$$El\Theta_1' = \int \frac{M''(l-x)dx}{I} = \frac{M_2}{l} \left[ l \int \frac{xdx}{I} - \int \frac{x^2 dx}{I} \right] \quad (7)$$

$$El\Theta_2 = \int \frac{M' x dx}{I} = \frac{M_1}{l} \left[ l \int \frac{xdx}{I} - \int \frac{x^2 dx}{I} \right] \quad (8)$$

$$El\Theta_2' = \int \frac{M'' x dx}{I} = \frac{M_2}{l} \int \frac{x^2 dx}{I} \quad (9)$$

Полные углы в любом сечении получаются с помощью уравнения:

$$\begin{aligned} Ml(\Theta_{1P} + \Theta_1 + \Theta_1') &= El\Theta_1 = \\ &= \int \frac{M_0(l-x)dx}{I} + \frac{M_1}{l} \int \frac{(l-x)^2 dx}{I} + \frac{M_2}{l} \left[ l \int \frac{xdx}{I} - \int \frac{x^2 dx}{I} \right] \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} Ml(\Theta_{2P} + \Theta_2 + \Theta_2') &= El\Theta_2 = \\ &= \int \frac{M_0 x dx}{I} + \frac{M_1}{l} \left[ l \int \frac{xdx}{I} - \int \frac{x^2 dx}{I} \right] + \frac{M_2}{l} \int \frac{x^2 dx}{I} \end{aligned} \quad (11)$$

Где согласно рис. 1 означает

$\int \frac{M_0(l-x)dx}{I}$  – момент площади  $\frac{M_0}{I}$  в отношении опорной вертикали (В);

$\int \frac{M_0x dx}{I}$  – момент площади  $\frac{M_0}{I}$  в отношении опорной вертикали (А);

$\int \frac{(l-x)^2 dx}{I}$  – момент инерции площади  $\frac{1}{I}$  в отношении опорной вертикали (В);

$\int \frac{x^2 dx}{I}$  – момент инерции площади  $\frac{1}{I}$  в отношении опорной вертикали (А);

$\int \frac{x dx}{I}$  – момент площади  $\frac{1}{I}$  в отношении опорной вертикали (А);

$\frac{dx}{l}$  – упругий вес оси балки на длину  $dx$ ;

$\frac{1}{l}$  – упругий вес оси балки на длину 1;

### Заклучение

Нет преувеличения в том, что сейчас балки с переменными сечениями вдоль своей оси находят как можно широкое применение в различных машинных и строительных конструкциях, как каркасные элементы повышенной прочности и жесткости, применение таких элементов дает возможность замены массивных опорных и силовых элементов на более легкие и свободно выдерживающие те же нагрузки. Расчет таких балок является сложной задачей теории упругости и в настоящей работе дается более легкий метод решения этой задачи, которая дает возможность использовать его для практических целей.

### Литература:

1. Биргер И. А. Мавлютов Р. Р. - Соппротивление материалов. М. : Наука 1986г. 560с.;
2. Пономарев С. Д. - Расчеты на прочность в машиностроении. М, ГОНТИ 1956г. Т. 2 884с.;
3. Окопный Ю. А. Радин В. П. Чирков В. П. - Механика материалов и конструкций М. Машиностроение, 2001г.;
4. Феодосиев В. И. - Соппротивление материалов, М. Машиностроение, 1986г. 592с.



## **Determination of stressed-deformed state of variable-section beam rigidly embedded at ends**

**Zurab Mchedlishvili, Ivane Jikhvadze, Marina Losaberidze**

### **Abstract**

One of the methods of calculation for strength and rigidity widely used in various construction structures and machine units of statically undefined beams of variable cross section is considered in the article. The construction or operational static load acting on the elastic system is symmetrical in our case. The calculation of beams of this type is most easily carried out by the method of moment areas and represents the fundamental task of the construction mechanics of machines and construction structures.

## **ბოლოებში ხისტად ჩამაგრებული ცვლადი კვეთის მქონე კოჭის დაძაბულ დეფორმირებული მდგომარეობის განსაზღვრა**

**ზურაბ მჭედლიშვილი, ივანე ჯიხვაძე, მარინა ლოსაბერიძე  
რეზიუმე**

სტატიაში განხილულია სხვადასხვა საამშენებლო კონსტრუქციებსა და მანქანების აგრეგატებში გამოყენებადი, ცვლადი განივი კვეთის მქონე, სტატიკურად ურკვევი კოჭების სიმტკიცეზე და სიხისტეზე ანგარიშის ერთ-ერთი მეთოდი. დრეკად სისტემაზე მოქმედი საამშენებლო ან ექსპლუატაციური დატვირთვა ჩვენს შემთხვევაში არის სიმეტრიული. ასეთი დეროების ანგარიში შედარებით მარტივად კეთდება მომენტების ფართობების მეთოდის გამოყენებით და იგი წარმოადგენს მანქანებისა და შენობების საამშენებლო მექანიკის ფუნდამენტალურ ამოცანას.

УДК 621.9

## КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗУБЧАТО-РЫЧАЖНОГО ДВУХКОЛЕСНОГО ШАРНИРНОГО ЧЕТЫРЕХЗВЕННИКА

Зураб Мchedlishvili\*

*\*Асистент професор, Грузинский технический университет*

(Грузинский технический университет, ул. Костава №71, 0175,

Тбилиси, Грузия)

**Резюме:** В статье представлено кинематическое решение последовательного зубчато-рычажного механизма, т. е. такого в котором находящегося во внешнем зацеплении ведущее звено зубчатой кинематической цепи приводится во вращение ведомым звеном рычажной цепи и в котором нет ни одного подвижного звена, обеспечивающего постоянное межцентровое расстояние пары зубчатых колес. Геометрические особенности траектории механизма позволяют применять этот механизм в машинах, осуществляющих весьма разнообразные и сложные законы движения звеньев. В этих механизмах число подвижных звеньев рычажной цепи больше единицы и отключение зубчатой цепи от рычажной не изменяет степени подвижности последней.

**Ключевые слова:** механизм, звено, зубчатое колесо, траектория, рычаг.

### Введение

Зубчато-рычажные механизмы широко применяются в металлообрабатывающих станках а так же в машинах текстильной и легкой промышленности. При образовании Зубчато-рычажного механизма следует иметь в виду, что в рычажной части кинематической цепи степень подвижности  $W$  выше единицы и ее звенья имеют неопределенные движения. Параллельное соединение такой цепи с зубчатой кинематической цепью в том случае, когда одно или несколько зубчатых колес связаны жестко со звеньями рычажной кинематической цепи, обеспечивают полученному зубчато – рычажному механизму степень подвижности  $W = 1$ , а звеньям рычажной кинематической цепи – определенные заданные законы движения или определенные траектории движения их точек.

Основная часть

В настоящей работе рассмотрен зубчато – рычажный двухколесный шарнирный четырехзвенник с внешним зацеплением (рис. 1).

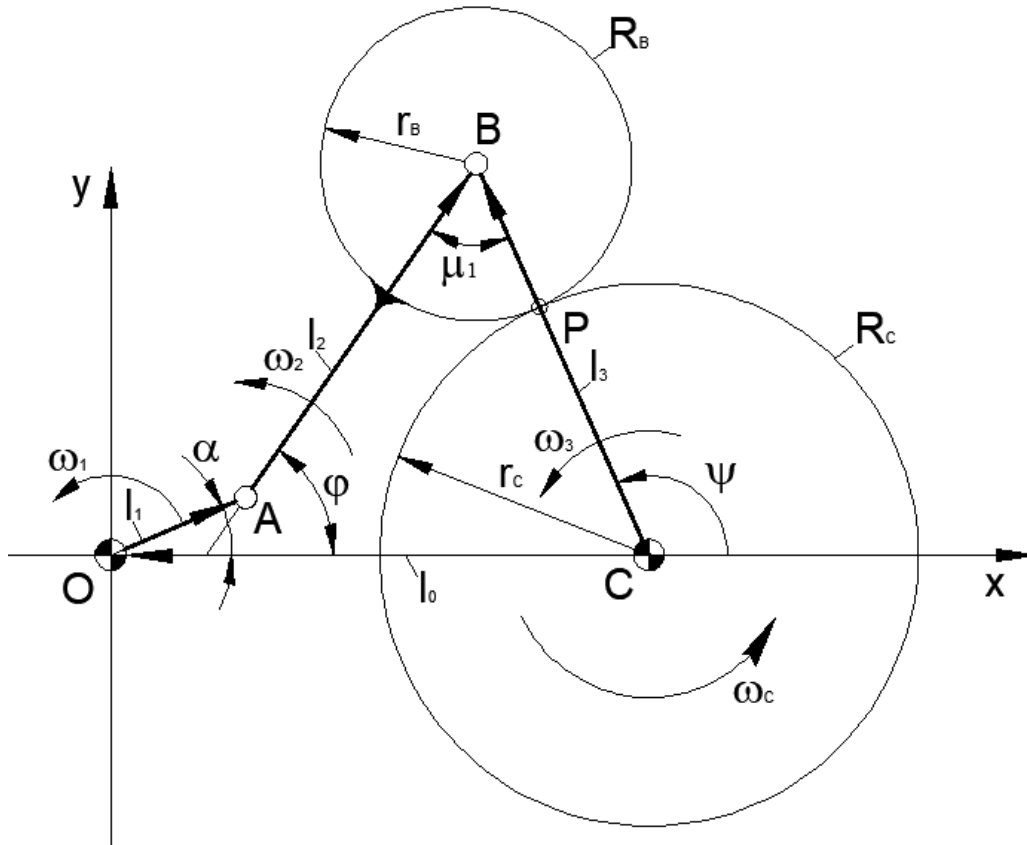


рис. 1.

для дифференциального механизма составленного из колес  $R_C$  и  $R_B$  и водила BC надо сначала формулу определяющую передаточное отношение, применив для этого метод обращения движения:

$$i_{\text{диф}} = \frac{\omega_B - \omega_3}{\omega_C - \omega_3} \quad (1)$$

Так как колесо  $R_B$  связано с шатуном то  $\omega_B = \omega_2$  и исходя из этого:

$$i_{\text{диф}} = i_{BC} = \frac{\omega_2 - \omega_3}{\omega_C - \omega_3} = -\frac{r_B}{r_C} \quad (2)$$

Отсюда можно определить угловую скорость ведомого колеса

$$\omega_C = \frac{l_3}{r_C} \cdot \omega_3 - \frac{r_B}{r_C} \cdot \omega_2 \quad (3)$$

Для получения выражения для аналога угловой скорости колеса  $R_C$ , надо разделить правые и левые части уравнения (3) на  $\omega_1$  и тогда будем иметь:

$$\frac{\omega_C}{\omega_1} = \frac{l_3}{r_C} \cdot \frac{\omega_3}{\omega_1} - \frac{r_B}{r_C} \cdot \frac{\omega_2}{\omega_1}, \quad (4)$$

Составим векторное уравнение замкнутости для кинематической цепи OABC

$$\vec{l}_1 + \vec{l}_2 - \vec{l}_3 + \vec{l}_4 = 0 \quad (5)$$

Этому уравнению соответствуют два уравнения проекций на оси координат:

$$l_1 \cos \alpha + l_2 \cos \varphi - l_2 \cos \psi - l_0 = 0 \quad (6)$$

$$l_1 \sin \alpha + l_2 \sin \varphi - l_2 \sin \psi = 0 \quad (7)$$

Продифференцируем по обобщенной координате  $\alpha$  эти выражения. Если мы примем во внимание, что

$$\frac{d\varphi}{d\alpha} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad \frac{d\psi}{d\alpha} = \frac{\omega_3}{\omega_1}$$

То получим аналоги угловых скоростей

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{l_1 \cdot \sin(\alpha - \psi)}{l_2 \cdot \sin(\psi - \varphi)} \quad (8)$$

$$\frac{\omega_3}{\omega_1} = \frac{l_1 \cdot \sin(\alpha - \varphi)}{l_2 \cdot \sin(\psi - \varphi)} \quad (9)$$

Подставляя полученные выражения для аналогов в уравнение (3) получим выражение для аналога угловой скорости ведомого звена:

$$\frac{\omega_C}{\omega_1} = \frac{l_1}{r_C} \cdot \left[ \frac{\sin(\alpha - \varphi)}{\sin(\psi - \varphi)} - \frac{r_B \cdot \sin(\alpha - \varphi)}{l_2 \cdot \sin(\psi - \varphi)} \right] \quad (10)$$

После этого продифференцируем выражение (3) по времени, в результате чего получим:

$$\varepsilon_C = \frac{l_3}{r_C} \cdot \varepsilon_3 - \frac{r_B}{r_C} \cdot \varepsilon_2. \quad (11)$$

Где через  $\varepsilon_2$ ,  $\varepsilon_3$  и  $\varepsilon_C$  обозначены угловые ускорения шатуна, коромысла и колеса  $R_C$ .

Для получения выражения для аналога углового ускорения колеса  $R_C$  разделим обе части уравнения (11) на  $\omega_1^2$  после чего получим:

$$\frac{\varepsilon_C}{\omega_1^2} = \frac{l_3}{r_C} \cdot \frac{\varepsilon_3}{\omega_1^2} - \frac{r_B}{r_C} \cdot \frac{\varepsilon_2}{\omega_1^2} \quad (12)$$

где  $\frac{\varepsilon_2}{\omega_1^2}$  и  $\frac{\varepsilon_3}{\omega_1^2}$  - аналоги угловых ускорений шатуна  $l_2$  и коромысла  $l_3$

четырёхзвенника OABC.

Для нахождения этих аналогов дифференцируем дважды уравнения (6) и (7) по обобщенной координате  $\alpha$  и примем во внимание, что

$$\frac{d^2\varphi}{d\alpha^2} = \frac{\varepsilon_2}{\omega_1^2} \text{ и } \frac{d^2\psi}{d\alpha^2} = \frac{\varepsilon_3}{\omega_1^2}$$

получим:

$$l_1 \cdot \cos\alpha + l_2 \cdot \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 \cdot \cos\varphi + l_2 \cdot \frac{d^2\varphi}{d\alpha^2} \cdot \sin\varphi - \\ - l_3 \cdot \left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 \cdot \cos\psi - l_3 \cdot \frac{d^2\psi}{d\alpha^2} \cdot \sin\psi = 0; \quad (13)$$

$$l_1 \cdot \sin\alpha + l_2 \cdot \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 \cdot \sin\varphi + l_2 \cdot \frac{d^2\varphi}{d\alpha^2} \cdot \cos\varphi - \\ - l_3 \cdot \left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 \cdot \sin\psi + l_3 \cdot \frac{d^2\psi}{d\alpha^2} \cdot \cos\psi = 0; \quad (14)$$

Чтобы получить выражения для аналогов угловых ускорений, надо воспользоваться уравнением (13) и использовать метод поворота осей координат, повернув их сначала на угол  $\varphi$  а потом на угол  $\psi$ , чтобы косинусы этих углов в некоторых членах этого уравнения стали равными единице, в результате чего получим два уравнения:

$$\frac{\varepsilon_2}{\omega_1^2} = \frac{d^2\varphi}{d\alpha^2} = \frac{l_1 \cdot \cos(\alpha - \psi) + l_2 \cdot \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 \cdot \cos(\psi - \varphi) - l_3 \cdot \left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2}{l_2 \cdot \sin(\psi - \varphi)} \quad (15)$$

$$\frac{\varepsilon_3}{\omega_1^2} = \frac{d^2\psi}{d\alpha^2} = \frac{l_1 \cdot \cos(\alpha - \psi) + l_2 \cdot \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 - l_3 \cdot \left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 \cdot \cos(\psi - \varphi)}{l_2 \cdot \sin(\psi - \varphi)} \quad (16)$$

Эти уравнения дают возможность определить угловые ускорения шатуна и коромысла только при вращении кривошипа с постоянной угловой скоростью, но если кривошип кроме этого имеет и угловое ускорение то формулы для определения ускорений шатуна и коромысла запишутся в следующем виде:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \cdot \frac{d\varphi}{d\alpha} + \omega_1^2 \cdot \frac{d^2\varphi}{d\alpha^2} = \varepsilon_1 \cdot \frac{l_1 \cdot \sin(\alpha - \psi)}{l_2 \cdot \sin(\psi - \varphi)} + \\ + \frac{l_1 \cdot \cos(\alpha - \psi) + l_2 \cdot \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 \cdot \cos(\psi - \varphi) - l_3 \cdot \left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2}{l_2 \cdot \sin(\psi - \varphi)} \cdot \omega_1^2; \quad (17)$$

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_1 \cdot \frac{d\psi}{d\alpha} + \omega_1^2 \cdot \frac{d^2\psi}{d\alpha^2} = \varepsilon_1 \cdot \frac{l_1 \cdot \sin(\alpha - \varphi)}{l_2 \cdot \sin(\psi - \varphi)} + \frac{l_1 \cdot \cos(\alpha - \psi) + l_2 \cdot \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 - l_3 \cdot \left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 \cdot \cos(\psi - \varphi)}{l_2 \cdot \sin(\psi - \varphi)} \cdot \omega_1^2 \quad (18)$$

Имея эти формулы, с помощью их можно найти линейные скорости и полные ускорения точек всех звеньев этого механизма.

### Заклучение

Нет преувеличения в том, что сейчас зубчато – рычажные механизмы прочно заняли свое положение в различных областях машиностроения, легкой и текстильной промышленности. Геометрические особенности траектории механизма позволяют применять этот механизм в машинах, осуществляющих весьма разнообразные и сложные законы движения звеньев. Зубчато – рычажные механизмы конструируются в самых разных разновидностях. одни из них удобно использовать для воспроизведения траекторий некоторыми точками их рычажных звеньев, а другие для обеспечения заданного закона движения. В данной статье рассмотрен последовательный зубчато – рычажный механизм в котором последовательное соединение рычажной и зубчатой кинематических цепей обеспечивает степень подвижности, равную единице. Выведены кинематические зависимости для этого механизма, обеспечивающие нахождение всех кинематических параметров его звеньев.

### Литература:

1. Артоболевский И. И. - Теория механизмов и машин М. Наука, 1988г. 639с.;
2. Левитский Н. И. - Теория механизмов и машин – М. Наука, , 1990г. 590с.;
3. Гавриленко В. А. - Теория механизмов - М. Наука, 1973г. 580с.;
4. Тимофеев Г. А. - Теория механизмов и механика машин – М. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017г. 566с.;
5. Сторожев В. В. - Машины и аппараты легкой промышленности – М. Академия, 2010г. 400с.

**ოთხრგოლა სახსრული კბილა-ბერკეტული  
მექანიზმის კინემატიკური კვლევა  
ზურაბ მჭედლიშვილი  
რეზიუმე**

სტატიაში წარმოდგენილია კბილა-ბერკეტული მექანიზმის კინემატიკის კვლევა, ე. ი. ისეთი მექანიზმის, რომელშიც გარე მოდებამი მყოფი კბილა მექანიზმის მიმყოლი რგოლი მოძრაობამი მოდის ბერკეტული ჯაჭვის ამძრავი რგოლის მეშვეობით და რომელშიც არ არის არც ერთი მოძრავი რგოლი რომელიც უზრუნველყოფს კბილანებს შორის მუდმივ ცენტრთაშორის მანძილს. მექანიზმის ტრაექტორიის თავისებურებები საშუალებას იძლევიან ეს მექანიზმი გამოყენებული იქნეს ისეთ მანქანებში, რომლებშიც მათი რგოლები ასრულებენ მრავალგვარ რთულ მოძრაობებს. ამ მექანიზმებში ბერკეტული ჯაჭვის მოძრავი რგოლების რაოდენობა არის ერთზე მეტი და ბერკეტული ჯაჭვის გამორთვა კბილა ჯაჭვიდან არ ცვლის კბილა ჯაჭვის მოძრაობის ხარისხს.

**Kinematic investigation of gear-lever  
two-wheeled articulated four-link**

**Zurab Mchedlishvili**

**Abstract**

The article presents a kinematic solution of a serial gear-lever mechanism, that is, in which an externally engaged drive link of a gear kinematic chain is rotated by a driven link of a lever chain and in which there is not a single movable link providing a constant center-to-center distance of a pair of gears. The geometric features of the mechanism trajectory allow this mechanism to be used in machines that implement very diverse and complex laws of motion of links. In these mechanisms, the number of movable links of the lever chain is more than one and disconnection of the gear chain from the lever chain does not change the degree of mobility of the latter.

უაკ 878-9941-14-66-7

## სამშენებლო მანქანების მონტაჟი და დემონტაჟი დავით ბაქრაძე\*, ნიკოლოზ ნარეშელაშვილი\*\*

*\*მოწვეული ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*\*\*შპს „არტეკ ცენტრი“-ს დირექტორი*

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

**რეზიუმე:** სამშენებლო მანქანების მონტაჟისა და დემონტაჟის პროცესები მათი ექსპლუატაციისა და მომსახურების განუყოფელ ნაწილს წარმოადგენს ამასთან მონტაჟისა და დემონტაჟის ტექნიკური მოთხოვნილებების ზუსტი დაცვით. ამ პროცესების მოთხოვნილებების მიხედვით შესრულება მანქანების ეფექტური ექსპლუატაციისა და მათი მუშაობის სრულ გარანტიას წარმოადგენს. ამის გამო მანქანების მონტაჟისა და დემონტაჟის თანამდევი მოქმედებებისათვის მზადყოფნა ამით დასაქმებული სპეციალისტების პირველი რიგის ამოცანას წარმოადგენს.

**საკვანძო სიტყვები.** მონტაჟი, დემონტაჟი, ექსპლუატაცია, ტექნოლოგია, ლუბები, ხიმინჯები, ძელორე, ანკერი, ბლოკი, ლითონკონსტრუქციები, ჯოჯგინები, ფიცარნაგი, ანძა.

### შესავალი

მანქანების მონტაჟის ტექნოლოგიური პროცესი გულისხმობს მანქანის დაყენების, აწყობის, გაშვების და გამართვის პროცესების უზრუნველყოფის ერთიანობას, ტექნიკური პირობებისა და ნახაზების შესაბამისად. მონტაჟის ტექნოლოგიური პროცესი დამოკიდებულია ქარხანა-დამამზადებლის მიერ შემოყვანილი მანქანის მდგომარეობაზე.

მანქანის ყველა ელემენტის აწყობის თანმიმდევრობა და ხარისხიანი მონტაჟი შესაძლებელია აწყობისა და მონტაჟის ტექნოლოგიური პროცესის სწორი შესრულებით.

### ძირითადი ნაწილი

მანქანების მონტაჟისა და დემონტაჟის პროცესი დაკავშირებულია რიგ სირთულეებთან. ამის გამო იგი სხვადასხვა ეტაპებად იყოფა: მოსამზადებელი,



საჭირო მოწყობილობების გამოყენების, მასალებისა და მუშახელის, სამონტაჟო მოედნის მომზადების გრაფიკების შედგენით ამასთან მანქანების მუშა ნახაზები და მათ პასპორტებში მითითებული აწყობის ტექნიკური პირობების ჩვენებით.

სამონტაჟო სამუშაოების ორგანიზაციის ხერხები განსხვავდებიან სამშენებლო და სპეციალური სამუშაოების შესრულების მიხედვით. თუ ტექნოლოგიური მოწყობილობების მონტაჟს აწარმოებენ ძირითადი სამშენებლო სამუშაოებისაგან დამოუკიდებლად ასეთ ორგანიზაციას მიმდევრობითს უწოდებენ, ხოლო თუ მონტაჟის სამუშაოები მიმდინარეობს სამშენებლო სამუშაოებთან ერთად მაშინ ორგანიზაცია შეთავსებული ან პარალელურია.

მშენებლობის მოცულობის სწრაფი ზრდა მოითხოვს სამშენებლო მანქანების და მექანიზმების მუდმივად მზარდ რაოდენობას. ამავე დროულად ამ პრობლემის გადაწყვეტა მათი რაოდენობის უბრალო გაზრდით შეუძლებელია. ამასთან დაკავშირებით მანქანების გამართულ მდგომარეობაში შენარჩუნდება მათი მუშაობის მთელი ვადის განმავლობაში პირველი რიგის ამოცანას წარმოადგენს. მისი გადაწყვეტა შესაძლებელია სამშენებლო მანქანების მხოლოდ მაღალხარისხოვანი ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის შემთხვევაში.

თანამედროვე პირობებში შეიქმნა მეცნიერებისა და ტექნიკის მაღალი დონის სრულფასოვანი სამშენებლო მანქანების რემონტის ტექნოლოგია, რომლის სწორი გამოყენება საშუალებას იძლევა მიღებულ იქნეს მაღალი პრაქტიკული მაჩვენებლები.

სამშენებლო მანქანების მონტაჟისა და დემონტაჟის პროცესები მათი ექსპლუატაციისა და მომსახურების განუყოფელ ნაწილს წარმოადგენს. ტექნიკური მოთხოვნილებების ზუსტი დაცვა მონტაჟისა და დემონტაჟის პროცესების შესრულების დროს მანქანის ეფექტური ექსპლუატაციისა და მუშაობის სრულ გარანტიას წარმოადგენს.

სამშენებლო მანქანები, რომელთა გაბარიტული ზომები ჭარბობენ სარკინიგზო და საგზაო ტრანსპორტის გაბარიტებს, ექსპლუატაციის ადგილამდე შეაქვთ და პროცესის დასრულების შემდეგ გამოაქვთ დაშლილი სახით. ამის გამო

უშუალოდ ექსპლუატაციის პირობებში საჭიროა ჩატარდეს მანქანების სამონტაჟო-სადემონტაჟო სამუშაოები.

სამშენებლო მანქანების მონტაჟის შეიცავს შემდეგ ძირითად ეტაპებს:

მოსამზადებელი, რომელიც მონტაჟის დროს 50% იკავებს, და შედგება დოკუმენტაციის მომზადების, მონტაჟის ტექნოლოგიური პროცესის დამუშავების, საჭირო მოწყობილობების გამოყენების, გაანგარიშებისა და შედგენის გრაფიკის მასალებისა და სამუშაო ძალის, სამონტაჟო მოედნის მომზადების, ღუზების დაყენების, ამწყობი ბრიგადის შესაბამისი ინსტრუქტაჟის ჩატარების, სამონტაჟო მანქანის შემოყვანისა და მომზადების მისი საჭირო თანმიმდევრული პროცესებისაგან აწყობისათვის. მოსამზადებელი ეტაპის ჩატარებისათვის გამოიყენება მანქანის მუშა ნახაზები და მის პასპორტში მითითებული აწყობის ტექნიკური პირობები, რომელიც გამოიხატება უშუალოდ საჭირო საძირკვლების მოწყობაში და მანქანის აწყობაში;

დამამთავრებელი, რომლის პროცესში აწყობილ მანქანას გამოცდიან და შეყავთ ექსპლუატაციაში.

მონტაჟისათვის ასაწყობი მოედნის მომზადების დროს აუცილებელია მისაყვანი გზების მოწყობა, მოედანი უნდა გაიწმინდოს უცხო საგნებისაგან და შეიღობოს სამონტაჟო სამუშაოების უსაფრთხო ჩატარებისათვის. ასაწყობი მოედნის ზომები უნდა იძლეოდნენ საშუალებას ყველა სამონტაჟო ოპერაციების ჩატარებისათვის.

დიდი ზომის მანქანების მონტაჟის დროს საყრდენი წერტილების შექმნისათვის მათ ასაწევად სამონტაჟო მოედნებზე აწყობენ ღუზებს, რომლებიც დანიშნულების მიხედვით არსებობენ:

ხიმინჯოვანი, რომლებიც შედგებიან ერთი ან ერთმანეთთან დაკავშირებული მიწაში ჩასმული ხიმინჯებისაგან, რომლებიც გამოიყენებიან მკვრივ გრუნტებში 1-დან 10-ტონამდე დატვირთვების ფარგლებში;

ჩასატანებელი, რომლებიც წარმოადგენენ გრუნტში გათხრილ თხრილებში ჩაწყობილ (1-4 მ სიღრმეზე) ჰორიზონტალურ მორებს ან ლითონის კოჭებს ზევიდან დაყრილი ბალასტით 3-40 ტ დატვირთვების მიღებით;

ძელყოფილი, რომლებსაც აქვთ მნიშვნელოვანი მასა და თავის თავზე იღებენ ჰორიზონტალურ და დახრილ დატვირთვებს. ასეთი ტიპის ღუზები შეიძლება იყოს, როგორც ერთჯერადი გამოყენების, ისე ინვენტარული.

მანქანებს ამაგრებენ საძირკვლებთან ანკერული ხრახნების დახმარებით, რომლებსაც ითვლიან ხრახნების გაწყვეტისათვის საჭირო ძალების ტოლობისა და საძირკვლის მასალის სიღრმეზე ჩამაგრების ამოგლეჯის პირობით. ბეტონის საძირკვლებისათვის საშუალოდ რეკომენდირებულია საანკერო ხრახნების ჩამაგრების სიღრმე  $H$ (მმ) მიღებული იქნეს ფორმულით

$$H = 10D,$$

სადაც  $D$  საანკერო ხრახნის დიამეტრია, მმ.

მანქანებს აყენებენ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში საწვევლებისა და დასაყენებელი სოლების დახმარებით, ხოლო გასწორებას თარაზოს საშუალებით.

სამშენებლო მანქანების მონტაჟისათვის იყენებენ თანდათანობით წაზრდის მეთოდებს და აწყობას მსხვილ ბლოკებად.

პირველ შემთხვევაში დეტალებს და ასაწყობ ერთეულებს თანდათან აწვდიან ასაწყობად და ამაგრებენ წინასწარ დაყენებულ ნაწილებზე. მოცემული მეთოდი ნაკლებად მწარმოებლურია და ძირითადად გამოიყენება შესაბამისი ტვირთამწეობის ამწე-მექანიზმების არ არსებობის შემთხვევაში. მანქანების მონტაჟი მსხვილი ბლოკების მეთოდით უფრო რაციონალურია და შედგება მთლიანი სექციების აწყობით მიწის ზედაპირზე პარალელური შესრულებით.

რთული ლითონკონსტრუქციების აწყობამდე აუცილებელია შემოწმდეს და მოერგოს მათი პირაპირები და ერთდროულად შეირჩეს შესაბამისი სამაგრი და დამხმარე დეტალები. ლითონკონსტრუქციების საკონტროლო აწყობის დროს საჭირო მათი პირაპირების და შეერთებების გულდასმით მარკირება. ლითონკონსტრუქციის მონტაჟის დროს თავიდან ხდება მათი დამაგრება რამოდენიმე ხრახნით, ხოლო შემდეგ თანაბრად უჭერენ ყველა ხრახნულ შეერთებებს. თუ აწყობის პროცესში აუცილებელია შედუღების ოპერაციების შესრულება, მაშინ თავიდან მოხდება ყველა ლითონკონსტრუქციების დამაგრება, შემოწმება მათ და მხოლოდ ამის შემდეგ მთლიანად შედუღება.

ლითონკონსტრუქციების მონტაჟისათვის იყენებენ ჯოჯგინებს, ფიცარნაგებს, ამწეებს და „მიწოდებელ“ სამონტაჟო ანძებს, რომელთა გამოყენება განსაკუთრებით რაციონალურია მნიშვნელოვანი სიგრძის ლითონკონსტრუქციების აწევის დროს.

უკანასკნელ დროს სამშენებლო მანქანების უფრო დიდ რაოდენობას აპროექტებენ, მათი თვითაწევის შესაძლებლობით და დამხმარე სამონტაჟო საშუალებების მინიმალური ჩართვით.

მანქანების დემონტაჟი წარმოებს, როგორც წესი მონტაჟის შებრუნებული რიგით და მოითხოვს იგივე მოსამზადებელ სამუშაოებს. მანქანების დემონტაჟის დროს ტრანსმისიის შემდგომი ხარისხიანი მონტაჟისათვის საჭიროა დეტალების წინასწარი მარკირება, რომელიც უჩვენებს მათ საწყის მდგომარეობას და ითვალისწინებს საწარმოო მიმუშავებას.

მოწყობილობების მონტაჟის დაწყებამდე შენობებში და ნაგებობებში და ღია მოედნებზე სრულდება ყველა ის სამუშაოები, რომლებიც აუცილებელია მონტაჟის შეუფერხებელი წარმოებისათვის.

სამონტაჟო სამუშაოების წარმოების ადგილთან მომიჯნავე ტერიტორიას უნდა გააჩნდეს საკმარისი სიგანის მისასვლელი გზები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მონტაჟის ზონაში მოწყობილობებისა და მასალების ნორმალურ მიწოდებას. მოედნები მოწყობილობების შენახვისა და გამამსხვილებელი აწყობისათვის, უნდა იქნენ კარგად დატკეპნილი და დაცული ზედაპირული და გრუნტის წყლებით დატბორვისაგან.

მოწყობილობების მონტაჟისათვის საჭირო შენობის ექსპლუატაციაში მისაღებად აუცილებელია ყველა სამშენებლო სამუშაოების დამთავრება: კედლების აშენება, სართულშუა გადახურვების მოწყობა, ტექნოლოგიური მოწყობილობებისათვის ფუძეებისა და საძირკვლების აგება, ამწქვეშა გზების დაეწყობა და ამწეები მონტაჟისათვის ჩაბარება, აგრეთვე საჭიროა შესრულდეს სხვა სამშენებლო სამუშაოები. სათავსოების შემომზადდველ და მზიდ კონსტრუქციებში უნდა იქნეს დატოვებული და ჩადებული სამონტაჟო ღიობები, მოწყობილობების, სამაგრი დეტალების სამონტაჟო სამარჯვების საკიდელებისათვის – კოჭები, ჩარჩოები, კაკვები და სხვა. შენობის კონსტრუქციებზე დატანილი უნდა იქნენ

მთავარი ღერძები და მოწყობილი იყოს რეპერები აბსოლუტური სიმაღლის აღნიშვნებით. მოწყობილობების მონტაჟისათვის ბარდება საძირკვლები და ფუძეები პროექტისა და მომქმედი ტექნიკური პირობების შესაბამისად მოწყობილობებისათვის საძირკვლების წარმოებაზე და მიღებაზე მსხვილი გაბარიტული ზომების მქონე მოწყობილობებისათვის საძირკვლები (მილოვანი წისქვილები, სამსხვრევეები და სხვა) იგებიან და ბარდებიან ცალკე მათი მზაობის შესაბამისად სამშენებლო სამუშაოების დამთავრებამდე.

საძირკვლების აგება ჩვეულებრივად ხდება ცალკეული საყრდენების სახით, რომელთა კონსტრუქციული ზომები განისაზღვრება გრუნტის მზიდუნარიანობის, კლიმატური პირობების, გრუნტის წყლების არსებობის, საძირკვლების მასალის, მათი აგების ხერხისა და სხვა პირობების გათვალისწინებით საძირკვლების ჩაღრმავება დამოკიდებულია მათზე დატვირთვის სიდიდეზე, გრუნტის თვისებებზე. მომიჯნავე ნაგებობის საძირკვლების ჩაღრმავებაზე საძირკვლებს ამზადებენ აგურის ქვის, ბეტონის და რკინაბეტონისაგან.

საძირკვლები, როგორც წესი მზადდება ნახაზების მიხედვით, რომლებშიც მანქანის შემაერთებელი ზომების გარდა, მინიშნებულია საძირკვლების ღერძების მდებარეობა შენობის ღერძების ან სხვა მანქანების მიმართ მოცემულია ყველა ზედაპირების მაღლივი ნიშნულები, აღნიშნულია ჩასაწყობი ნაწილებისა და ჭების განლაგება საანკერო ხრახნებისათვის. მანქანის ღერძული ხაზების დაკვალვა შეიძლება წარმოებულ იქნეს წვრილ მავთულზე დაშვებული შვეულებით სხვადასხვა ინსტრუმენტების გამოყენებით. საძირკვლის ბეტონის სიმტკიცე უნდა შეესაბამებოდეს საპროექტო სიდიდეს. მას ამოწმებენ საძირკველთან ერთად დამზადებული ლაბორატორიული საცდელი ნიმუშების გამოცდის შედეგების მიხედვით.

საძირკველზე დაყენების წინ სადგარის საყრდენი ნაწილები და დასამონტაჟებელი მანქანის სხვა საბაზო დეტალები გულდასმით უნდა იქნენ გაწმენდილი ჭუჭყისაგან და ზეთისაგან, რის შემდეგ დაუშვებენ საძირკველზე და იწყებენ მათი მდგომარეობის გასწორებას საპროექტო ღერძებისა და ნიშნულების მიმართ. სადგარის მდგომარეობას დასაკვალავი ღერძების მიმართ ამოწმებენ შესაბამისი ღერძების მიხედვით დაჭიმულ სიმზე გადაგდებული შვეულით

ღერძების მიხედვით სადგარის გასწორების შემდეგ იწყებენ სადგარის – დასაყენებელი ბაზის ზუსტ გასწორებას ჰორიზონტალურ სიბრტყეში სოლების ან ხრახნულ სოლური წევარების დახმარებით. ჰორიზონტალობას ასწორებენ სახაზავით და უნივერსალური თარაზოთი ან სადგარის დამუშავებულ ზედაპირებზე დაყენებული ჩარჩოსებრი თარაზოთი დასაკვალავი ღერძების მიმართულებით. მოწყობილობების გასწორება მნიშვნელოვნად მარტივდება სპეციალური სამონტაჟო სამარჯვების გამოყენებით (საწეველები, სოლები, პრიზმები, მომჭერი სამარჯვები და სხვა).

სამონტაჟო სამუშაოების ორგანიზაციის ხერხები განსხვავდებიან სამშენებლო და სპეციალური სამუშაოების შესრულების დამოკიდებულებით თუ ტექნოლოგიური მოწყობილობების მონტაჟს აწარმოებენ ძირითადი სამშენებლო სამუშაოების დასრულების შემდეგ, მაშინ სამუშაოების ორგანიზაციას მიმდევრობითს უწოდებენ, ხოლო თუ მონტაჟის სამუშაოები მიმდინარეობს სამშენებლო სამუშაოების შესრულების პარალელურად ასეთ ხერხს შეთავსებულ, ან პარალელურს უწოდებენ.

### მანქანების მონტაჟის ტექნოლოგია

მანქანების მონტაჟის ტექნოლოგიური პროცესის გეგმა უკავშირდება მანქანის ნახაზებისა და ტექნიკური პირობების შესაბამისად დაყენების, აწყობის, გაშვების და რეგულირების ერთიანობასა და თანმიმდევრობის ოპერაციების უზრუნველყოფას. მონტაჟის ტექნოლოგიური პროცესი დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა სახით შემოყავს მანქანა ქარხანა-დამამზადებელს. დიდი ზომის მანქანები დაყენების ადგილზე შემოდინან ცალკეული დეტალებისა ან კონსტრუქციების სახით (დაზგები, ჩარჩოები და სხვა), მსხვილი კვანძები (რედუქტორები, დოლები, საკისრები, კვანძები და სხვა) და ბოლოს სხვადასხვა წვრილი კვანძები და დეტალები. შემდგომში საჭიროა მათი შეერთება ერთ მთლიანობაში, მანქანის ყველა ელემენტების ხარისხიანი აწყობისა და მონტაჟის სწორი თანმიმდევრობის უზრუნველყოფით. ამ ამოცანის გადაწყვეტა შესაძლებელია აწყობისა და მონტაჟის ტექნოლოგიური პროცესის სწორი მოწყობით. ამ პროცესის დამუშავებას წინ უნდა

უძლოდეს მანქანის კონსტრუქციის ანალიზი და მისი ასაწყობი ელემენტების შესწავლა. თუ დასამონტაჟებელია ქარხნის მიერ მოწოდებული მოწყობილობა, მთლიანად აწყობილი სახით, არ არის აუცილებლობა გამამსხვილებელი აწყობისათვის მოედნის არსებობის გათვალისწინება, მაგრამ საჭიროა ტვირთამწევი მექანიზმების გათვალისწინება, რომლებსაც შესწევთ უნარი აწიონ ქარხნის მიერ აწყობილი მანქანა. ასეთი ტვირთამწევი მანქანების არქონის შემთხვევაში აუცილებელია გათვალისწინებული იქნეს ასეთი მოწყობილობების მოწოდება დაშლილი სახით კვანძებად ან მათი დაშლა მანქანა ბლოკებად სამონტაჟო მოედანზე.

მოწყობილობების მონტაჟისათვის მონტაჟის ძირითად მეთოდებს დღევანდელ პირობებში წარმოადგენენ ინდუსტრიული, გამსხვილებული ბლოკებით და მონტაჟი ადგილზე.

**მონტაჟის ინდუსტრიული მეთოდი** – მეთოდი, რომლის დროს მანქანის მონტაჟი მიმდინარეობს თითქოსდა „ბორბლებიდან“. ამ მეთოდით შეიძლება დამონტაჟდეს ყველა გაბარიტული და არაგაბარიტული მოწყობილობების ნაწილი, რომლის წონა არსებული ამწეების ტვირთამწეობის ფარგლებშია. ვინაიდან ყველა მოწყობილობა არ შეიძლება იყოს დამონტაჟებული ინდუსტრიული მეთოდით და ამისათვის მიღებულია აღინიშნოს ამა თუ იმ ობიექტზე ინდუსტრიალიზაციის ხარისხის შესახებ. ინდუსტრიალიზაციის ხარისხის გაგება უკავშირდება ინდუსტრიალიზაციის მეთოდით შესრულებული სამონტაჟო სამუშაოების მოცულობას, გამოხატულს რაიმე ერთეულებში (ცალებში, ტონებში, კაც-დღეებში და სხვა) ფარდობა სამუშაოების მთელ მოცულობასთან. ინდუსტრიული მეთოდის დროს ოპერაციების მაქსიმალური რაოდენობა მოწყობილობების აწყობაზე და გამოცდაზე გაითვალისწინებულია ქარხნებში ან სამონტაჟო სახელოსნოებში.

გამსხვილებული ბლოკებით მონტაჟის მეთოდის ძირითად დებულებებია:

- 1) ქარხნიდან მოწყობილობების მიღება აგრეგატების, ან ბლოკების სახით ან კვანძებისა და ბლოკების გამსხვილება გამამსხვილებელი აწყობის მოედანზე;
- 2) მოწყობილობების შემოტანა მონტაჟის ზონაში აგრეგატებად ან ბლოკებად;

3) სამონტაჟო სამუშაოების ჩატარება სამშენებლო სამუშაოებთან პარალელურად შეთავსებული გრაფიკით.

სამონტაჟო ბლოკს უწოდებენ მოწყობილობების ნაწილს მოცემული ბლოკის კუთვნილი მთლიანად დამონტაჟებული ელემენტებით, ასე, რომ მონტაჟის დროს რჩება მხოლოდ მისი შეერთება მოწყობილობის ადრე დამონტაჟებულ ნაწილთან. მსხვილბლოკოვანი მონტაჟი საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად შემცირდეს სამონტაჟო სამუშაოების წარმოების ვადები, ვინაიდან ცალკეული ბლოკები შეიძლება აიწყოს ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად, სხვადასხვა ადგილზე ერთი და იგივე დროს და პარალელურად ტარდებოდეს დამზადებული გამსხვილებული ბლოკების საძირკველზე დაყენება და მონტაჟი. მსხვილბლოკოვანმა მონტაჟმა ფართო გამოყენება ჰპოვა ცემენტის მბრუნავი ღუმელების, გამშრობი დოლების და სხვა მსხვილი გაბარიტული ზომების მქონე მოწყობილობების მონტაჟისათვის.

ადგილზე მონტაჟის მეთოდი ხასიათდება მოწყობილობების ცალკეული დეტალებისა და კვანძების უშუალოდ დაყენების ადგილზე აწყობით. ადგილზე მონტაჟი შეიძლება იყოს წარმოებული მარტივი სატაკელაჟო საშუალებების გამოყენებით (ტალებით, ჯალამბარებით, წევარებით და სხვა) მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ასეთი მონტაჟი მოითხოვს დიდ დროს, თხოულობს მემონტაჟეების მაღალ კვალიფიკაციას, ვინაიდან მორგებისა და შემოწმების ყველა ოპერაციები სრულდება მონტაჟის პროცესში უხერხულ და არახელსაყრელ პირობებში. ადგილზე მონტაჟის გამოყენება სასურველია იყოს შემთხვევაში, თუ შეუძლებელია ან მიზანშეუწონელია ინდუსტრიული მეთოდის ან გამსხვილებული ბლოკების მონტაჟის მეთოდის გამოყენება.

### დასკვნა

სტატიაში განხილული მონტაჟის ძირითადი მეთოდების შერჩევა ითვალისწინებს აღნიშნული პროცესის გამარტივებას და ხარჯების შემცირებას, ქარხანა-დამამზადებლის მიერ მისი პროდუქციის გაბარიტული ზომებისა და წონის შერჩევა მონტაჟის ადგილზე არსებული მდგომარეობის გათვალისწინებით. აქ იგულისხმება სამონტაჟო მანქანა მოწყობილობის აწყობის პროცესი საამქროში ან ღია სამონტაჟო მოედანზე.



ადგილზე მონტაჟის პროცესი შედარებით მარტივია, მაგრამ მოითხოვს დიდ დროს და მემონტაჟეების მაღალ კვალიფიკაციას. ადგილზე მონტაჟის გამოყენება სასურველია იმ შემთხვევაში, თუ შეუძლებელია ან მიზანშეუწონელია ინდუსტრიული მეთოდის ან გამსხვილებულ ბლოკებად მონტაჟის მეთოდის გამოყენება.

### **გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:**

1. Строительные машины. Под редакцией проф. Д.П. Волкова. Москва. «высшая школа», 1988;
2. Дроздов Н.Е., Сапожников М.Я. Ремонт и монтаж оборудования заводов строительных материалов. Издательство литература по строительству. Москва, 1967;
3. Петров И.В. Ремонт строительных машин на строительной площадке. Москва. «высшая школа», 1979.

## **Installation and dismantling of construction equipment**

**Davit Bakradze, Nikoloz Nareshelashvili**

### **Abstract**

The process of assembly and disassembly of construction equipment is an integral part of their operation and maintenance, while the technical requirements for assembly and disassembly are strictly observed. Performing these processes in accordance with the requirements is a complete guarantee of the efficient operation of the machines and their performance. In this regard, preparation for the subsequent actions of assembling and disassembling machines is the first task of the hired specialists.

## **Монтаж и демонтаж строительных машин**

**Давит Бакрадзе, Николоз Нарешелашвили**

### **Резюме**

Монтаж и демонтаж строительных машин представляем нераздельную часть эксплуатаций и обслуживания этих машин, при этом точным соблюдением технических требований монтажа и демонтажа. Выполнение этих процессов по данным требованиям представляем собой полную гарантию эффективной эксплуатации и работы машин. По этому готовность к действиям присущих монтажа и демонтажа машин представляет первостепенной задачей занятых этими процессами специалистов.

უაკ 878-9941-14-66-7

## შრომის უსაფრთხოება მანქანების ტექნიკური მომხმარებლისა და რემონტის დროს დავით ბაქრაძე\*, ნიკოლოზ ნარეშელაშვილი\*\*

*\*მოწვეული ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*\*\*შპს „არტეკ ცენტრი“-ს დირექტორი*

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

**რეზიუმე:** შრომის დაცვა წარმოადგენს საკანონმდებლო აქტებისა და შესაბამისი ღონისძიებების სისტემას, მოწოდებულს უზრუნველყოს მშრომელთა უსაფრთხოება, ჯანმრთელობა და შრომისუნარიანობა. შრომის დაცვის შემადგენელ ნაწილებს წარმოადგენენ შრომის კანონმდებლობა, უსაფრთხოების ტექნიკა და საწარმოო სანიტარია. შრომის კანონმდებლობის საფუძველს კონსტიტუციაზე ბაზირებული შრომის კანონების კოდექსის დებულებები წარმოადგენენ. ამასთან ერთად სანტექზედამხედველობისა და სახელმწიფო სანიტარული ინსპექციის ნორმები და წესები შესაბამისი სამშენებლო ნორმებისა და წესების მოთხოვნილებები.

**საკვანძო სიტყვები:** უსაფრთხოება, კანონმდებლობა, სანიტარია, ხელშეკრულება, ღონისძიება, ინსტრუქტაჟი, ნორმები, ეფექტურობა, სტანდარტი, რეგლამენტი, ხმაური, ვიბრაცია, რემონტი, მონტაჟი.

### შესავალი

სახელმწიფოში შრომის დაცვის უმნიშვნელოვანესი ღონისძიებები საერთო სახალხო საქმეს წარმოადგენენ და ითვალისწინებენ მნიშვნელოვანი ღონისძიებების ჩატარებას, უსაფრთხოების ტექნიკისა და საწარმოო სანიტარიის გაუმჯობესებისათვის.

ყველა ამ ღონისძიების საჭირო ეფექტი მაღალი იქნება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ყველა საწარმოო პროცესის უშუალო მონაწილეები გულდასმით ისწავლიან და დაიცავენ ტექნიკურ უსაფრთხოებისა და საწარმოო სანიტარიის

მოთხოვნებს და წესებს. მათი შესრულება სავალდებულოა, როგორც შემსრულებლებისათვის ისე ადმინისტრაციისათვისაც.

შრომის უსაფრთხოების სტანდარტების სისტემა მოიცავს სახალხო მეურნეობის ყველა დარგს, სამუშაოებისა და პროცესების ყველა სახეობების გათვალისწინებით.

### **ძირითადი ნაწილი**

ინსტრუქტაჟი შრომის უსაფრთხოებისა და საწარმოო სანიტარიის შესახებ – ერთ ერთი მნიშვნელოვანი ღონისძიებაა, რომელიც უზრუნველყოფს მუშაობის უსაფრთხოებას მანქანების ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის დროს. ხსენებული ინსტრუქტაჟის გაუვლელად მუშები სამუშაოზე არ დაიშვებიან.

წარმოებაში გათვალისწინებულია რამოდენიმე სახის ინსტრუქტაჟის ჩატარება: **შესავალი**, შესასრულებელი მომუშავის მიღების დროს, **სამუშაოს ადგილზე**, განსახორციელებელი სამუშაოზე დაშვების დროს, **ყოველდღიური**, ჩასატარებელი მუშაობის პროცესში და **გამეორებული**, რომელსაც ატარებენ ყოველ სამ თვეში ერთხელ. ინსტრუქტაჟის ჩატარების შესახებ აკეთებენ ჩანაწერებს რეგისტრაციის ჟურნალში, რომელიც შედგენილია დამტკიცებული ფორმის მიხედვით.

ცნობილია, რომ ადამიანზე ხმაურისა და ვიბრაციის ხანგრძლივი ზემოქმედება იწვევს გულ-სისხლძარღვთა სისტემისა და სმენის ორგანოების სერიოზულ დარღვევებს. დამტკიცებულია და მოქმედებაშია „სანიტარული ნორმები და წესები“ სამუშაო ადგილზე ვიბრაციისა და ხმაურის შეზღუდვის შესახებ.

### **შრომის უსაფრთხოების საერთო დებულებები**

შრომის დაცვას უწოდებენ საკანონმდებლო აქტების სისტემას და შესაბამის ღონისძიებებს, მოწოდებულს უზრუნველყოს მშრომელთა უსაფრთხოება, ჯანმრთელობა და შრომისუნარიანობა.

შრომის დაცვის შემადგენელ ნაწილებს წარმოადგენენ შრომის კანონმდებლობა, უსაფრთხოების ტექნიკა და საწარმოო სანიტარია.

შრომის კანონმდებლობის საფუძველს კონსტიტუციაზე ბაზირებული შრომის კანონების კოდექსის დებულებები წარმოადგენენ. ამასთან ერთად

სანტექნოლოგიების და სახელმწიფო სანიტარული ინსპექციის ნორმები და წესები შესაბამისი სამშენებლო ნორმებისა და წესების მოთხოვნილებები.

უსაფრთხოების ტექნიკა წარმოადგენს ორგანიზაციული და ტექნიკური ღონისძიებებისა და საშუალებების სისტემას, რომელიც მიმართულია მომუშავეებზე ტრამვების გამომწვევი საწარმოო ფაქტორების ზემოქმედების თავიდან აცილებისათვის. საწარმოო სანიტარიას უწოდებენ მომუშავეებისათვის დაავადებების გამომწვევი საწარმოო ფაქტორების ზემოქმედების ორგანიზაციული და სანიტარულ-ჰიგიენური ღონისძიებებისა და საშუალებების გამაფრთხილებელ სისტემას. საწარმოო დაწესებულებებში შრომის დაცვის ღონისძიებების მთელი კომპლექსის შესრულებაზე პასუხისმგებლობა წარმოების ხელმძღვანელობას ეკისრება. დიდ საწარმოებში შრომის უსაფრთხოების საკითხებით დაკავებულნი არიან სპეციალურად დანიშნული უსაფრთხოების ტექნიკის ინჟინრები; მცირე საწარმოებში, სადაც ასეთი თანამდებობა არ არსებობს შრომის დაცვის წესების შესრულებაზე და დაცვაზე ხელმძღვანელობის ბრძანებით ეკისრება ერთ-ერთ საინჟინრო-ტექნიკურ თანამშრომელს.

სახელმწიფოში შრომის დაცვის უმნიშვნელოვანეს ღონისძიებებს წარმოადგენენ საერთო სახალხო საქმე. პროფკავშირების ყოველწლიური მონაწილეობით კოლექტიურ ხელშეკრულებებში ითვალისწინებენ მნიშვნელოვანი ღონისძიებების ჩატარებას, უსაფრთხოების ტექნიკისა და საწარმოო სანიტარიის გაუმჯობესებისათვის. მშრომელების ნებისმიერი ტრავმა ან დაავადება მთელი საზოგადოების ყურადღების ინტერესს წარმოადგენს. ამიტომ საწარმოებში შრომის უსაფრთხოებაზე მუშაობა მიმდინარეობს ყველა მიმართულებით – ტარდება მუშების უსაფრთხო მუშაობის მეთოდების სწავლება, ხორციელდება მუშების შესაბამისი ინსტრუქტაჟი შრომის დაცვის მომქმედი წესებისა და ნორმების მიხედვით, ხდება მანქანებისა და სამუშაო ადგილების სრულყოფა, მათი უსაფრთხოების ამაღლების მიზნით, სისტემატურად ისწავლება ტრამვებისა და პროფესიული დაავადებების გამომწვევი მიზეზები და ტარდება შესაბამისი ღონისძიებები მათი აღმოფხვრისათვის, ტარდება შრომის დაცვის ღონისძიებების მიმდინარე და პერსპექტიული ორგანიზაცია.

ყველა ამ ღონისძიების საჭირო ეფექტი მაღალი იქნება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ყველა საწარმოო პროცესის უშუალო მონაწილეები გულდასმით ისწავლიან და დაიცავენ ტექნიკური უსაფრთხოებისა და საწარმოო სანიტარიის მოთხოვნებს და წესებს.

ტექნიკური უსაფრთხოებისა და საწარმოო სანიტარიის წესების შესრულება სავალდებულოა როგორც შემსრულებლებისათვის ისე ადმინისტრაციისათვის.

ინსტრუქტაჟი ერთ-ერთი აუცილებელი ღონისძიებაა, რომელიც უზრუნველყოფს მუშაობის უსაფრთხოებას მანქანების ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის დროს. მუშები, რომლებსაც ინსტრუქტაჟი არ გაუვლია სამუშაოზე არ დაიშვებიან. წარმოებაში გათვალისწინებულია რამოდენიმე სახის ინსტრუქტაჟის ჩატარება: შესავალი, შესასრულებელი მომუშავის მიღების დროს; სამუშაო ადგილზე, განსახორციელებელ მუშაობაზე დაშვების დროს; ყოველდღიური, ჩასატარებელი მუშაობის პროცესში, და გამეორებული, წარმოებული ყოველი სამი თვის შემდეგ. ინსტრუქტაჟის მოსმენის შესახებ აკეთებენ ჩანაწერებს რეგისტრაციის ჟურნალში, რომელიც შედგენილია დამტკიცებული ფორმის მიხედვით.

**შესავალი.** ინსტრუქტაჟის დროს იძლევიან საერთო წარმოდგენას მოცემულ საწარმოში მომქმედი ტექნიკის უსაფრთხოების წესების შესახებ. სამუშაო ადგილზე ინსტრუქტაჟის მიზანია – მუშის უსაფრთხოების ტექნიკის წესების თავისებურებების გაცნობა, რომელთა შესრულება უზრუნველყოფს მუშაობის უსაფრთხოებას მოცემულ კონკრეტულ სამუშაო ადგილზე. ყოველდღიურ ინსტრუქტაჟს ატარებენ უსაფრთხოების წესების დარღვევის აღმოჩენის ან სამუშაო პირობების მკვეთრი ცვლილების დროს. განმეორებით ინსტრუქტაჟს ატარებენ მიღებული ცოდნის გაღრმავებისათვის.

შრომის უსაფრთხოების სტანდარტების სისტემა მოიცავს სახალხო მეურნეობის ყველა დარგს, სამუშაოებისა და პროცესების ყველა სახეობებს. მსენებლობაში ССБТ-ს უსაფრთხოების ტექნიკის მოთხოვნილებების გარდა რეგლამენტირებულია СНиТ III-4-80.

უსაფრთხოების ტექნიკისა და საწარმოო სანიტარიის ძირითადი მოთხოვნილებები მშენებლობაში გამოყენებული სამშენებლო მანქანებისა და

მოწყობილობების მიმართ, რეგლამენტირებულია ГОСТ 12.2.011-75\* ССБТ სამშენებლო და საგზაო მანქანები. „უსაფრთხოების საერთო მოთხოვნილებები“ აღნიშნულ სტანდარტში ასახულია უსაფრთხოების ხელსაწყოებით მანქანების აღჭურვისა და მოთხოვნილებები ელექტროძალოვანი დანადგარების მონტაჟის მიმართ.

ცნობილია, მაგალითად, რომ ადამიანზე ხმაურისა და ვიბრაციის ხანგრძლივი ზემოქმედება იწვევს გულ-სისხლძარღვთა სისტემისა და სმენის ორგანოების სერიოზულ დარღვევებს. დამტკიცებულია და მოქმედებაშია „სანიტარული ნორმები და წესები“ სამუშაო ადგილებზე ვიბრაციისა და ხმაურის შეზღუდვის შესახებ. ზევით მითითებული ნორმატიული დოკუმენტების გარდა, მოქმედებენ ССБТ, რომლებიც ახდენენ კონკრეტულ პირობებში შრომის უსაფრთხოების ცალკეული დებულებებისაგან სამშენებლო სამუშაოების წარმოების წესების რეგლამენტირებას.

### **შრომის დაცვა მოწყობილობების რემონტისა და მონტაჟის დრო**

სარემონტო და სამონტაჟო სამუშაოების ჩატარების დროს საჭიროა სისტემატური მეთვალყურეობა უსაფრთხოების ტექნიკის წესების დაცვაზე, რომლებიც უზრუნველყოფენ მომუშავეს დიდ შრომის ნაყოფიერებას და მის სრულ უსაფრთხოებას. თითოეული მომუშავე, რომელიც მონაწილეობს მანქანის რემონტის ან მონტაჟის პროცესში, უნდა იყოს ინსტრუქტირებული სამუშაო ადგილზე უსაფრთხოების ტექნიკის საკითხებში, მექანიკოსის, ოსტატის, ინჟინერის ან სხვა პირების მიერ, რომელთა განკარგულებაშიც ისინი იმყოფებიან.

ყველა მოწყობილობა, რომლებიც მოქმედებაში მოდიან ელექტროძრავებით, აუცილებელია მართვის აპარატურის დამიწება, ხოლო ჩამრთველები მოთავსებული გარსაცმეებში და დამიწებული.

ყველა მძიმე წონის მოწყობილობა (ბურთულებიანი წისქვილები, წნეხები კერამიკული ნაკეთობების წარმოებისათვის და სხვა) უნდა იქნენ უზრუნველყოფილი ტვირთამწევი მექანიზმებით, სპეციალურად სარემონტო სამუშაოების დანიშნულებით. შედუღების ადგილების (პოსტებს) აღჭურვავენ შედუღების რკალისაგან დამაბრმავებელი სინათლისაგან დასაცავად. შედუღების

პოსტებს უნდა გააჩნდეთ გამწოვი ვენტილაცია. შედუღების აპარატები უნდა იქნენ საიმედოდ დამიწებული.

დამონტაჟებული მოწყობილობების გაშვების წინ აუცილებელია, რომ საძირკვლის ფილების ბეტონმა მიიღოს 100%-იანი საპროექტო სიმტკიცე, სასაძირკველე ხრახნები და ყველა ხრახნული შეერთებები საიმედოდ უნდა იქნენ მოჭერილი, შემოწმებული დამცავი და სამუხრუჭე მოწყობილობების, საკონტროლო-გამზომი ხელსაწყოების მდგომარეობა, რის შემდეგ შესაძლებლობის მიხედვით მანქანის მექანიზმები ხელით იქნეს დატრიალებული, მექანიზმების მოძრაობაში წინალობის არ არსებობაში დარწმუნებისათვის.

მანქანების დაშლისა და აწყობის დროს აუცილებელია, რომ მუშის შრომის შემამსუბუქებელი და მუშაობის უსაფრთხოების შექმნისათვის საჭირო ხელშემწყობი, სახსნელები და სამარჯვები იყოს გამართულ მდგომარეობაში. ექსპლუატაციისათვის არ დაიშვება ისეთი მოწყობილობები, რომლებსაც დაზიანებული აქვთ კუთხვილები, გაღუნული ღეროები, ხრახნები, თამასები, ლარტყები და სხვა დაზიანებები. ამწე მექანიზმები და მათი სამარჯვები უნდა იქნენ შემოწმებული არაუიშვიათეს წელწადში ერთხელ. მუშაობის დაწყების წინ ამწე მექანიზმები და სამარჯვები წინასწარ უნდა იქნენ შემოწმებული და უზრუნველყოფილი მათი გამართული მდგომარეობის დამადასტურებელი შესაბამისი დოკუმენტებით.

ბაგირების დამარაგება მანქანების კვანძებისა და თვით მანქანების ასაწევად უნდა იქნეს გარანტიის საფუძველი აწევის უსაფრთხოებისათვის. აგრეგატების საკიდარები აწევის, ტრანსპორტირებისა და დაშვებისათვის უნდა წარმოებდეს სპეციალური სატაცებით ან ჭიმებით ბაგირების სწორი დამაგრების უზრუნველყოფით. გრძელი ტვირთების დაჯამბარება, ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში ასაწევად, უნდა წარმოებდეს არა ნაკლებ ორი ჭიმით.

აწყობილი მანქანა უნდა იქნეს შემოწმებული მანქანის კინემატიკისა და კონსტრუქციის, მისი მუშაობის პირობების წინასწარ გაცნობილი და მცოდნე მუშების მიერ. მანქანის შესწორებებისა და რეგულირების წარმოება შეიძლება მხოლოდ მისი გაჩერებისა და კვების წყაროების გათიშვის შემდეგ.

სახანძრო უსაფრთხოება უზრუნველყოფილია ხანძრის აღმოფხვრისა და სახანძრო დაცვის სისტემებით ГОСТ 12.1.004-85 მოთხოვნილებების თანახმად.

შრომის დაცვისა და წარმოებაში უსაფრთხოების წესებისა და ნორმების მდგომარეობისა და დაცვის მიზნით დადგენილია სახელმწიფო საუწყებო და საზოგადოებრივი ზედამხედველობა.

### **ტექნიკური მომსახურება და რემონტის ნაწილი**

#### **მოთხოვნილებები ხელსაწყოებისა და ხელის მანქანების მიმართ**

მუშაობის უსაფრთხოების მიზანი მდგომარეობს მისი გამართვის უზრუნველყოფაში, გამოყენებასა და მოხერხებულობაში. ამ მიზნით მუშაობაში გამოყენებული ინსტრუმენტები პერიოდულად უნდა იქნენ შემოწმებული.

ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის შესრულების უსაფრთხოება მნიშვნელოვან წილად დამოკიდებულია ხელის მანქანების მდგომარეობაზე და მათთან მიმართების ცოდნაში. ხელის მანქანებით მუშაობასთან დაიშვებიან მხოლოდ სპეციალური სწავლების კურსს გავლილი მუშები. ხელის მანქანების გამოყენება დაიშვება მხოლოდ სპეციალურად დანიშნული პირის მიერ მხოლოდ მათი ტექნიკურად გამართულ მდგომარეობაში.

გადასატანი ხელის ელექტრო მანქანების ძაბვა გაზრდილი საშიშროების პირობებში დადგენილია არა უმეტეს 36ვ, სხვა შემთხვევებში – 127/220ვ. ხელის ელექტრული მანქანების კორპუსი უნდა იყოს დამიწებული. პნევმატურ ხელის მანქანებს უნდა ჰქონდეს ჰაერმიწოდების საიმედო სისტემა, რომელიც გამორიცხავს ჰაერის გაშვებას; სახელურებზე სარქველები უნდა იქნენ დარეგულირებული. მისადგმელი კიბეებიდან ხელის მანქანების გამოყენება აკრძალულია.

**მანქანებისა და დეტალების გარეცხვის დროს** განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ადამიანის ორგანიზმზე აგრესიული გამრეცხი სითხეების მავნე ზემოქმედების აღმოფხვრას. ამ მიზნით აუცილებელია ხელების რეგულარული დაბანის უზრუნველყოფა, ინდივიდუალური დამცავი საშუალებების, რეზინის ხელთათმანების ან სპეცტანსაცმლის სახით.

მუშების სპეცტანსაცმელი უნდა იყოს სუფთა, მტკიცე და მჭიდროდ ფარავდეს სხეულს, მუშები თმების დაფარვის მიზნით უნდა სარგებლობდნენ ქუდებით. მუშები, რომლებიც არ დაიცავენ მითითებულ წესებს, სამუშაოდ არ დაიშვებიან.



განსაკუთრებით ყურადღება უნდა დაეთმოს შხამიანი სითხეების გამოყენების წესებს, როგორებიცაა: ეთილირებული ბენზინი, მჟავები, სოდის ხსნარები და სხვა.

**ტექნიკური მომსახურების ჩატარება დაშვებულია მხოლოდ მანქანის სრული გაჩერების შემდეგ, ამასთან ყველა მოძრავი და სავალი ნაწილები აუცილებელია შეჩერდეს სპეციალური საჩერი სამარჯვის საშუალებით. ტექნიკური მომსახურების დამთავრების შემდეგ ამოწმებენ შემომლობის და სხვა საშუალებების არსებობას და მდგომარეობას, რომლებიც უზრუნველყოფენ მანქანის მუშაობის უსაფრთხოებას.**

**ელექტრომოწყობილობებით მუშაობის დროს აუცილებელია მუშის ელექტოსისტემისაგან საიმედო იზოლაცია ადამიანს შეუძლია უსაფრთხოდ გადაიტანოს 0,001A ძალის დენი. სასიკვდილოდ ითვლება 0,1A და მეტი ძალის დენი. უსაფრთხოდ ითვლება 36 ვ ძაბვა, უფრო მაღალი ძაბვა უკვე სახიფათოა. მუშის დაზიანებისაგან დაცვის მიზნით უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების გამოყენება, მიწყობილობებისა და ინსტრუმენტის გამართვა, აპარატურის დამიწება, სახიფათო ადგილებში შემცირებული 36 და უფრო მცირე 12 ძაბვის ინსტრუმენტის გამოყენება.**

**სამუშაო ადგილების განათება მანქანების ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის ჩატარების დროს უნდა იყოს არანაკლებ 200 ვტ/მ<sup>2</sup>. ამას გარდა თითოეულ სამუშაო ადგილზე უნდა იქნეს გათვალისწინებული ადგილობრივი განათება. პლაფონებითა და ამრეკლებით აღჭურვილი სანათებით. გარე ტერიტორიის განათებულობა უნდა იქნეს არანაკლებ 0,5 ვტ/მ<sup>2</sup>, ხოლო გასასვლელებში და მანქანების შესანახ მოედნებზე 5 ვტ/მ<sup>2</sup>.**

### **ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებები მანქანების სარემონტო მოედანზე**

სახანძრო უსაფრთხოებისათვის რემონტის პროცესში აკრძალულია ღია ცეცხლის გამოყენება ყველა სათავსოებში (გარდა სპეციალურისა) და მოწევა მხოლოდ ამისთვის გამოყოფილ ადგილებზე. აუცილებელია საწვავი ნარჩენებისა და ნაგვის დროული გატანა, მკაცრად იქნეს ჩატარებული აპარატურის ექსპლუატაციის წესების დაცვა და ელექტროქსელების მდგომარეობის კონტროლი. საწარმოო სათავსოები უნდა იყოს აღჭურვილი ხანძარსაწინააღმდეგო სიგნალიზაციით და საჭირო ხანძარსაწინააღმდეგო ინვენტარით და საშუალებებით.

სარემონტო მოედნის ფარგლებში ხანძარსამიშროების პუნქტებში აუცილებელია ხანძარსაწინააღმდეგო პოსტების განლაგება, რომლებიც მომარაგებული იქნებიან სატაბელო სახანძრო ინვენტარით (ნიჩბებით და ქვიშიანი ყუთებით, ფოცხებით, ვედროებით, ცეცხლმქრობით), ხოლო სტაციონალურ სათავსებში, საჭიროა გათვალისწინებულ იქნეს ონკანები და ბრანდსპოიტები. თითოეულ პოსტთან უნდა იქნეს ჩამოკიდებული პლაკატი ტელეფონის მითითებით, რომელთაც გამოიყენებენ ხანძრის გაჩენის შემთხვევაში.

თითოეული მომუშავე ვალდებულია სასწრაფოდ შეატყობინოს შესაბამის ინსტანციებში ხანძრის კერის გაჩენის შესახებ და სახანძრო რაზმის მოსვლამდე თვითონ აქტიურად ჩაებას ხელში არსებული საშუალებებით ხანძრის ჩაქრობაში.

საწვავ-საპოხი მასალებისა და სხვა წვადი სითხეების საწყობების სახანძრო უსაფრთხოებისათვის იყენებენ შემდეგი სახის ძირითად საშუალებებს:

თითოეულ საწყობში აუცილებელია უზრუნველყოფილი იქნეს ხანძრის ქრობის კომპლექსური საშუალებები.

საწვავ საპოხი მასალების საწყობში ხანძრის გაჩენის შემთხვევაში ხანძარს აქრობენ მიწის, ქვიშის, წყლის, ქაფის, ნახშირმჟავა აირით და სხვა. ქვიშას და მიწას იყენებენ ხანძრის მცირე კერების ჩასაქრობად, რომელიც იყო გამოწვეული სხვადასხვა წვადი სითხეების აალებით. წყალს იყენებენ ნაგებობების და არა ნავთობპროდუქტების ჩასაქრობად. ცეცხლმაქრებიდან ქაფს იყენებენ ადვილად აალებადი და წვადი ნავთობპროდუქტებისა და სითხეების ჩასაქრობად.

ნახშირმჟავა აირი იძლევა კარგ შედეგებს ელექტროდანადგარების და სხვადასხვა სახის წვადი სითხეების ჩაქრობის დროს.

## დასკვნა

შრომის უსაფრთხოება ოდითგანვე იპყრობდა წარმოებაში მომუშავეთა ყურადღებას. თანამედროვე გარემოში ახალი ტექნიკისა და ახალი ტექნოლოგიების გამოყენების პირობებში შრომის დაცვის საკითხები უფრო აქტუალური ხდება.

ჩვენს ქვეყანაში შრომის დაცვის უმნიშვნელოვანესი ღონისძიებები საერთო სახალხო საქმეა. პროფკავშირები ყოველწლიურად კოლექტიურ ხელშეკრულებებში

ითვალისწინებენ მნიშვნელოვანი ღონისძიებების ჩატარებას, უსაფრთხოების ტექნიკისა და საწარმოო სანიტარიის გაუმჯობესებისათვის.

საწარმოებში შრომის უსაფრთხოებაზე მუშაობა მიმდინარეობს ყველა მიმართულებით – ხორციელდება მუშების უსაფრთხო მუშაობის მეთოდების სწავლება, მუშების შესაბამისი ინსტრუქტაჟი შრომის დაცვის მომქმედი წესებისა და ნორმების მიხედვით, ინტენსიურად მიმდინარეობს მანქანებისა და სამუშაო ადგილების სრულყოფა. მათი შრომის უსაფრთხოების ამაღლების მიზნით.

#### **გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:**

1. Строительные машины. Под редакцией проф. Д.П. Волкова. Москва. «высшая школа», 1988;
2. Дроздов Н.Е., Сапожников М.Я. Ремонт и монтаж оборудования заводов строительных материалов. Издательство литература по строительству. Москва, 1967.

## **Labor protection when servicing equipment During use and repair**

**Davit Bakradze, Nikoloz Nareshelashvili**

### **Abstract**

Labor protection is a system of legislation and related measures aimed at ensuring the safety, health and working capacity of employees. Labor protection components are labor legislation, protective equipment and industrial sanitation. The basis of labor legislation is the provisions of the Constitutional Code of Labor Laws. In addition, the norms and rules of sanitary supervision and state sanitary supervision are the requirements of the relevant building codes and regulations.

## **Безопасность труда при техническом обслуживаний и ремонта машин**

**Давит Бакрадзе, Николоз Нарешелашвили**

### **Резюме**

Охрана труда представляет систему правовых актов и соответствующих мероприятия призванных для обеспечения безопасность, здоровье и трудоспособность трудящихся. Составными частями охраны труда представляет законодательство труда, техника безопасности и производственная санитария. Основой законодательности труда представляют кодексы положений законов труда базированных на конституцию. Вместе с этим нормы и правила сантехнадзора Нормы и правила Государственной санитарной инспекций соответствующими требованиями норм и правил строительства.

უაკ 514.15

## აფინური გარდაქმნის ერთი თვისების შესახებ

სიმონ ბიწაძე\*

*\*ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** ნაშრომში განიხილება თუ რა შემთხვევაში არის ურთიერთცალსახა გარდაქმნა იზომეტრიული და რა შემთხვევაში აფინური. მოცემულია თვისებები. შემოტანილია აფინორის ცნება, დადგენილია მისი ზოგიერთი თვისება. ნაჩვენებია, რომ სივრცის ნებისმიერი აფინური გარდაქმნისას ორი მოცულობის ფარდობა რჩება ინვარიანტული.

**საკვანძო სიტყვები:** სივრცე, აფინური გარდაქმნა, აფინორი, ვექტორი, ოპერატორი.

სივრცის თავის თავში ასახვის, ანუ გარდაქმნის ქვეშ იგულისხმება პროცესი, რომლის დროსაც სივრცის ყოველ  $M(x^1, x^2, x^3)$  წერტილს შეესაბამება  $M'(y^1, y^2, y^3)$  [1].

გარდაქმნას უწოდებენ ურთიერთცალსახას, თუ  $M$  წერტილს შეესაბამება ერთი და მხოლოდ ერთი წერტილი  $M'$ .

გარდაქმნა ევკლიდეს სამგანზომივლებიან სივრცეში, რომელიც  $(x^1, x^2, x^3)$  წერტილს შეუსაბამებს  $(y^1, y^2, y^3)$  წერტილს, ანალიზურად ჩაიწერება სახით

$$y^1 = y(x^1, x^2, x^3), \quad y^2 = y(x^1, x^2, x^3), \quad y^3 = y(x^1, x^2, x^3), \quad (1)$$

(1)-ს უწოდებენ იზომეტრულ გარდაქმნას, თუ

$$(dR)^2 = (dR')^2, \quad (2)$$

სადაც  $R(x^1, x^2, x^3)$  და  $R'(y^1, y^2, y^3)$   $M$  და  $M'$  წერტილების რადიუს-ვექტორებია.

(2) ტოლობის შესრულებისათვის აუცილებელია და საკმარისი შესრულდეს ტოლობები

$$R'_1{}^2 = R'_2{}^2 = R'_3{}^2 = 1, \quad R'_1 R'_2 = R'_2 R'_3 = R'_3 R'_1 = 0, \quad (3)$$

სადაც

$$R'_i = (R')'_{x_i} \quad (i = \overline{1,3}).$$

(3)-ს გაწარმოებით მივიღებთ მეორე რიგის დიფერენციალურ განტოლებებს, რომელთაც აკმაყოფილებს წრფივი ფუნქციები

$$y^i = a_1^i x^1 + a_2^i x^2 + a_3^i x^3 + a^i \quad (i = 1,2,3), \quad (4)$$

სადაც  $a_j^i$  და  $a^i$  მუდმივებია.

თუ (4) ამყარებს კავშირს  $E_3$  ევკლიდეს სივრცის წერტილის ( $x^i$ ) კოორდინატებსა და მისი ანასახის ( $y^i$ ) კოორდინატებს შორის, მაშინ მას უწოდებენ  $E_3$  სივრცის აფინურ გარდაქმნას.

ეს სახელწოდება ეილერმა შემოიტანა იმ მოსაზრებიდან გამომდინარე, რომ (4) გარდაქმნა გამოსახავს გარკვეულ მსგავსებას – ლათინურად „affinitas“ [2].

აფინურ გარდაქმნებს აქვთ შემდეგი ძირითადი თვისებები:

ა) სიბრტყე გადაჰყავს სიბრტყეში, ამასთან პარალელური სიბრტყეები გადაჰყავს პარალელურ სიბრტყეებში;

ბ) წრფე გადაჰყავს წრფეში, მონაკვეთი – მონაკვეთში, ვექტორი – ვექტორში;

გ) კოლინეარული ვექტორები გადაჰყავს კოლინეარულ ვექტორებში;

დ) ერთ წრფეზე მდებარე  $A, B, C$  წერტილებს აქვთ ინვარიანტი ( $AB:BC$ ).

ვთქვათ, აფინური გარდაქმნა მოცემულია განტოლებათა სისტემით

$$y^i = a_\alpha^i x^\alpha + a^i \quad (i = 1,2,3).$$

მაშინ  $X = (x_1^2 - x_1^1, x_2^2 - x_2^1, x_3^2 - x_3^1)$  ვექტორი აფინურ გარდაქმნას გადაჰყავს  $Y$  ვექტორში, რომლის კომპონენტები გამოისახება ტოლობებით

$$Y^i = a_\alpha^i X^\alpha \quad (i = 1,2,3) \quad (5)$$

$X$  ვექტორის ფუნქცია  $Y$ , რომლის კომპონენტები დეკარტის კოორდინატებში გამოისახება (5) ტოლობებით, წარმოადგენს წრფივ ვექტორფუნქციას. შეიძლება ითქვას, რომ  $\|a_j^i\|$  მატრიცა განსაზღვრავს  $A$  ოპერატორს, რომელსაც  $X$  ვექტორი გადაჰყავს  $Y$  ვექტორში. ამ ოპერატორს უწოდებენ აფინორს. (5) ვექტორულად ასე ჩაიწერება

$$Y = AX. \quad (6)$$

აფინური გარდაქმნა რადიუს-ვექტორების მეშვეობით ასეც ჩაიწერება

$$R' = AR + A,$$

სადაც  $A$  აფინორია, ხოლო  $A$  –  $a^i$  კომპონენტების მქონე ვექტორი.

აფინორი არის ოპერატორი, რომელიც მოქმედებს უშუალოდ ვექტორზე და განსაზღვრავს წრფივ ვექტორფუნქციას.

აფინორს აქვს შემდეგი თვისებები

$$A(\mathbf{X}_1 + \mathbf{X}_2) = A\mathbf{X}_1 + A\mathbf{X}_2, \quad (7)$$

$$A(\lambda\mathbf{X}) = \lambda A\mathbf{X}. \quad (8)$$

(7) და (8)-დან გამომდინარე ადგილი აქვს ტოლობას

$$A(\lambda^\alpha \mathbf{X}_\alpha) = \lambda^\alpha A\mathbf{X}_\alpha. \quad (9)$$

ვთქვათ,  $A$  არის ოპერატორი, რომელიც ამყარებს ურთიერთცალსახა დამოკიდებულებას  $\mathbf{X}$  და  $\mathbf{Y}$  ვექტორებს შორის, ისე რომ (7) და (8) ტოლობებს ადგილი აქვს ნებისმიერი  $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}$  ვექტორებისათვის. ვაჩვენოთ, რომ ამ შემთხვევაში  $A$  წარმოადგენს აფინორს.

თუ  $\mathbf{X}$  ვექტორს დავშლით მგეზავების მიხედვით, მივიღებთ

$$\mathbf{Y} = A\mathbf{X} = A(X^\alpha \mathbf{e}_\alpha) = X^\alpha (A\mathbf{e}_\alpha)$$

დავუშვათ

$$A\mathbf{e}_j = a_j^1 \mathbf{e}_1 + a_j^2 \mathbf{e}_2 + a_j^3 \mathbf{e}_3 \equiv a_j^\beta \mathbf{e}_\beta.$$

აქედან გამომდინარე

$$\mathbf{Y} = X_\alpha a_\alpha^\beta \mathbf{e}_\beta = (X^\alpha a_\alpha^1) \mathbf{e}_1 + (X^\alpha a_\alpha^2) \mathbf{e}_2 + (X^\alpha a_\alpha^3) \mathbf{e}_3.$$

ე.ი.

$$Y^i = a_\alpha^i X_\alpha$$

ანუ  $\mathbf{Y}$  ვექტორის კომპონენტები გამოისახება (5) ფორმულებით. აფინორი უშუალოდ განისაზღვრება (7), (8) თანაფარდობებით. ამ სისტემის დეტერმინანტი უნდა განსხვავდებოდეს ნულისაგან, ვინაიდან პირობით  $\mathbf{X}$  ვექტორის კომპონენტები  $X^i$  ცალსახად განისაზღვრება  $Y^i$ -თი.

სკალარული ნამრავლი  $A\mathbf{X}$  აღვნიშნოთ  $\varphi(\mathbf{X})$ -ით, მაშინ ადვილი შესამოწმებელია, რომ

$$\varphi(\mathbf{X}_1 + \mathbf{X}_2) = \varphi(\mathbf{X}_1) + \varphi(\mathbf{X}_2),$$

$$\varphi(\lambda\mathbf{X}) = \lambda\varphi(\mathbf{X}),$$

ანუ  $\varphi(\mathbf{X})$  წრფივია.

ამ აზრით ორი ცვლადი ვექტორის სკალარული ნამრავლი წარმოადგენს წრფივ ფუნქციას თითოეული მათგანის მიმართ.

შერეული ნამრავლი  $\mathbf{XYZ}$  წრფივია თითოეული ვექტორის მიმართ (სამგზის წრფივი).

წრფივ სკალარულ ფუნქციაზე აფინორის მოქმედება განვსაზღვროთ ტოლობით

$$A\varphi(X, Y, Z, \dots) = \varphi(AX, AY, AZ, \dots).$$

$XYZ$  შერეული ნამრავლისთვის

$$A(XYZ) = AX \cdot AY \cdot AZ,$$

ანუ კოორდინატებში

$$A(XYZ) = \begin{vmatrix} a_{\alpha}^1 X^{\alpha} & a_{\alpha}^2 X^{\alpha} & a_{\alpha}^3 X^{\alpha} \\ a_{\alpha}^1 Y^{\alpha} & a_{\alpha}^2 Y^{\alpha} & a_{\alpha}^3 Y^{\alpha} \\ a_{\alpha}^1 Z^{\alpha} & a_{\alpha}^2 Z^{\alpha} & a_{\alpha}^3 Z^{\alpha} \end{vmatrix} = a(XYZ), \quad (10)$$

სადაც  $a$  აღნიშნავს აფინორის დეტერმინანტს.

რადგან  $a \neq 0$ , სამი არაკომპლანარული ვექტორი აფინორით ყოველთვის გარდაიქმნება სამ არაკომპლანარულ ვექტორად.

მიღებული (10) ტოლობა შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოყალიბდეს – სივრცის ნებისმიერი აფინური გარდაქმნისას ორი მოცულობის ფარდობა რჩება ინვარიანტული.

#### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. Рашевский П.К. Введение в Риманову геометрию и тензорный анализ, М., 1973;
2. Эйлер Л. Введение в анализ бесконечно малых. М.-Л., 1936.

## On one property of affine transformation

Simon Bitsadze

Abstract

There is considered in the work, in what cases one-to-one transformation is isometric and in what cases – affine one. The properties are given. The notion of affinator is introduced and some of its properties are established. It is shown that the ratio of two volumes remains invariant for any affine transformation.

## Об одном свойстве аффинного преобразования

Симон Бицадзе

Резюме

В работе рассматривается, в каком случае взаимно однозначное преобразование является изометрическим и в каком – аффинным. Даны свойства. Внесено понятие аффинора, установлены некоторые его свойства. Показано, что при любом аффинном преобразовании пространства соотношение двух объемов остается инвариантным.

უაკ B66 D5/26

## მემბრანიანი მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას ჰოკის დაშვების დაწყების დაყოვნების ანალიზი და მისი შემცირების ხერხები სიმონ ბიწაძე\*, რუსუდან ბიწაძე\*

*\*ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია ამწე-მანქანების ტვირთამწე მექანიზმების მუხრუჭებში ამძრავად გამოყენებული საბიძგებლების ჰოკის დაშვების დაწყების დაყოვნების დროის სიდიდის დამოკიდებულება სხვადასხვა ფაქტორებზე. მოცემულია სხვადასხვა კონსტრუქციის საბიძგებელას დადებითი და უარყოფითი მხარეების ანალიზი. აღნიშნული დროის სიდიდის შემცირება მიღწეულია ჩვენს მიერ შემუშავებული მემბრანიანი მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას მეშვეობით.

**საკვანძო სიტყვები:** საბიძგებელა, მემბრანა, გულარა, ლუზა-დგუში, ჰოკი.

### შესავალი

ამწე-სატრანსპორტო მანქანების ტვირთამწე მექანიზმები მეტწილად აღჭურვილნი არიან სხვადასხვა კონსტრუქციების ხუნდებიანი მუხრუჭებით, ძირითადად ავტომატური ნორმალურად ჩაკეტილი მუხრუჭებით. ამ უკანასკნელთა განმუხრუჭება წარმოებს მუხრუჭის ამძრავით, ხოლო დამუხრუჭება – მუდმივმოქმედი შეკუმშული ზამბარის ძალვით ან მუდმივმოქმედი ტვირთის წონით. სწრაფი ან მდოვრე დამუხრუჭება კი ხორციელდება მუხრუჭის ამძრავის მეშვეობით.

დამუხრუჭების სრული დრო  $t_{\Sigma}$  შედგება რამდენიმე მდგენელისგან [1]

$$t_{\Sigma} = t_{\text{დაშ.დაყ.}} + t_{\text{დაშ.}} + t_{\text{დაბ.}}$$



ერთ-ერთი მდგენელი  $t_{\text{დაშ.დაყ.}}$  წარმოადგენს მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას ჭოკის დაშვების დაწყების დაყოვნების დროს, ანუ დროს დენის მიწოდების შეწყვეტიდან მჰს-ს ჭოკის დაშვების დაწყებამდე. ეს დრო მჰს-ში განპირობებულია საბიძგებელას მუდმივი დენის ელექტრომაგნიტის ნარჩენი მაგნეტიზმით გამოწვეული მიზიდვის ძალით, რომელიც საკმაოდ არსებით სიდიდეს წარმოადგენს, განსაკუთრებით საბიძგებელას დიდი სიმძლავრის ელექტრომაგნიტების დროს. ნარჩენი მაგნეტიზმით გამოწვეული მიზიდვის ძალაში იგულისხმება ძალა, რომლის ზემოქმედებითაც მჰს-ს მუდმივი დენის ელექტრომაგნიტის ღუზა მიზიდულია გულართან მანამ, სანამ ის არ შემცირდება იმ სიდიდემდე, როცა მისი მიზიდვის ძალა ვეღარ შეაკავებს ღუზას, იგი შორდება გულარს და ღუზა იწყებს დაშვებას. მასთან ერთად დაშვებას იწყებს მჰს-ს ჭოკიც.

მეორე მდგენელი  $t_{\text{დაშ.}}$  არის ის დრო, რომელიც ტოლია დროის ჭოკის დაშვების დაწყებიდან მექანიზმის დამუხრუჭების დაწყებამდე, ანუ მუხრუჭის ხუნდების სამუხრუჭე დოლთან შეხებაშდე. ეს დრო მჰს-ში დამოკიდებულია ჭოკზე მოქმედი გარე დატვირთვის სიდიდეზე, სითხის სიბლანტეზე, მჰს-ს ჰიდრაულიკურ წინაღობებზე და, რაც მთავარია, მარეგულირებელი ვენტილის გახსნის ხარისხზე.

მესამე მდგენელი  $t_{\text{დაშ. კი}}$  ის დროა, რომელიც საჭიროა მუხრუჭის ხუნდების სამუხრუჭე დოლთან შეხებიდან სამუხრუჭე დოლის, ანუ მექანიზმის სრულ გაჩერებამდე, ანუ დრო, როდესაც მიმდინარეობს უშუალოდ დამუხრუჭების პროცესი.

ტვირთამწე მექანიზმის დამუხრუჭების დრო შეიძლება ვიანგარიშოთ ფორმულით

$$t_{\text{დაშ.}} = \frac{\Sigma GD^2 (n_0 \pm \Delta n_0)}{375(M_1 \pm M_2)}, \quad (1)$$

სადაც  $\Sigma GD^2$  – სამუხრუჭე ლილვზე დაყვანილი მექანიზმის მბრუნავი მასებისა და მოძრავი ტვირთის ჯამური სამქნევარო მომენტი;

$n_0$  – ამძრავი ძრავის ლილვის ნომინალური ბრუნვის სიხშირე ქსელიდან გათიშვის მომენტისათვის;

$\Delta n_0$  – სამუხრუჭე ლილვის ბრუნვის სიხშირის ნაზრდი დამუხრუჭების დაწყებამდე (ნიშანი „+“ შეესაბამება ტვირთის დაშვებას, ნიშანი „-“ კი აწევას);

$M_1$  – სამუხრუჭე მომენტი;

$M_2$  – სამუხრუჭე ლილვზე მოქმედი მომენტი, გამოწვეული ტვირთის წონით (ნიშანი „+“ შეესაბამება ასაცევი ტვირთის დამუხრუჭებას, ხოლო ნიშანი „-“ დასაშვები ტვირთის დამუხრუჭებას).

დიდი მნიშვნელობა აქვს მუხრუჭის ამრავისადმი დენის მიწოდების შეწყვეტიდან უშუალოდ დამუხრუჭების დაწყებამდე დროის სიდიდეს. ამ დროს ასაწევი ან დასაშვები ტვირთი იმყოფება თავისუფალ მდგომარეობაში და განიცდის თავისუფალ ვარდნას. აღსანიშნავია, რომ დასაშვები ტვირთის წონისა და დაშვების სიჩქარის განსაკუთრებული თანაფარდობისას ტვირთის სიჩქარე უშუალოდ დამუხრუჭების დაწყებამდე შეიძლება გაიზარდოს ორჯერ და მეტჯერაც, რაც ართულებს გასაჩერებელი ტვირთის მდოვრე დამუხრუჭებას და მის ფიქსირებას სასურველ მდებარეობაში [1]. ამ დროს ხდება დინამიკური დატვირთვების ზრდა მექანიზმის და ამწე-მანქანების ლითონკონსტრუქციებში, ხშირად დაუშვებელ ზღვრამდეც, რაც, თავის მხრივ, დროთა განმავლობაში იწვევს ლითონკონსტრუქციების და თვით მანქანა-დანადგარების მწყობრიდან გამოსვლას.

### ძირითადი ნაწილი

არსებულ მაგნიტურჰიდრავლიკურ საბიძგებლებში [1] ელ. ენერჯის მიწოდების შეწყვეტისას, სანამ საბიძგებელას ღუზა-დგუმი არ მოშორდება ელმაგნიტის გულარს, მუშა სითხე ღუზა-დგუშზე მოქმედებს საკმაოდ მცირე სიდიდით, რომელიც დამოკიდებულია მუშა სითხის წნევაზე და გულარში არსებული ხვრელის დიამეტრზე. გულარში არსებული ხვრელის დიამეტრის გაზრდა შეუძლებელია ელექტრომაგნიტური მახასიათებლების გაუარესების გარეშე. აქედან გამომდინარე, არსებულ მჰს-ში ელმაგნიტის ნარჩენი მაგნეტიზმით გამოწვეული ღუზა-დგუმის და, შესაბამისად, საბიძგებელას ჭოკის დაშვების დაწყების დროის სიდიდის შემცირება გამორიცხულია.

ჩვენს მიერ შემუშავებულია მაგნიტურჰიდრავლიკური საბიძგებელა [2]. მასში ჭოკის დაშვების დაწყების დაყოვნება არ ხდება, რადგან ღუზა-დგუმის გულარზე მიზიდვისას ღუზა-დგუშზე დამატებით მოქმედებს მასში მოთავსებული

შეკუმშული ზამბარის უკუქმედი ძალა, რომელიც მაქსიმუმს აღწევს, როცა ლუზა-დგუში გულართან არის მიზიდული, თუმცა, ლუზა-დგუშზე მოქმედი ძალის გაზრდა შეკუმშული ზამბარის მეშვეობით საბიძგებელას ელმაგნიტის სიმძლავრის გაზრდას მოითხოვს, რაც, თავის მხრივ, ძვირადღირებული მასალის და ელექტროენერჯის ზედმეტ ხარჯთანაა დაკავშირებული.

მაგნიტურჰიდრავლიკური საბიძგებელას კონსტრუქციაში [3], რომელიც ასევე ჩვენს მიერ არის შემუშავებული, ჭოკის დაშვების დაწყების დაყოვნება არ ხდება. თუმცა, საბიძგებელას გამორთვამდე მის ლუზა-დგუშზე არ მოქმედებს დამატებითი უკუქმედი ძალა არც ლუზა-დგუშის გულართან მიზიდვისას და არც გულართან მიზიდულ მდგომარეობაში ყოფნისას. საბიძგებელას ჭოკის დაშვების დაყოვნების დროის ნულამდე შემცირებას უზრუნველყოფს საბიძგებელას ქვედა მხარეს მოთავსებული დამატებითი მცირესვლიანი მუდმივი დენის ელექტრომაგნიტი, რომელიც განაპირობებს საბიძგებელას გამორთვისთანავე ჭოკის მყისიერ დაშვებას. მაგრამ დამატებითი მცირესვლიანი მუდმივი დენის ელექტრომაგნიტის არსებობა საკმაოდ ზრდის მკს-ს თვითღირებულებას, ართულებს მის კონსტრუქციას და ზრდის ელექტროენერჯის ხარჯს.

ჩვენ მიერ შემუშავებული მემბრანიანი მაგნიტურჰიდრავლიკური საბიძგებელა [4], რომელშიც იმისათვის, რომ საბიძგებელას ელექტრომაგნიტისადმი ელექტროენერჯის მიწოდების შეწყვეტისთანავე მოხდეს ჭოკის მყისიერად დაშვების დაწყება, არ არის საჭირო ლუზაზე დამატებით უკუქმედი ძალის მოქმედება, როგორც ზემოთ განხილულ საბიძგებლებშია [2], [3] საჭირო. ეს კი უზრუნველყოფილია მემბრანით, რომელიც ასრულებს საბიძგებლების დიდრადიუსიანი დგუშის როლს.

აღნიშნულ კონსტრუქციულ გადაწყვეტაში საბიძგებელას მუდმივი დენის ელექტრომაგნიტისადმი ელექტროენერჯის მიწოდების შეწყვეტისას ლუზაზე მოქმედებს უკუქმედი ძალა

$$F_{\text{უკ}} = \pi R_{\text{მ.ეგ.}}^2 \cdot P,$$

სადაც  $R_{\text{მ.ეგ.}}$  – მემბრანის ეფექტური რადიუსია;

$P$  – მუშა სითხეში წნევის სიდიდეა.

მემბრანის ეფექტური რადიუსი რამდენჯერმე აღემატება თვით ლუზისა და გულარის რადიუსებს. თუ მემბრანიან მაგნიტურჰიდრაულიკურ და უმემბრანო მაგნიტურჰიდრაულიკურ საბიძგებლებში ჭოკზე მოქმედი გარე დატვირთვა და ჭოკის დგუშის დიამეტრები ტოლია, მაშინ მემბრანიან მაგნიტურჰიდრაულიკურ საბიძგებელას ლუზაზე მოქმედი უკუქმედი ძალა გულართან მიზიდულ მდგომარეობაში ყოფნისას  $\left(\frac{R_{დგუშ}}{R_{ბვრ}}\right)^2$ -ჯერ მეტია, ვიდრე არსებული უმემბრანო მაგნიტურჰიდრაულიკურ საბიძგებლებში ლუზა-დგუშზე მოქმედი უკუქმედი ძალა.  $R_{ბვრ}$  – გულარაში არსებული ხვრელის რადიუსია. მემბრანიანი საბიძგებელას ლუზაზე მოქმედი უკუქმედი ძალა საკმაოდ აღემატება მუდმივი დენის ელექტრომაგნიტის ნარჩენი მაგნეტიზმით გამოწვეულ მიზიდულობის ძალას, რაც უზრუნველყოფს ლუზის გულარიდან სწრაფ მოშორებას და საბიძგებელას ჭოკის მყისიერ დაშვებას.

### დასკვნა

ამრიგად, მემბრანიან მაგნიტურჰიდრაულიკურ საბიძგებელაში მუდმივი დენის ელექტრომაგნიტის ნარჩენი მაგნეტიზმის მიზიდულობის ძალით გამოწვეულ ჭოკის დაშვების დაწყების დაყოვნებას არ აქვს ადგილი, რაც მიღწეულია საბიძგებელას ელექტრომაგნიტის ლუზაზე დამატებითი ძალის მოქმედების გარეშე. ამიტომ მემბრანიანი მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას ამწე-მანქანების ტვირთამწე მექანიზმების მუხრუჭების ამძრავად გამოყენებისას მიღწეულია მექანიზმის მზიდ ლითონკონსტრუქციებში დინამიკური დატვირთვების საგრძნობი შემცირება.

### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. Александров М.П. - Тормоза подъемно-транспортных машин. М., Машиностроение, 1976;
2. ბიწაძე ს. - მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელა, პატენტი გამოგონებაზე P5869, 2013;

3. ბიწაძე რ., ბიწაძე ს. = მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელა, პატენტი გამოგონებაზე P2019 6975B, 2019;

4. ბიწაძე ს, ბიწაძე რ. - მემბრანიანი მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელა, განაცხადი გამოგონებაზე AP2020 15474, 2020.

## **Analysis of membrane magneto hydraulic pusher's rod down-stroke start delay and ways of its reduction**

**Simon Bitsadze, Rusudan Bitsadze**

### **Abstract**

The dependence of down-stroke start delay time on different factors for pusher's rod, used as a hoisting machine load lifting mechanism brake actuator is considered in the article. Beneficial and negative impacts of different-design pusher are given. Reduction of the mentioned time is achieved by means of membrane magneto hydraulic pusher developed by us.

## **Анализ задержки начала опускания штока мембранного магнитогидрравлического толкателя и способы его уменьшения**

**Симон Бицадзе, Русудан Бицадзе**

### **Резюме**

В работе рассмотрена зависимость величины времени задержки начала опускания штока толкателя, используемого в качестве привода тормозов грузоподъемных механизмов подъемных машин от различных факторов. Дан анализ положительных и отрицательных сторон толкателей различной конструкции. Уменьшение величины означенного времени достигается посредством разработанного нами мембранного магнитогидрравлического толкателя.

უაკ 514.15

## მონჟის ზედაპირების აგების შესახებ

სიმონ ბიწაძე\*, რუსუდან ბიწაძე\*

*\*ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია მონჟის ზედაპირების დამახასიათებელი თვისებები. გამოტანილია დასკვნა, რომ ყველა ზედაპირი, რომელსაც აქვს უსასრულო რაოდენობის ბრტყელი (არასწორხაზოვანი) გეოდეზიური წირი, წარმოადგენს მონჟის ზედაპირს. მოყვანილია მონჟის ზედაპირის აგების ერთი მეთოდი. განხილულია მონჟის ზედაპირების გადაგვარებით მიღებული ღარისებრი და მილისებრი ზედაპირები, მათ შორის ციკლიდები.

**საკვანძო სიტყვები:** ზედაპირი, აგება, გეოდეზიური წირი, სიბრტყე, ევოლუტა.

მონჟის ზედაპირს უწოდებენ ისეთ ზედაპირს, რომლის ერთი ევოლუტი არის ტორსი. მონჟის ზედაპირის უმარტივეს მაგალითს წარმოადგენს ბრუნვის ზედაპირი. მართლაც, როგორც ვიცით, ბრუნვის ზედაპირს ყოველ წერტილში მთავარი მიმართულებებიდან ერთი ემთხვევა მერიდიანის მიმართულებას. მეორეს მხრივ, მერიდიანის სიბრტყე გადის ზედაპირის ნორმალზე. ამიტომ ჩვენ შეგვიძლია თითოეული მერიდიანის სიბრტყე განვიხილოთ როგორც მერიდიანის ყველა წერტილის მთავარი სიბრტყე. ამ ტიპის სიბრტყეები იმდენია, რამდენიცაა მერიდიანი ( $\infty^1$ ). ამ ოჯახის სიბრტყეების ევოლუტის კალთა გადაგვარდება ბრუნვის ღერძად. ამიტომ შესაძლებელია ბრუნვით ზედაპირებს ვუყუროთ, როგორც მონჟის ზედაპირების გადაგვარებას.

ჩვეულებრივ (არა მონჟის) ზედაპირს გააჩნია მთავარი სიბრტყეების ორი სისტემა, რომელთაგან თითოეული წარმოადგენს ორგანზომილებიან სიმრავლეს [1].

ასეთი ოჯახის თითოეული სიბრტყე კვეთს ზედაპირს რაღაც წირზე. თუმცა, ამ წირის მხოლოდ ერთ (ზოგჯერ რამდენიმე დისკრეტულ) წერტილში მკვეთი

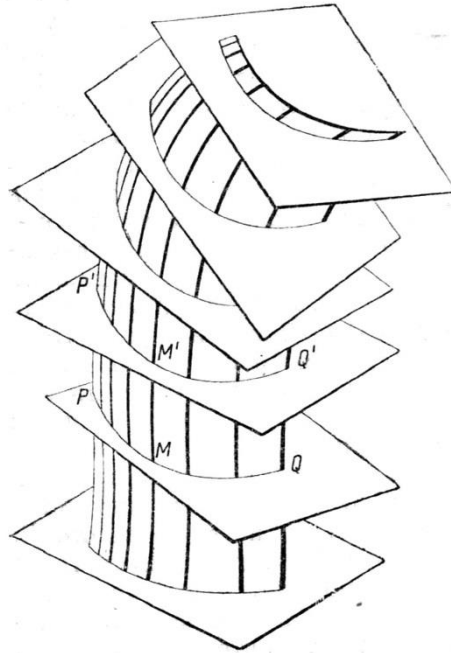
სიბრტყე წარმოადგენს ზედაპირის მთავარ სიბრტყეს. ეს  $\omega^2$  მკვეთი სიბრტყეები დაიხვევა ერთგანზომილებიან სიმრავლედ ( $\omega^1$  სიბრტყეებად), ეს განპირობებულია იმით, რომ თითოეული ამ სიბრტყეებიდან წარმოადგენს მათი უსასრულო რაოდენობის შეერთებას. ამას აქვს ადგილი, თუ თითოეული ამ სიბრტყეებიდან წარმოადგენს ნორმალურ სიბრტყეს იმ წირის თითოეულ წერტილში, რომლის გასწვრივაც იგი კვეთს განსახილველ ზედაპირს. მაგრამ ამ შემთხვევაში თითოეული ამ ბრტყელი კვეთიდან ერთდროულად წარმოადგენს როგორც სიმრუდის წირს, ისე ზედაპირის გეოდეზიურ წირს. მართლაც, ზედაპირის ნორმალური კვეთის სიბრტყე  $M$  წერტილში შეიცავს ამ ზედაპირის  $MN$  ნორმალს. მაგრამ ამ ბრტყელი წირის მთავარი ნორმალიც მდებარეობს მის სიბრტყეში. აქედან გამომდინარე, თუ  $PQ$  წირი წარმოადგენს ზედაპირის კვეთას მისი მთავარი ნორმალური სიბრტყით  $M$  წერტილში, მაშინ ამ წერტილში ზედაპირის ნორმალი კოლინეარული იქნება ამ წერტილში მთავარი ნორმალის. ესაა წირის გეოდეზიური წერტილი. ამიტომ თუ კვეთის სიბრტყე  $PQ$  წარმოადგენს ზედაპირის მთავარ სიბრტყეს მის ყოველ წერტილში, მას მივყავართ ორმაგ დასკვნამდე: 1) მთელი წირის გასწვრივ ზედაპირის ნორმალი ემთხვევა წირის მთავარ ნორმალს; 2) ამ წირის გასწვრივ ზედაპირის ნორმალები ქმნიან განფენად ზედაპირს (სიბრტყეს). აქედან გამომდინარე, წირი წარმოადგენს სიმრუდის წირს. ამრიგად, მონჟის ზედაპირზე ყოველთვის არსებობს ბრტყელი გეოდეზიური წირების ერთპარამეტრიანი ოჯახი.

ზემოთ მოყვანილი მოსაზრებიდან ვასკვნით, რომ ზედაპირის ყოველი ბრტყელი გეოდეზიური წირი წარმოადგენს სიმრუდის წირს (მაგრამ პირიქით არა – ყველა ბრტყელი სიმრუდის წირი არ წარმოადგენს გეოდეზიურ წირს). ამას მივყავართ შემდეგ დასკვნამდე.

**დებულება.** ყველა ზედაპირი, რომელსაც გააჩნია  $\omega^1$  ბრტყელი (არა სწორხაზოვანი) გეოდეზიური წირი, წარმოადგენს მონჟის ზედაპირს.

მართლაც, ამ გეოდეზიური წირების სიბრტყეები წარმოქმნიან მთავარი სიბრტყეების სიმრავლეს, რომლებიც წარმოადგენენ ევოლუტის კალთის მომვლებს – განფენად ზედაპირს [2].

ზემოთქმულიდან გამომდინარე მივდივართ მონჟის ზედაპირების შემდეგნაირ აგებამდე. ავიღოთ სიბრტყეების რაიმე ერთპარამეტრიანი ოჯახი (ნახ. 1). ერთ სიბრტყეზე ავიღოთ ნებისმიერი  $PQ$  წირი და მის ყოველ  $M$  წერტილში გავავლოთ სიბრტყეთა ამ ოჯახის ორთოგონალური  $MM'$  ტრაექტორია. ამ წირების გეომეტრიული ადგილი იქნება მონჟის ზედაპირი. დავამტკიცოთ ეს.



ნახ. 1.

ვთქვათ,  $P'Q'$  წირია, რომელზეც ამ ოჯახის სხვა სიბრტყე კვეთს ზედაპირს. ვთქვათ,  $M'$  არის წერტილი, რომელშიც გადაიკვეთება იგი სიბრტყეთა ოჯახის ორთოგონალურ ტრაექტორიასთან. ეს წირი  $P'Q'$  წირს კვეთს ორთოგონალურად. კვეთის  $P'Q'$  წირის მთავარი ნორმალი  $M'$  წერტილში  $M'N'$  ძევს ამ წირის სიბრტყეში, ამიტომ  $M'$  წერტილში ნორმალურია ასევე  $MM'$  წირის, რის გამოც იგი ემთხვევა ზედაპირის ნორმალს. ვინაიდან ამას ადგილი აქვს  $P'Q'$  წირის ყოველ წერტილში, ამიტომ  $P'Q'$  წარმოადგენს ზედაპირის სიმრუდის ბრტყელ გეოდეზიურ წირს. ზედაპირზე არის განთავსებული  $\infty^1$  ბრტყელი გეოდეზიური წირი და ამიტომაც იგი წარმოადგენს მონჟის ზედაპირს.

ორთოგონალური ტრაექტორიების სიბრტყეები შეგვიძლია მოვძებნოთ კოორდინატული სახით.



ვთქვათ

$$a(t)x + b(t)y + c(t)z = g(t) \quad (1)$$

არის სიბრტყის ნორმალური სახის განტოლება, სადაც

$$x = x(t), y = y(t), z = z(t). \quad (2)$$

ორთოგონალობის პირობა იმაში მდგომარეობს, რომ წირის გასწვრივ

$$\frac{dx}{dt} = \lambda a(t), \frac{dy}{dt} = \lambda b(t), \frac{dz}{dt} = \lambda c(t).$$

აქედან

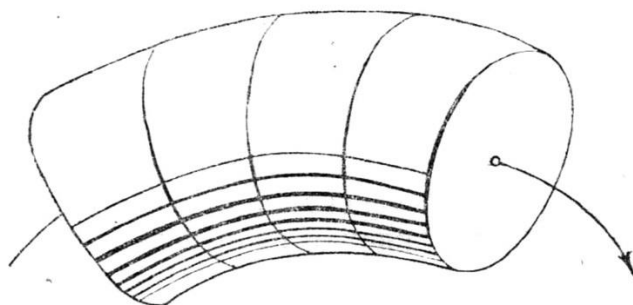
$$\frac{dy}{dx} = \frac{b(t)}{a(t)}, \quad \frac{dz}{dx} = \frac{c(t)}{a(t)}. \quad (3)$$

თუ (1) და (3)-დან გამოვრიცხავთ  $t$  პარამეტრს, მივიღებთ ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას

$$\frac{dy}{dx} = \varphi(x, y, z), \quad \frac{dz}{dx} = \psi(x, y, z). \quad (4)$$

(4) სისტემის ინტეგრებით განისაზღვრება მოცემულ წერტილში გამავალი ორთოგონალური ტრაექტორია. აქედან გამომდინარე განისაზღვრება მონჟის ზედაპირი მოცემული  $PQ$ -ით.

მონჟის ზედაპირების გადაგვარებას წარმოადგენს ე.წ. ღარისებრი და მილისებრი ზედაპირები. ღარისებრს უწოდებენ ზედაპირებს, რომლებიც წარმოიქმნებიან ცვლადი რადიუსის მქონე წრეწირების ისეთი მოძრაობით, რომ წრეწირის ცენტრი გადაადგილდება მოცემულ წირზე, მაშინ როცა მისი სიბრტყე რჩება ამ წირის მართობული (ნახ. 2).



ნახ. 2.

თუ მოძრავი წრეწირის რადიუსი რჩება უცვლელი, მაშინ ზედაპირს უწოდებენ მილისებრს. მილისებრი ზედაპირი სწორხაზოვანი ღერძით არის ცილინდრი.

ღარისებრი ზედაპირების დამახასიათებელი თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ ისინი მატარებელი არიან წრეწირების ერთპარამეტრიანი ოჯახის, რომლებიც მათი სიმრუდის გეოდეზიური წირებია. დიუპენმა დაამტკიცა, რომ არსებობს ისეთი ზედაპირები, რომლებიც მატარებელი არიან წრეწირების ორი ოჯახის, რომლებზეც სიმრუდის წირების მთელი სიმრავლე შესდგება წრეწირებისაგან. ამ ზედაპირებს დიუპენმა უწოდა ციკლიდები [3].

### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. Рашевский П.К. - Введение в Риманову геометрию и тензорный анализ, М., 1973;
2. Монж Г. - Приложение анализа к геометрии, М.-Л., 1936;
3. Dupin Gh. - Developpment de géométrie, Paris, 1813.

## On construction of Monge surfaces

Rusudan Bitsadze, Simon Bitsadze

### Abstract

The work deals with characteristic properties of Monge surfaces. The conclusion is drawn that each surface having countless number of flat (nonlinear) geodesic lines represents Monge surface. One method for Monge surface construction is given. Channel and tubular surfaces, including cyclides, obtained through Monge surface degeneracy are considered.

## О построении поверхностей Монжа

Русудан Бицадзе, Симон Бицадзе

### Резюме

В работе рассмотрены характерные свойства поверхностей Монжа. Сделан вывод, что каждая поверхность, имеющая бесчисленное множество плоских (непрямолинейных) геодезических линий, представляет собой поверхность Монжа. Приведен один метод построения поверхности Монжа. Рассмотрены каналовая и трубчатые поверхности, полученные вырождением поверхностей Монжа, в том числе циклиды.

უაკ 514.15

## „ტექნიკური ხაზვის“ სწავლების მეთოდოლოგია მერი დემეტრაშვილი\*

*\*ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია „ტექნიკური ხაზვის“ სწავლების ძირითადი აქცენტები, როგორცაა: სასწავლო მასალის ოპტიმალური შერჩევა; საცნობარო ლიტერატურის გაცნობა, მათ შორის სტანდარტების (თემატიკის მიხედვით); სწავლის პროცესის ორგანიზაცია; მთელი კურსი დაყოფილია ერთმანეთთან ლოგიკურად დაკავშირებულ სწავლების ეტაპებად. გამოკვეთილია ამ საგნის სწავლების დანიშნულება და მიზანი. სწავლების ყველა ეტაპზე გრაფიკული სამუშაოები სრულდება როგორც სახაზავ ფორმატზე, ასევე კომპიუტერული პროგრამის Auto-CAD-ის გამოყენებით.

**საკვანძო სიტყვები:** ტექნიკური ხაზვა, გეომეტრიული აგებები, დაგეგმვის მეთოდები, ნახაზი, ესკიზი, შეერთებები, კომპიუტერული გრაფიკა.

### შესავალი

უმაღლეს ტექნიკურ სასწავლებლებში შესასწავლ საგნებს შორის განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს „ტექნიკურ ხაზვას“. საგნის სწავლება იწყება პირველი კურსის პირველ სემესტრში. სტუდენტებს ჯერ კიდევ არ აქვთ გამოცდილება უმაღლესი სკოლის მოთხოვნილებების გასათავისებლად. ამის გარდა საგნის წარმატებით დაუფლებისათვის მათ უნდა ჰქონდეთ გარკვეული ცოდნის მარაგი სკოლის პროგრამიდან გეომეტრიაში (პლანიმეტრია, სტერეომეტრია). ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე დიდი მნიშვნელობა აქვს „ტექნიკური ხაზვის“ სწავლების მეთოდოლოგიის გამართულად და გააზრებულად შემუშავებასა და დანერგვას პრაქტიკაში.

## ძირითადი ნაწილი

**სწავლების მიზანი:** საგანი „ტექნიკური ხაზვა“ საინჟინრო ტექნიკური განათლების სისტემაში შედის, როგორც ერთ-ერთი საბაზო საგანი, რომელიც ეხმარება სტუდენტებს სხვადასხვა ტექნიკური დისციპლინების ათვისებაში. „ტექნიკური ხაზვის“, როგორც სასწავლო დისციპლინის ძირითადი დანიშნულება და მიზანია, რომ სტუდენტმა მიიღოს გარკვეული შედეგი, კერძოდ:

1. შეისწავლოს გრაფიკული სამუშაოების სწორად და მარტივად შესრულების ტექნიკა, გამოიმუშაოს უნარ-ჩვევები, როგორც სახაზავი ინსტრუმენტების ასევე გრაფიკული კომპიუტერული პროგრამების გამოყენებით.

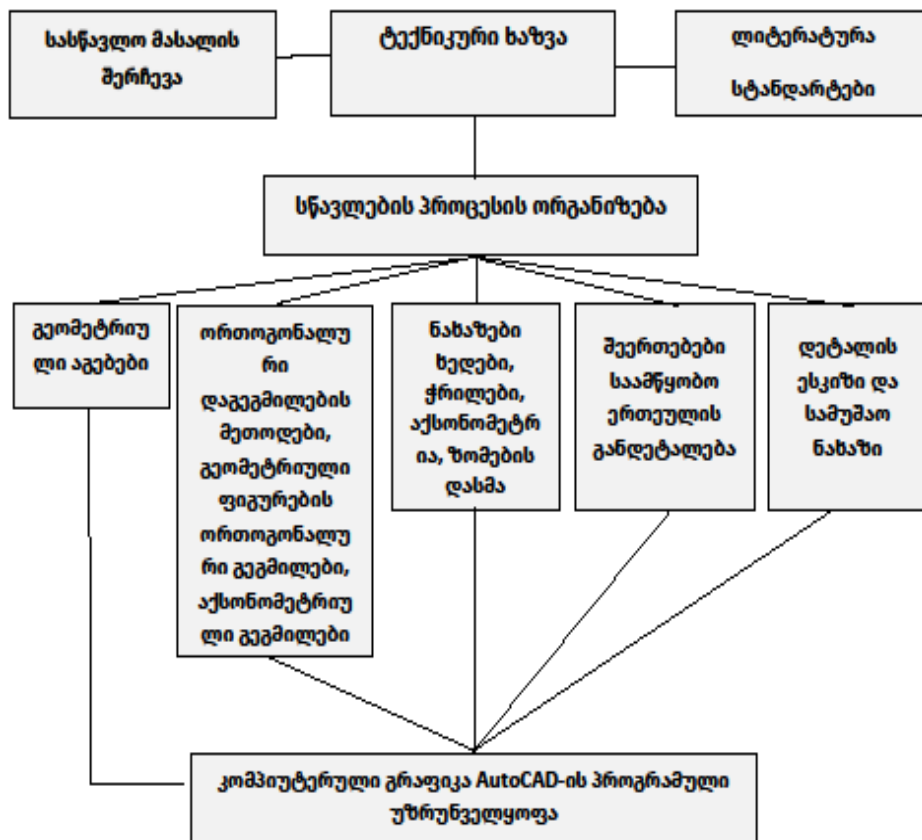
2. გაეცნოს საკონსტრუქციო დოკუმენტაციის სტანდარტებს, საცნობარო ლიტერატურას, რომლებიც ეხება ნახაზების შესრულების და გაფორმების წესებს, რის საფუძველზეც სტუდენტი შესძლებს ნახაზების შედგენას სტანდარტების მოთხოვნების გათვალისწინებით.

3. შეისწავლოს ნახაზების აგების თეორიული საფუძვლები, გეომეტრიული ფიგურების, საგნის, ობიექტის ნახაზების შედგენა ორთოგონალური დაგეგმილების მეთოდით, სიბრტყეზე ასახული ობიექტების სივრცული იტერპრეტაცია აქსონომეტრიული გეგმილების მეთოდით, შეძლოს ნახაზის ანალიზი (წაკითხვა).

4. გამოიმუშაოს კომუნიკაციის უნარი პედაგოგებთან და სამუშაო ჯგუფთან, მიიღოს და გასცეს ინფორმაცია, დასვას კითხვები არსებითად და წიგნიერად.

**საგნის შინაარსი და მოცულობა.** სურ. 1-ზე წარმოდგენილია „ტექნიკური ხაზვის“ სწავლების ეტაპობრივი სქემა. სწავლების პროცესის ორგანიზაცია ხდება თეორიული მასალის გადაცემის (განმარტებითი ლექცია), პრაქტიკული მეცადინეობის და დავალების სახით.

„ტექნიკური ხაზვის“ სწავლების პროცესში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია სასწავლო მასალის ოპტიმალური შერჩევა, რომლის ბაზაზეც სრულდება გრაფიკული სამუშაოები, ასევე მნიშვნელოვანია საცნობარო ლიტერატურისა და იმ სტანდარტების გაცნობა, რომელიც ეხება ნახაზების შედგენას „ტექნიკური ხაზვის“ პროგრამის ფარგლებში.



სურ. 1.

„ტექნიკური ხაზვის“ კურსი სქემის მიხედვით დაყოფილია სწავლების ძირითად ეტაპებად ლოგიკური თანმიმდევრობით:

**I ეტაპი - გეომეტრიული აგებები:** პირობითი აღნიშვნები; ფორმატები; ხაზები; მასშტაბი; ძირითადი წარწერები; ბრტყელი ფიგურების აგების გეომეტრია; წესიერი მრავალკუთხედები; შეუღლებები.

**II ეტაპი - დაგეგმილების მეთოდები:** ორთოგონალური დაგეგმილების მეთოდი; მონჟის ეპიური; გეომეტრიული ფიგურების ორთოგონალური გეგმილები: წერტილი, წრფე, სიბრტყე, ზედაპირი (ცილინდრი, კონუსი, პრიზმა, პირამიდა, სფერო); სიბრტყეზე ასახული ფიგურის სივრცული ინტერპრეტაცია-აქსონომეტრიული გეგმილები (იზომეტრია).

**III ეტაპი - ნახაზი, ნახაზის ცნება:** დეტალებზე (ობიექტებზე) ნახაზების შესრულება (გამოსახულებები, ხედები, იზომეტრიული გეგმილი, ჭრილები,

ზომების დასმა ნახაზზე); პროექციული კავშირის დადგენა დეტალის ელემენტებს შორის; ნახაზის წაკითხვა.

**IV ეტაპი - ესკიზი, სამუშაო ნახაზი :** საშუალო სირთულის დეტალის (სასწავლო მასალის ბაზიდან შეირჩევა) ესკიზისა და სამუშაო ნახაზის შესრულება: ზომების დასმა ესკიზზე, მასშტაბის შერჩევა სამუშაო ნახაზის შესასრულებლად, სამუშაო ნახაზის შესრულება.

**V ეტაპი - შეერთებები, საამწყობო ერთეული:** ხრახნკუთხვილიანი შეერთებები და მისი ელემენტები; მარტივი საამწყობო ერთეულის (ორი, სამი დეტალისაგან შედგენილი) კონსტრუქციული ნახაზიდან ერთი დეტალის ესკიზისა და სამუშაო ნახაზის შესრულება

**VI ეტაპი - კომპიუტერული გრაფიკა -** პროგრამული უზრუნველყოფის **Auto-CAD**-ს გამოყენება „ტექნიკური ხაზვის“ ზემოთ ჩამოთვლილი **I, II, III, IV, V** ეტაპების შესწავლისათვის.

### დასკვნა

უმაღლეს ტექნიკურ სასწავლებლებში „ტექნიკური ხაზვა“ შედის როგორც ერთ-ერთი საბაზო დისციპლინა, რომელიც საინჟინრო განათლების საფუძველს წარმოადგენს. ამ საგნის ათვისებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს სწავლების მეთოდოლოგიის ოპტიმალურად შემუშავებასა და დანერგვას პრაქტიკაში. გრაფიკული სამუშაოების შესრულებისას მიღებული უნარ-ჩვევები, მათ შორის კომპიუტერული გრაფიკული პროგრამების ცოდნა ეხმარება სტუდენტს სხვადასხვა ტექნიკური დისციპლინების შესწავლაში.

### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. მ. დემეტრაშვილი, ნ. ნოზაძე - „გეგმილური ხაზვა“, საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2017 წ.
2. მ. დემეტრაშვილი - დეტალების ესკიზებისა და ნახაზების შედგენა (მეთოდოლოგიური მითითებები), საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2013 წ.
3. ი. ბაციკაძე, მ. არაბიძე - სამუშაო რვეული ტექნიკურ ხაზვაში, თბილისი, 2018 წ.

4. Федоренко В., Шошин В. – Справочник по машиностроительному черчению, Москва, «Машиностроение», 1987 г.

## **TECHNICAL DRAWING TEACHING METODOLOGY**

**Meri Demetrashvili**

### **Abstract**

The paper presents the main emphases of teaching “Technical drawing”, such as: optimal selection of study material; familiarity with literature, including standards (by topic); the theme of organizing the learning process is emphasized; the theme whole course is divided into stages that are logically related to each other in principle-from simple to complex; the purpose of teaching this subject are clear. Graphic work at all stages of the training should be executed on a drawing sheet, as well using a computer program - Auto-CAD.

## **МЕТОДОЛОГИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЧЕРЧЕНИЯ**

**Мери Деметрашвили**

### **Резюме**

В статье предоставлены основные акценты обучения «техническому черчению», такие как: оптимальный подбор учебного материала; знакомство со справочной литературой, в том числе со стандартами (по тематике); тема организации учебного процесса. Весь курс разбит на этапы, которые логически связаны друг с другом по принципу от простого к сложному. Подчеркивается цель и назначение преподавания технического черчения. Графические работы на всех этапах обучения должны выполняться на чертежном листе, а также с применением компьютерной программы- Auto-CAD.

უაკ 514.15

## საინჟინრო მეტრული ამოცანების გრაფიკული გადაწყვეტა ნახაზების გარდაქმნის მეთოდებით მერი დემეტრაშვილი\*

*\*ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია ორი მეტრული საინჟინრო ამოცანის გრაფიკული გადაწყვეტა ორთოგონალური გეგმილების (ნახაზის) გარდაქმნის მეთოდებით და გეომეტრიული აგებებით რომლებიც დაფუძნებულია: 1. გეგმილთა სიბრტყეების ცვლის მეთოდზე (გარდაქმნისას ფიგურები არ იცვლიან მდებარეობას სივრცეში); 2. ბრტყელ-პარალელური გადაადგილების მეთოდზე (გარდაქმნისას ფიგურები იცვლიან მდებარეობას სივრცეში). შედეგად განსაზღვრულია ამოცანის მეტრული მახასიათებლები, აღწერილია ამ გარდაქმნების არსი და თვისებები, ამოცანების ამოხსნის გრაფიკული ასახვა მარტივია და გადაწყვეტილია კომპიუტერული პროგრამა Auto-CAD-ის გამოყენებით.

**საკვანძო სიტყვები:** გარდაქმნა, გეგმილთა სიბრტყეების ცვლა, ბრუნვა, გადაადგილება, პარალელური გადატანა.

### შესავალი

გარდაქმნა მათემატიკაში არის ერთი მათემატიკური ობიექტის (აღგებრული გამოსახულება, გეომეტრიული ფიგურა) შეცვლა მეორე ანალოგიური ობიექტით, რომელიც მიიღება წინასაგან გარკვეული წესით. გარდაქმნის სახეს განსაზღვრავს გეომეტრიული ფიგურების ის თვისებები, რომლებიც არ განიცდიან ცვლილებებს-ინვარიანტულნი არიან მოცემული გარდაქმნის დროს. კომპიუტერულ ტექნოლოგიებში გარდაქმნა ობიექტის შექმნისა და რედაქტირების საშუალებაა (მასშტაბირება, გადაადგილება, ბრუნვა, სიმეტრია). გარდაქმნის არსი მდგომარეობს



იმაში, რომ ჩვენთვის მოხერხებულ გეომეტრიაში გადაწყდეს ის ამოცანა, რომელიც საწყის მოცემულობაში ამოსახსნელად მოუხერხებელია.

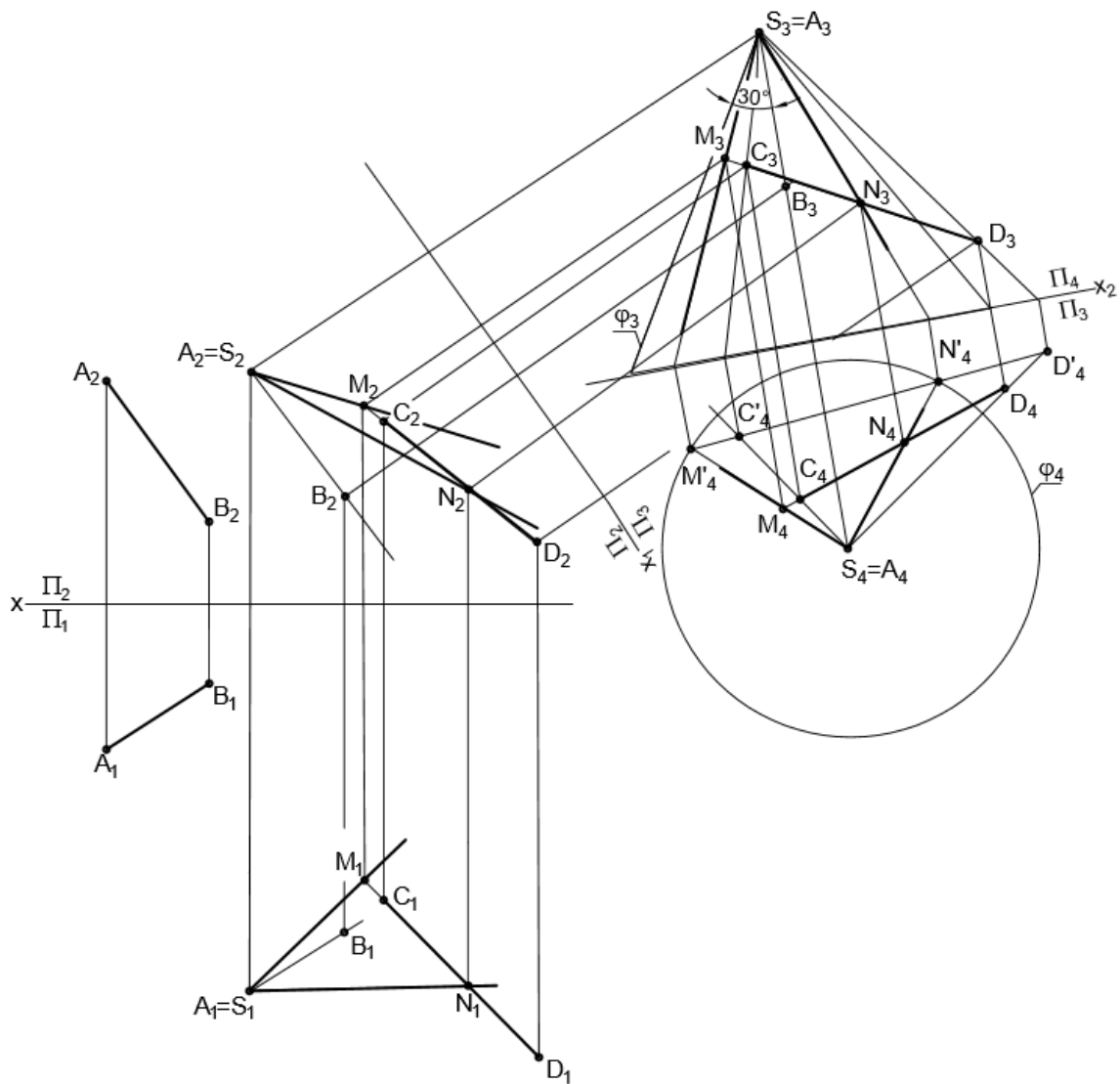
### ძირითადი ნაწილი

ტექნიკის სხვადასხვა დარგში ნახაზების (ორთოგონალური გეგმილების) გარდაქმნის მეთოდები გამოიყენება ძირითადად საპროექტო სამუშაოების შესრულებისას. ჩვენი მიზანია, რომ გეომეტრიული ფიგურები, რომელთა მდებარეობა ნახაზზე არახელსაყრელია დასმული ამოცანის ამოსახსნელად, ნახაზის გარდაქმნის მეთოდის გამოყენებით გადავიყვანოთ უფრო ხელსაყრელ მდებარეობაში. გარდაქმნა განხორციელებულია რიგი გეომეტრიული აგებებით, რომლებიც საჭიროა დაგეგმილების აპარატის ცვლილებისთვის და რომელიც ქმნის დაგეგმილების ახალ ველს. წინამდებარე სტატიაში განხილულია ორი მეტრული ამოცანა, რომლებიც გადაწყვეტილია ნახაზის (ეპიურის) გარდაქმნის მეთოდით.

**ამოცანა №1. ავაგოთ S წერტილზე გამავალი, (CD) წრფის მკვეთი და (AB) წრფესთან 30°-ით დახრილი წრფეები (სურ.1).**

ამოცანის გადასაწყვეტად შევირჩიეთ გეგმილთა სიბრტყეების ცვლის მეთოდი. გეგმილთა სიბრტყეებისა და დასაგეგმილებელი ფიგურის ურთიერთ მდებარეობის შეცვლა ხდება საწყისი გეგმილთა სიბრტყეებიდან ახალ ველში გადასვლის გზით, ისე, რომ დასაგეგმილებელი ფიგურები არ იცვლიან მდებარეობას-უძრავნი არიან გეგმილთა სიბრტყეების მიმართ. ახალი გეგმილთა სიბრტყის შერჩევასას გასათვალისწინებელია ის, რომ მის მიმართ დასაგეგმილებელმა ფიგურამ დაიჭიროს კერძო მდებარეობა, რაც უზრუნველყოფს მისი ნატურალური ზომისა და მდებარეობის განსაზღვრას ახალ გეგმილთა სიბრტყეში.

**ანალიზი:** ამოცანის პირობიდან გამომდინარე: 1. (AB) წრფესთან 30°-ით დახრილი და S წერტილზე გამავალი სამიებელი წრფეები იმ ბრუნვის კონუსის მსახველები იქნებიან, რომლის წვერო S წერტილია, ღერძი (SB) || (AB) წრფისა, ხოლო მსახველის დახრის კუთხე ღერძთან 30°-ია.



სურ. 1.

2. ამოცანის პირობით, საძიებელი წრფეები უნდა კვეთდნენ (CD) წრფეს. კვეთის წერტილებს განსაზღვრავს  $\varphi$  კონუსისა და (CD) წრფის თანაკვეთა. კვეთის წერტილებზე გამავალი  $\varphi_3$  კონუსის მსახველები საძიებელი წრფეებია. დასმული ამოცანის გადასაწყვეტად საჭიროა გეგმილთა სიბრტყეების ორჯერ ცვლა შემდეგი

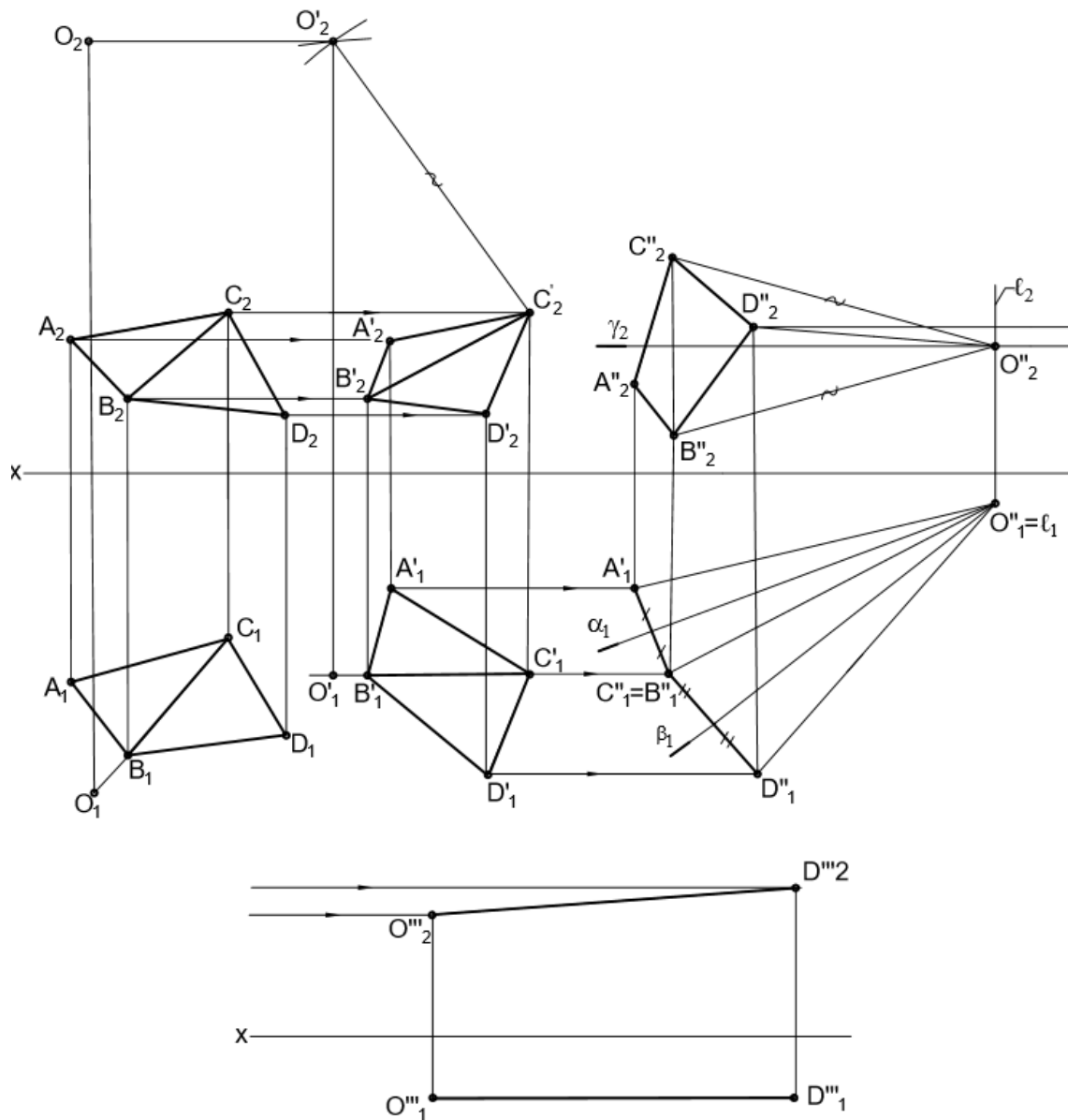
$$\text{სქემით: } X \frac{\Pi_2}{\Pi_1} \rightarrow X_1 \frac{\Pi_2}{\Pi_3} \rightarrow X_2 \frac{\Pi_4}{\Pi_3}.$$

ამოცანის საწყისი მდებარეობაა  $X \frac{\Pi_2}{\Pi_1}$  პირველი გეგმილური ველი, სადაც ფიგურები წარმოდგენილია ჰორიზონტალური და ფრონტალური გეგმილებით. პირველი ცვლისას  $X_1 \parallel (A_2B_2)$ , მეორე გეგმილურ  $X_1 \frac{\Pi_2}{\Pi_3}$  ველში განისაზღვრება (SB) მონაკვეთის ნამდვილი ზომა და მდებარეობა- $|S_3B_3|$ .  $S_3$  წვეროზე და  $|S_3B_3|$  ღერძზე აგებულია ბრუნვის  $\varphi_3$  კონუსი. მსახველის დახრის კუთხე ღებთან  $30^\circ$ -ია. მეორე ცვლისას  $X_2 \perp (S_3B_3)$ . მესამე გეგმილურ  $X_2 \frac{\Pi_4}{\Pi_3}$  ველში განსაზღვრულია  $\varphi_4$  ბრუნვის კონუსისა და  $(C_4D_4)$  წრფის თანაკვეთის წერტილები:  $(C_3D_3)$  წრფეზე გატარებულია სიბრტყე, რომელიც  $\varphi_3$  კონუსის  $S_3$  წვეროზე გადის, ამ სიბრტყის კვალი, კონუსის ფუძეს  $M_4$  და  $N_4$  წერტილებზე კვეთს. ამ წერტილებზე გამავალი  $\varphi_4$  კონუსის მსახველები  $(S_4 M_4)$  და  $(S_4 N_4)$  საძიებელი წრფეებია და მათი გადაკვეთა  $(C_4 D_4)$  წრფესთან  $M_4$  და  $N_4$  წერტილებია.

გეგმილთა სიბრტყეების ცვლა შექცევადი ასახვაა და უკუგარდაქმნით ყველა გეგმილურ ველში აგებულია საძიებელი წრფეების მდებარეობები  $(S_3M_3) \rightarrow (S_2M_2) \rightarrow (S_1M_1)$  და  $(S_3N_3) \rightarrow (S_2N_2) \rightarrow (S_1N_1)$ .

ამოცანა №2. განვსაზღვროთ იმ წერტილის მდებარეობა ნახაზზე (ეპიურზე), რომელიც თანაბრად არის დაცილებული ოთხი მოცემული A, B, C, D წერტილიდან. (სურ.2)

ამოცანის გადასაწყვეტად გამოყენებულია ნახაზის ბრტყელ-პარალელური გარდაქმნის მეთოდი. ამ შემთხვევაში გეგმილთა სიბრტყეები უძრავია, გეომეტრიული ფიგურები კი იცვლიან მდებარეობას გეგმილთა სიბრტყეების მიმართ, ამასთანავე კონგრუენტულნი რჩებიან ფიგურების საწყისი მდებარეობის გეგმილებისა. ფიგურების შემადგენელი წერტილების გადაადგილების ტრაექტორიები პარალელურ სიბრტყეებში მდებარეობენ, რომლებიც გეგმილთა სიბრტყეების პარალელურნი არიან, ტრაექტორია კი ნებისმიერი პრტყელი წირია.



სურ. 1.

**ანალიზი:** 1. გეომეტრიიდან ცნობილია, რომ არა ერთ სიბრტყეში მდებარე წერტილებიდან თანაბრად დაცილებული წერტილი სფერული ზედაპირის  $O$  ცენტრია. 2. ეპიურის სსაწყის მდებარეობაში ამოცანა წარმოდგენილია  $A, B, C, D$  წერტილების ჰორიზონტალური  $A_1, B_1, C_1, D_1$  და ფრონტალური  $A_2, B_2, C_2, D_2$  გეგმილებით. ამოცანის ამოხსნის გამარტივების მიზნით ნახაზის რეკონსტრუქციის შედეგად, ისე რომ წერტილების მდებარეობები უცვლელი რჩება გეგმილთა სიბრტყეების მიმართ, მივიღებთ ორი სამკუთხედის -  $(ABC)$  და  $(BCD)$  კომბინაციას საერთო  $(BC)$  გვერდით.

ამოცანის ამოხსნის პირველ ეტაპზე (ABCD) ფიგურის ჰორიზონტალური გეგმილის გადაადგილებისას ახალ მდებარეობაში  $(A_1B_1C_1D_1) \cong (A'_1B'_1C'_1D'_1)$  და  $(B'_1C'_1) \parallel \Pi_2$ . A,B,C,D წერტილების  $A_2, B_2, C_2, D_2$  ფრონტალური გეგმილები პარალელურ წრფეებზე გადაადგილდებიან და  $(B_2C_2) \cong (BC)$ .

მეორე ეტაპზე  $(B''_2C''_2) \perp \Pi_1$ , ხოლო  $(A''_2B''_2C''_2D''_2) \cong (A'_2B'_2C'_2D'_2)$ , შესაბამისად, სამკუთხედები  $(A''_1B''_1)$  და  $(C''_1D''_1)$  წრფის მონაკვეთებზე აისახებიან, რომლებიც  $B''_1 \equiv C''_1$  წერტილზე იკვეთებიან.

გრაფიკული აგებით განისაზღვრება  $O'''_1$  წერტილის მდებარეობა:  $(A''_1B''_1)$  და  $(C''_1D''_1)$  მონაკვეთების შუა წერტილებზე გამავალი ჰორიზონტალურად მაგეგმილებელი  $\alpha_1$  და  $\beta_1$  სიბრტყეების თანაკვეთა ჰორიზონტალურად მაგეგმილებელი  $\ell$  წრფეა და  $\ell_1 \equiv O''_1.(B''_2C''_2)$  მონაკვეთის შუა წერტილზე გამავალი დონის  $\gamma_2$  სიბრტყის კვეთა  $\ell$  წრფის ფრონტალურ  $\ell_2$  გეგმილთან O წერტილის ფრონტალური  $O''_2$  გეგმილია. შემდეგ ეტაპზე სფეროს რადიუსის ნატურალური ზომის განსაზღვრისათვის აგებულია ფრონტალური დონის წრფე  $(O'''_1D'''_1) \parallel X$ , შესაბამისად მისი ფრონტალური გეგმილი  $|O'''_2D'''_2| \cong |R_{\text{სფ}}|$ .

ვინაიდან პარალელური გადატანა შექცევადი ასახვაა -  $T:A \rightarrow A'$ ,  $T^{-1}:A' \rightarrow A$  ნახაზის უკუგარდაქმნით ყველა გეგმილურ ველში განსაზღვრულია სფეროს ცენტრის მდებარეობები  $O'''_2 \rightarrow O''_2 \rightarrow O'_2 \rightarrow O_2$ ;  $O'''_1 \rightarrow O''_1 \rightarrow O'_1 \rightarrow O_1$

### დასკვნა

პრაქტიკაში, საინჟინრო ობიექტების დაპროექტებისას კონკრეტული მეტრული ამოცანების გადასაწყვეტად შერჩეული ნახაზის გარდაქმნის მეთოდები, კერძოდ, გეგმილთა სიბრტყეების ცვლა და ბრტყელ-პარალელური გადაადგილება საშუალებას გვაძლევს გადავწყვიტოთ დასმული ამოცანა ჩვენთვის მოხერხებულ გამარტივებულ გეომეტრიაში.

### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. Фролов С.А. - Начертательная геометрия. Москва, «Машиностроение»,1983г;
2. Бубенников А.Б. - Начертательная геометрия. Москва, «Высшая школа»1985г;

3. დემეტრაშვილი მ. - „იზომეტრიული გარდაქმნები და მათი გამოყენება გეომეტრიული ამოცანების გადასაწყვეტად სიბრტყეში“, ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, №3(25) 2012 წ.

## **SOLVE METRIC ENGINEERING PROBLEMS BY DRAWING TRANSFORM METHODS**

**Meri Demetrashvili**

### **Abstract**

The paper discusses a graphical solution of two metric engineering problems with orthogonal plane transformations methods and geometric construction based on: 1. The method changing the planes of planes (Figures do not change location in space). 2. By the method of flat parallel movement (figures change location in space). The result defines the metric characteristics of the task, describes the essence properties transformations the graphical description of the problem solving is simple and easily solved using graphical computer programs.

## **ГРАФИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-МЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕТОДАМИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ**

**Мери Деметрашвили**

### **Резюме**

В статье рассматривается решение двух инженерно-метрической задачи с использованием методов преобразования ортогональных проекции (чертежей) и геометрических построений на основе: 1. метода замены плоскостей проекции (фигуры не меняют положение в пространстве). 2. метода плоскопараллельного перемещения (фигуры меняют положение в пространстве). Описывается суть и свойства этих преобразований. Графическое описание решения задач легко осуществляется с помощью графических компьютерных программ.

უაკ 618.3

## ინვერსიის საფუძველზე შექმნილი მექანიზმის კინემატიკური კვლევა და მათემატიკური ანალიზი თეა ბარამაშვილი\*

*\*პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

**რეზიუმე:** სტატიაში მოცემულია ინვერსორი, რომელიც აგებულია გეომეტრიული გარდაქმნა - ინვერსიის თვისებების საფუძველზე. განხილულია მექანიზმის კინემატიკური კვლევა, რომელიც კონსტრუირებულია გეომეტრიული მეთოდების საფუძველზე გრაფიკული პროგრამა AutoCAD-ს მეშვეობით. ნაშრომში გამოყვანილია მათემატიკური გამოსახულებები ინვერსორის რგოლების მდებარეობათა და კოორდინატთა დასადგენად, რაც საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ გადამცემი მექანიზმის მოქმედების ზუსტი მდებარეობები.

**საკვანძო სიტყვები:** წერტილი, ინვერსორი, მექანიზმი, ინვერსია, კონსტრუირება.

### შესავალი

ნაშრომში აგებულია მექანიზმი, რომელიც შედგება ოთხი მოძრავი რგოლისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია ხუთი ბრუნვითი და ორი წინსვლითი კინემატიკური წყვილით. თუ წამყვან რგოლად  $OM$  მივიჩნევთ, მაშინ  $M$  წერტილის მიერ შესრულებული მოძრაობა  $w_1$  წრეწირია. ხოლო, გამავალი რგოლის  $M'$  წერტილის მიერ შესრულებული მოძრაობის კანონი  $w'_1$  წრეწირს განსაზღვრავს.  $S$  კინემატიკური წყვილი  $M'S$  რგოლს მასში მოძრაობის საშუალებას არ უზღუდავს. აქედან გამომდინარე,  $M'S$  სიგრძე მუდმივ ცვალებადობას განიცდის. იგი  $0^\circ$ -ზე მაქსიმალურ, ხოლო,  $180^\circ$ -ზე მინიმალურ ზომებს აფიქსირებს და რაც მთავარია,  $OM$  რგოლის მიერ შესრულებული თანაბარი კუთხური სიჩქარე  $O_1M'$  რგოლის არათანაბარ მოძრაობად გარდაქმნის.

ინვერსიის თვისებებიდან გამომდინარე, წრეწირი - წრეწირად გარდაიქმნება, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ მოცემულ  $w_1$  წრეწირზე განლაგებული წერტილები  $w'_1$  წრეწირზე (ნახ. 1.) განლაგდებიან. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ინვერსიული წრეწირების ცენტრები ინვერსიულ წერტილებს არ წარმოადგენენ. სწორედ ეს თვისება განსაზღვრავს თანაბარი ძრავის არათანაბარ ძრავად გარდაქმნას.

ახლა შევეცადოთ გამოვთვალოთ ამჟამინდელი რგოლის მობრუნების კუთხის გამომთვლელი ფორმულა. ამავე დროს, დავადგინოთ რგოლების წერტილთა კოორდინატების განმსაზღვრელი ფორმულაც.

მექანიზმის კონსტრუირების გაანგარიშების მათემატიკური მოდელის ალგორითმის განმსაზღვრელად ჩამოვყალიბოთ მექანიზმის კონსტრუირების თანმიმდევრობა:

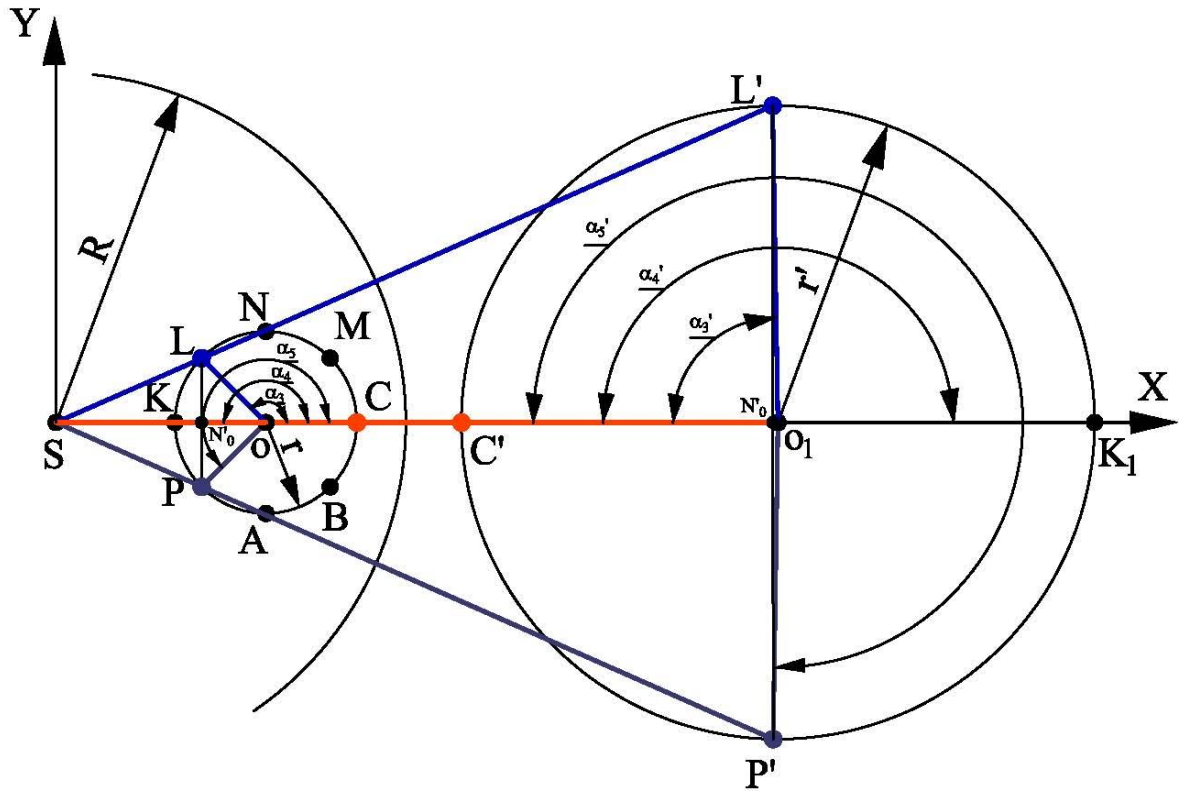
- ავაგოთ კოორდინატთა ღერძები;
- ავაგოთ ინვერსიის წრეწირი, რომლის ცენტრიც კოორდინატთა  $S$  წერტილს ემთხვევა;
- ავაგოთ წრეწირი, რომლის ცენტრის კოორდინატებიცაა  $O(40; 0)$ ;
- $O$  ცენტრზე აგებულია  $r$  რადიუსიანი წრეწირის ინვერსიული წრეწირი. მოვნიშნოთ  $O$  ცენტრზე აგებული  $r$  რადიუსიანი წრეწირის კვეთა  $X$  ღერძთან  $K$  და  $L$  სიმბოლოებით;
- ვიპოვოთ  $K$  და  $L$  წერტილების ინვერსიული წერტილები, რომელთა შორის მანძილიც საძიებელი წრეწირის დიამეტრს წარმოადგენს, რომლის ცენტრიც  $O'$  სიმბოლოთი ავღნიშნოთ;
- ინვერსიულ წრეწირთა რადიუსები შესაბამისად  $r$  და  $r'$  სიმბოლოებით ავღნიშნოთ;
- ინვერსიული  $(O; r)$  და  $(O'; r')$  წრეწირები მივიღოთ საწყისი და გამავალი რგოლების მოძრაობის კანონად.

### მათემატიკური ანალიზი

ავაგოთ წამყვანი რგოლის  $X$  ღერძიდან  $\alpha$  კუთხით მობრუნებას გამავალი რგოლის რა  $\beta$  კუთხით მობრუნება შეესაბამება. ამისათვის  $r$  რადიუსიანი წრეწირი წამყვანი რგოლის  $\alpha$  კუთხით მობრუნება დავაფიქსიროთ. ვთქვათ,  $\alpha=60^\circ$ . მაშინ,



წამყვანი რგოლის მდებარეობა  $OM$  მონაკვეთი იქნება. დავადგინოთ გამავალი რგოლის შესაბამისი მდებარეობა. ამისათვის ინვერსიის ცენტრი შევაერთოთ  $M$  წერტილთან და გავაგრძელოთ  $r'$  რადიუსის მქონე წრეწირის გადაკვეთამდე.



ნახ. 1. ინვერსიის საფუძველზე შექმნილი მექანიზმის კინემატიკური სქემა.

განვიხილოთ  $SMM_0$ ,  $SM'M'_0$  და  $M'_0M'O'$  სამკუთხედები, რადგან დავადგინოთ თუ წამყვანი  $OM$  რგოლის გამავალი  $O'M'$  რგოლის რა კუთხით მდებარეობა შეესაბამება, აგრეთვე წამყვან რგოლზე  $M$  წერტილის მდებარეობას (კოორდინატებს)  $M'$  წერტილის რა მდებარეობა (კოორდინატები) შეესაბამება.

$O'M'M'_0$  სამკუთხედიდან

$$M'M'_0 = r' \cdot \sin \alpha'_1, \quad \text{აქედან} \quad \angle \alpha'_1 = \arcsin \left( \frac{M'M'_0}{r'} \right)$$

$$\Delta SMM_0\text{-დან} \quad MM_0 = r \cdot \sin \alpha_1$$

$$\text{ხოლო,} \quad OM_0 = r \cdot \cos \alpha_1$$

$$\text{და} \quad MM_0 = SM_0 \cdot \tan \gamma$$

$$\text{აქედან,} \quad \gamma = \arctan \left( \frac{MM_0}{SM_0} \right)$$

სადაც,  $SM_0 = OS + OM_0$ .

$\Delta SM'M'_0$ -დან  $M'M'_0 = SM' \cdot \sin \gamma$

სადაც,  $SM' = \frac{R^2}{SM}$

სადაც,  $SM = \sqrt{(MM_0)^2 + (SM_0)^2}$

ამიტომ,  $SM' = \frac{R^2}{\sqrt{(MM_0)^2 + (SM_0)^2}}$

თუ მიღებულ გამოსახულებებს შევიტანთ ზემოთ მდებარე გამოსახულებაში

მივიღებთ  $M'M'_0 = \frac{R^2}{\sqrt{(MM_0)^2 + (SM_0)^2}} \cdot \sin \gamma$

მიღებული გამოსახულება შევიტანოთ  $\angle \alpha'_1$  -ს გამოსათვლელ ფორმულაში.

მივიღებთ

$$\angle \alpha'_1 = \arcsin \left( \frac{\frac{R^2}{\sqrt{(MM_0)^2 + (SM_0)^2}} \cdot \sin \gamma}{r'} \right)$$

რომლის გამარტივებაც იძლევა

$$\angle \alpha'_1 = \arcsin \left( \frac{R^2 \cdot \sin \gamma}{r' \cdot \sqrt{(r \cdot \sin \alpha_1)^2 + (OS + (r \cdot \cos \alpha_1))^2}} \right)$$

საბოლოოდ,

$$\angle \alpha'_1 = \arcsin \left( \frac{R^2 \cdot \sin \left( \arcsin \left( \frac{r \cdot \sin \alpha_1}{OS + (r \cdot \cos \alpha_1)} \right) \right)}{r' \cdot \sqrt{(r \cdot \sin \alpha_1)^2 + (OS + (r \cdot \cos \alpha_1))^2}} \right)$$

რგოლების წერტილთა კოორდინატების დასადგენად განვიხილოთ  $SMM_0$ ,  $SM'M'_0$  და  $M'_0M'O'$  სამკუთხედები.

$\Delta SMM_0$ -დან  $M_y = r \cdot \sin \alpha_1$

ხოლო,  $M_x = SO + r \cdot \cos \alpha_1$

$$M'_y = \frac{R^2}{SM} \cdot \sin \gamma$$

აქედან,  $\gamma = \arcsin \left( \frac{MM_0}{SM_0} \right)$

სადაც,  $SM_0 = OS + OM_0$

$\Delta SM'M'_0$ -დან  $SM = \sqrt{(MM_0)^2 + (SM_0)^2}$

სადაც,  $MM_0 = r \cdot \sin \alpha_1$

თუ მიღებულ გამოსახულებას შევიტანთ  $M'_y$ -ს გამოსათვლელ გამოსახულებაში

$$\text{მივიღებთ } M'_y = \frac{R^2}{\sqrt{(r \cdot \sin \alpha_1)^2 + (SO + r \cdot \cos \alpha_1)^2}} \cdot \sin \left( \arctan \frac{r \cdot \sin \alpha_1}{SO + r \cdot \cos \alpha_1} \right)$$

საბოლოოდ

$$M'_y = \frac{R^2 \cdot \sin \left( \arctan \frac{r \cdot \sin \alpha_1}{SO + r \cdot \cos \alpha_1} \right)}{\sqrt{(r \cdot \sin \alpha_1)^2 + (SO + r \cdot \cos \alpha_1)^2}}$$

$$M'_x = SM' \cdot \cos \gamma$$

სადაც,  $SM' = \frac{R^2}{SM}$

მიღებული გამოსახულებები შევიტანოთ  $M'_x$ -ს გამოსათვლელ ფორმულაში.

მივიღებთ

$$M'_x = \frac{R^2}{\sqrt{(r \cdot \sin \alpha_1)^2 + (SO + r \cdot \cos \alpha_1)^2}} \cdot \cos \left( \arctan \frac{r \cdot \sin \alpha_1}{SO + r \cdot \cos \alpha_1} \right)$$

რომლის განმარტებას იძლევა

$$M'_x = \frac{R^2 \cdot \cos \left( \arctan \frac{r \cdot \sin \alpha_1}{SO + r \cdot \cos \alpha_1} \right)}{\sqrt{(r \cdot \sin \alpha_1)^2 + (SO + r \cdot \cos \alpha_1)^2}}$$

ჩვენს მიერ გამოყვანილი ფორმულებით გამოვთვალოთ შესაბამისი კინემატიკური პარამეტრები და შევადგინოთ შესაბამისი ცხრილები.

I მდებარეობა, როდესაც  $\alpha = 0^\circ$ .

მაშინ,

$$\begin{aligned} \alpha' &= \arcsin \left( \frac{50^2 \cdot \sin \left( \arctan \left( \frac{13 \cdot \sin 0^\circ}{30 + (13 \cdot \cos 0^\circ)} \right) \right)}{45,27 \cdot \sqrt{(13 \cdot \sin 0^\circ)^2 + (30 + (13 \cdot \cos 0^\circ))^2}} \right) = \\ &= \arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin(\arctan 0)}{45,27 \cdot \sqrt{152100}} \right) = \arcsin \left( \frac{2500 \cdot 0}{18435,3} \right) = \arcsin 0 = 0^\circ. \end{aligned}$$

II მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_1 = 45^\circ$ .

$$\begin{aligned} \alpha'_1 &= \arcsin \left( \frac{50^2 \cdot \sin \left( \arctan \left( \frac{13 \cdot \sin 45^\circ}{30 + (13 \cdot \cos 45^\circ)} \right) \right)}{45,27 \cdot \sqrt{(13 \cdot \sin 45^\circ)^2 + (30 + (13 \cdot \cos 45^\circ))^2}} \right) = \\ &= \arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin(\arctan(0,2345))}{45,27 \cdot \sqrt{3432200,9}} \right) = \arcsin \left( \frac{562,5}{1852,62} \right) = \\ &= \arcsin 0,3036 = 18^\circ. \end{aligned}$$

III მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_2 = 90^\circ$ .

$$\begin{aligned}\alpha'_2 &= \arcsin \left( \frac{50^2 \cdot \sin \left( \arcsin \left( \frac{13 \cdot \sin 90^\circ}{30 + (13 \cdot \cos 90^\circ)} \right) \right)}{45,27 \cdot \sqrt{(13 \cdot \sin 90^\circ)^2 + (30 + (13 \cdot \cos 90^\circ))^2}} \right) = \\ &= \arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin(\arcsin(0,4333))}{45,27 \cdot \sqrt{1069}} \right) = \arcsin \left( \frac{2500 \cdot 0,3907}{1480,1282} \right) = \\ &= \arcsin 0,66 = 42^\circ.\end{aligned}$$

IV მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_3 = 135^\circ$ .

$$\begin{aligned}\alpha'_3 &= \arcsin \left( \frac{50^2 \cdot \sin \left( \arcsin \left( \frac{13 \cdot \sin 135^\circ}{30 + (13 \cdot \cos 135^\circ)} \right) \right)}{45,27 \cdot \sqrt{(13 \cdot \sin 135^\circ)^2 + (30 + (13 \cdot \cos 135^\circ))^2}} \right) = \\ &= \arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin(\arcsin(0,4417))}{45,27 \cdot \sqrt{84,4983 + 432,9603}} \right) = \arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin 24^\circ}{45,27 \cdot 22,7477} \right) = \\ &= \arcsin \left( \frac{1016,75}{1029,78} \right) = \arcsin 0,99 = 89^\circ.\end{aligned}$$

V მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_4 = 180^\circ$ .

$$\begin{aligned}\alpha'_4 &= \arcsin \left( \frac{50^2 \cdot \sin \left( \arcsin \left( \frac{13 \cdot \sin 180^\circ}{30 + (13 \cdot \cos 180^\circ)} \right) \right)}{45,27 \cdot \sqrt{(13 \cdot \sin 180^\circ)^2 + (30 + (13 \cdot \cos 180^\circ))^2}} \right) = \\ &= \arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin(\arcsin 0)}{45,27 \cdot \sqrt{289}} \right) = \arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin 0^\circ}{45,27 \cdot 17} \right) = \\ &= \arcsin \left( \frac{0}{769,59} \right) = \arcsin 0 = 180^\circ.\end{aligned}$$

VI მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_5 = 225^\circ$ .

$$\begin{aligned}\alpha'_5 &= \arcsin \left( \frac{50^2 \cdot \sin \left( \arcsin \left( \frac{13 \cdot \sin 225^\circ}{30 + (13 \cdot \cos 225^\circ)} \right) \right)}{45,27 \cdot \sqrt{(13 \cdot \sin 225^\circ)^2 + (30 + (13 \cdot \cos 225^\circ))^2}} \right) = \\ &= \arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin(\arcsin(-0,4417))}{45,27 \cdot \sqrt{517,4587}} \right) = \\ &= -\arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin 24^\circ}{45,27 \cdot 22,7477} \right) = -\arcsin \left( \frac{1016,75}{1029,7893} \right) = \\ &= -\arcsin 0,99 = 271^\circ.\end{aligned}$$

VII მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_6 = 270^0$ .

$$\begin{aligned} \alpha'_6 &= \arcsin \left( \frac{50^2 \cdot \sin \left( \arcsin \left( \frac{13 \cdot \sin 270^0}{30 + (13 \cdot \cos 270^0)} \right) \right)}{45,27 \cdot \sqrt{(13 \cdot \sin 270^0)^2 + (30 + (13 \cdot \cos 270^0))^2}} \right) = \\ &= \arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin(\arcsin(-0,4333))}{45,27 \cdot \sqrt{1069}} \right) = \\ &= -\arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin 23^0}{45,27 \cdot 32,6955} \right) = -\arcsin \left( \frac{976,75}{1480,1282} \right) = \\ &= -\arcsin 0,669 = 318^0. \end{aligned}$$

VIII მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_7 = 315^0$ .

$$\begin{aligned} \alpha'_7 &= \arcsin \left( \frac{50^2 \cdot \sin \left( \arcsin \left( \frac{13 \cdot \sin 315^0}{30 + (13 \cdot \cos 315^0)} \right) \right)}{45,27 \cdot \sqrt{(13 \cdot \sin 315^0)^2 + (30 + (13 \cdot \cos 315^0))^2}} \right) = \\ &= \arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin(\arcsin(-0,2345))}{45,27 \cdot \sqrt{1620,5348}} \right) = \\ &= -\arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin 13^0}{45,27 \cdot 40,2558} \right) = -\arcsin \left( \frac{562,5}{1822,3831} \right) = \\ &= -\arcsin 0,309 = 342^0. \end{aligned}$$

IX მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_8 = 360^0$ .

$$\begin{aligned} \alpha'_8 &= \arcsin \left( \frac{50^2 \cdot \sin \left( \arcsin \left( \frac{13 \cdot \sin 360^0}{30 + (13 \cdot \cos 360^0)} \right) \right)}{45,27 \cdot \sqrt{(13 \cdot \sin 360^0)^2 + (30 + (13 \cdot \cos 360^0))^2}} \right) = \\ &= \arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin(\arcsin 0)}{45,27 \cdot 43} \right) = \arcsin \left( \frac{2500 \cdot \sin 0^0}{1946,61} \right) = \\ &= \arcsin 0 = 360^0. \end{aligned}$$

გამოვთვალოთ რგოლების წერტილთა კოორდინატები რვა მდებარეობისათვის.

I მდებარეობა, როდესაც  $\alpha = 0^0$ .

$$C_x = SO + r \cdot \cos \alpha,$$

$$C_x = 30 + 13 \cdot 1 = 43,$$

$$C_y = r \cdot \sin \alpha,$$

$$C_y = 13 \cdot 0 = 0;$$

$$C'_x = \frac{50^2 \cdot \cos\left(\arctan \frac{13 \cdot \sin 0^\circ}{30 + 13 \cdot \cos 0^\circ}\right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 0^\circ)^2 + (30 + 13 \cdot \cos 0^\circ)^2}} = \frac{2500 \cdot \cos(\arctan 0)}{43} = \frac{2500}{43} = 58,13;$$

$$C'_y = \frac{50^2 \cdot \sin\left(\arctan \frac{13 \cdot \sin 0^\circ}{30 + 13 \cdot \cos 0^\circ}\right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 0^\circ)^2 + (30 + 13 \cdot \cos 0^\circ)^2}} = \frac{2500 \cdot \sin(\arctan 0)}{43} = \frac{2500 \cdot \sin 0^\circ}{43} = 0.$$

II მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_1 = 45^\circ$ .

$$M_x = SO + r \cdot \cos \alpha_1,$$

$$M_x = 30 + 13 \cdot \cos 45^\circ = 30 + 13 \cdot 0,7071 = 39,1923;$$

$$M_y = r \cdot \sin \alpha_1,$$

$$M_y = 13 \cdot \sin 45^\circ = 13 \cdot 0,7071 = 9,1923;$$

$$M'_x = \frac{50^2 \cdot \cos\left(\arctan \frac{13 \cdot \sin 45^\circ}{30 + 13 \cdot \cos 45^\circ}\right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 45^\circ)^2 + (30 + 13 \cdot \cos 45^\circ)^2}} = \frac{2500 \cdot \cos(\arctan 0,2345)}{\sqrt{1620,5347}} =$$

$$= \frac{2500 \cdot 0,9743}{40,2558} = 60,5067;$$

$$M'_y = \frac{50^2 \cdot \sin\left(\arctan \frac{13 \cdot \sin 45^\circ}{30 + 13 \cdot \cos 45^\circ}\right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 45^\circ)^2 + (30 + 13 \cdot \cos 45^\circ)^2}} = \frac{2500 \cdot \sin(\arctan 0,2345)}{\sqrt{1620,5347}} =$$

$$= \frac{2500 \cdot \sin 13^\circ}{40,2558} = \frac{562,5}{40,2558} = 13,97.$$

III მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_2 = 90^\circ$ .

$$N_x = SO + r \cdot \cos \alpha_2,$$

$$N_x = 30 + 13 \cdot \cos 90^\circ = 30 + 13 \cdot 0 = 30;$$

$$N_y = r \cdot \sin \alpha_2,$$

$$N_y = 13 \cdot \sin 90^\circ = 13 \cdot 1 = 13;$$

$$N'_x = \frac{50^2 \cdot \cos\left(\arctan \frac{13 \cdot \sin 90^\circ}{30 + 13 \cdot \cos 90^\circ}\right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 90^\circ)^2 + (30 + 13 \cdot \cos 90^\circ)^2}} = \frac{2500 \cdot \cos(\arctan 0,4333)}{\sqrt{1069}} =$$

$$= \frac{2500 \cdot 0,9205}{32,6955} = 70,38;$$

$$N'_y = \frac{50^2 \cdot \sin\left(\arctan \frac{13 \cdot \sin 90^\circ}{30 + 13 \cdot \cos 90^\circ}\right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 90^\circ)^2 + (30 + 13 \cdot \cos 90^\circ)^2}} = \frac{2500 \cdot \sin(\arctan 0,2345)}{\sqrt{1069}} =$$

$$= \frac{2500 \cdot \sin 23^\circ}{32,6955} = \frac{2500 \cdot 0,3907}{32,6955} = 29,8740.$$

IV მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_3 = 135^\circ$ .

$$L_x = SO + r \cdot \cos \alpha_3,$$

$$L_x = 30 + 13 \cdot \cos 135^\circ = 30 + 13 \cdot (-0,7071) = 20,8077;$$

$$L_y = r \cdot \sin \alpha_3,$$

$$L_y = 13 \cdot \sin 135^\circ = 13 \cdot 0,7071 = 9,1923;$$

$$L'_x = \frac{50^2 \cdot \cos\left(\arctan \frac{13 \cdot \sin 135^\circ}{30 + 13 \cdot \cos 135^\circ}\right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 135^\circ)^2 + (30 + 13 \cdot \cos 135^\circ)^2}} = \frac{2500 \cdot \cos\left(\arctan \frac{9,1923}{20,8077}\right)}{\sqrt{9,1923^2 + 20,8077^2}} =$$

$$= \frac{2500 \cdot \cos 24^\circ}{22,7477} = \frac{2283,75}{22,7477} = 100,3946;$$

$$L'_y = \frac{50^2 \cdot \sin\left(\arctan \frac{13 \cdot \sin 135^\circ}{30 + 13 \cdot \cos 135^\circ}\right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 135^\circ)^2 + (30 + 13 \cdot \cos 135^\circ)^2}} = \frac{2500 \cdot \sin(\arctan 0,4417)}{\sqrt{9,1923^2 + 20,8077^2}} =$$

$$= \frac{2500 \cdot \sin 24^\circ}{22,7477} = \frac{2500 \cdot 0,4067}{22,7477} = 44,6967.$$

V მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_4 = 180^\circ$ .

$$K_x = SO + r \cdot \cos \alpha_4,$$

$$K_x = 30 + 13 \cdot \cos 180^\circ = 30 + 13 \cdot (-1) = 17;$$

$$K_y = r \cdot \sin \alpha_4,$$

$$K_y = 13 \cdot \sin 180^\circ = 13 \cdot 0 = 0;$$

$$K'_x = \frac{50^2 \cdot \cos\left(\arctan \frac{13 \cdot \sin 180^\circ}{30 + 13 \cdot \cos 180^\circ}\right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 180^\circ)^2 + (30 + 13 \cdot \cos 180^\circ)^2}} = \frac{2500 \cdot \cos(\arctan 0)}{17} =$$

$$= \frac{2500 \cdot \cos 0^\circ}{17} = \frac{2500 \cdot 1}{17} = 147,0588;$$

$$L'_y = \frac{50^2 \cdot \sin\left(\arctan \frac{13 \cdot \sin 180^\circ}{30 + 13 \cdot \cos 180^\circ}\right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 180^\circ)^2 + (30 + 13 \cdot \cos 180^\circ)^2}} = \frac{2500 \cdot \sin(\arctan 0)}{17} =$$

$$= \frac{2500 \cdot \sin 0^{\circ}}{17} = 0.$$

VI მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_6 = 225^{\circ}$ .

$$P_x = SO + r \cdot \cos \alpha_6,$$

$$P_x = 30 + 13 \cdot \cos 225^{\circ} = 30 + 13 \cdot (-0,7071) = 20,8077;$$

$$P_y = r \cdot \sin \alpha_6,$$

$$P_y = 13 \cdot \sin 225^{\circ} = 13 \cdot (-0,7071) = -9,1923;$$

$$\begin{aligned} P'_x &= \frac{50^2 \cdot \cos \left( \arctan \frac{13 \cdot \sin 225^{\circ}}{30 + 13 \cdot \cos 225^{\circ}} \right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 225^{\circ})^2 + (30 + 13 \cdot \cos 225^{\circ})^2}} = \frac{2500 \cdot \cos \left( \arctan \left( -\frac{9,1923}{20,8077} \right) \right)}{\sqrt{(-9,1923)^2 + 20,8077^2}} = \\ &= \frac{2500 \cdot \cos(\arctan(-0,4417))}{\sqrt{517,4587}} = \frac{2500 \cdot \cos 24^{\circ}}{22,7477} = \frac{2283,75}{22,7477} = \\ &= 100,3946; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P'_y &= \frac{50^2 \cdot \sin \left( \arctan \frac{13 \cdot \sin 225^{\circ}}{30 + 13 \cdot \cos 225^{\circ}} \right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 225^{\circ})^2 + (30 + 13 \cdot \cos 225^{\circ})^2}} = \frac{2500 \cdot \sin(\arctan(-0,4417))}{\sqrt{(-9,1923)^2 + 20,8077^2}} = \\ &= -\frac{2500 \cdot \sin 24^{\circ}}{\sqrt{517,4587}} = -\frac{2500 \cdot 0,4067}{22,7477} = -44,6967. \end{aligned}$$

VII მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_7 = 270^{\circ}$ .

$$A_x = SO + r \cdot \cos \alpha_7,$$

$$A_x = 30 + 13 \cdot \cos 270^{\circ} = 30 + 13 \cdot 0 = 30;$$

$$A_y = r \cdot \sin \alpha_7,$$

$$A_y = 13 \cdot \sin 270^{\circ} = 13 \cdot (-1) = -13;$$

$$\begin{aligned} A'_x &= \frac{50^2 \cdot \cos \left( \arctan \frac{13 \cdot \sin 270^{\circ}}{30 + 13 \cdot \cos 270^{\circ}} \right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 270^{\circ})^2 + (30 + 13 \cdot \cos 270^{\circ})^2}} = \frac{2500 \cdot \cos(\arctan(-0,4333))}{\sqrt{1069}} = \\ &= -\frac{2500 \cdot 0,9135}{32,6955} = -69,8489; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A'_y &= \frac{50^2 \cdot \sin \left( \arctan \frac{13 \cdot \sin 270^{\circ}}{30 + 13 \cdot \cos 270^{\circ}} \right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 270^{\circ})^2 + (30 + 13 \cdot \cos 270^{\circ})^2}} = \frac{2500 \cdot \sin(\arctan(-0,4333))}{\sqrt{1069}} = \\ &= -\frac{2500 \cdot \sin 24^{\circ}}{32,6955} = -\frac{2500 \cdot 0,4067}{32,6955} = -31,0974. \end{aligned}$$



VIII მდებარეობა, როდესაც  $\alpha_8 = 315^0$ .

$$B_x = SO + r \cdot \cos \alpha_8,$$

$$B_x = 30 + 13 \cdot \cos 315^0 = 30 + 13 \cdot 0,7071 = 39,1923;$$

$$B_y = r \cdot \sin \alpha_8,$$

$$B_y = 13 \cdot \sin 315^0 = 13 \cdot (-0,7071) = -9,1923;$$

$$B'_x = \frac{50^2 \cdot \cos \left( \arctan \frac{13 \cdot \sin 315^0}{30 + 13 \cdot \cos 315^0} \right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 315^0)^2 + (30 + 13 \cdot \cos 315^0)^2}} = \frac{2500 \cdot \cos(\arctan(-0,2345))}{\sqrt{1620,5347}} =$$

$$= \frac{2500 \cdot 0,9744}{40,2558} = 60,5129;$$

$$B'_y = \frac{50^2 \cdot \sin \left( \arctan \frac{13 \cdot \sin 315^0}{30 + 13 \cdot \cos 315^0} \right)}{\sqrt{(13 \cdot \sin 315^0)^2 + (30 + 13 \cdot \cos 315^0)^2}} = \frac{2500 \cdot \sin(\arctan(-0,2345))}{\sqrt{1620,5347}} =$$

$$= -\frac{2500 \cdot \sin 13^0}{40,2558} = -\frac{562,5}{40,2558} = -13,9731.$$

განგარიშებული მონაცემების საფუძველზე დადგენილ იქნა გამავალი რგოლის მობრუნების კუთხეთა სიდიდეები და მექანიზმის წერტილთა კოორდინატები (ცხრილი 1, 2 და 3). მექანიზმში გამავალი რგოლის წერტილთა სიჩქარეები იზრდებიან და მაქსიმუმს აღწევენ  $180^0$ -ზე, ხოლო, შემდეგ ისევ იწყებს კლებას საწყისი მდებარეობის მიღწევას.

ცხრილი 1

მექანიზმის წერტილთა კოორდინატების გრაფიკული აგებების შედეგად მიღებული მონაცემები

შემავალი რგოლის მდებარეობათა წერტილები	შემავალი რგოლის წერტილთა კოორდინატები	გამავალი რგოლის მდებარეობათა წერტილები	გამავალი რგოლის წერტილის კოორდინატები
C	43; 0	C'	57,93; 0
M	39,19; 9,19	M'	60,19; 14,12
N	30; 13	N'	69,34; 30,04
L	20,81; 9,19	L'	102,54; 45,54
K	17; 0	K'	148,47; 0
P	20,81; -9,19	P'	102,53; -45,26
A	30; -13	A'	69,35; -30,06
B	39,19; -9,19	B'	60,19; -14,12

მექანიზმის წერტილთა კოორდინატების ანალიზური კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემები

შემავალი რგოლის მდებარეობათა წერტილები	შემავალი რგოლის წერტილთა კოორდინატები	გამავალი რგოლის მდებარეობათა წერტილები	გამავალი რგოლის წერტილის კოორდინატები
C	43; 0	$C'$	58,13; 0
M	39,19; 9,19	$M'$	60,50; 13,97
N	30; 13	$N'$	70,38; 29,97
L	20,80; 9,19	$L'$	100,39; 44,69
K	17; 0	$K'$	147,05; 0
P	20,80; -9,19	$P'$	100,39; -44,69
A	30; -13	$A'$	69,84; -31,09
B	39,19; -9,19	$B'$	60,51; -13,97

მობრუნების კუთხეთა სიდიდეები

შემავალი რგოლის მობრუნების კუთხე	შემავალი რგოლის მობრუნების კუთხის სიდიდე	გამავალი რგოლის მობრუნების კუთხის სიდიდე	გამავალი რგოლის მობრუნების კუთხე
$\alpha$	0	$\alpha'$	0
$\alpha_1$	$45^\circ$	$\alpha'_1$	$18^\circ$
$\alpha_2$	$90^\circ$	$\alpha'_2$	$42^\circ$
$\alpha_3$	$135^\circ$	$\alpha'_3$	$89^\circ$
$\alpha_4$	$180^\circ$	$\alpha'_4$	$180^\circ$
$\alpha_5$	$225^\circ$	$\alpha'_5$	$271^\circ$
$\alpha_6$	$270^\circ$	$\alpha'_6$	$318^\circ$

გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. თ. ბარამაშვილი - „თანამედროვე ბეჭდვითი მედიის და სარეკლამო ხელოვნების სამეცნიერო-ტექნიკური პრობლემები და მათი აღმოფხვრის შესაძლებლობები“ (დისერტაცია); 2011წ. თბილისი;
2. Husein Onal - “The methods of spinor geometry in spatial mechanisms kinematics”; 2006; Tbilisi;

3. Заславский А. А. - „Геометрические преобразования“ – М.МЦНМО, 2004 Москва;
4. Tsao K.J., Wang L.S., Kuo P.T. - „Trajectory generation for vehicle moving with constraints on a complex terrain“ // Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2003.

## **KINEMATIC STUDY AND MATHEMATICAL ANALYSIS OF BASED ON INVERSION MECHANISM**

**Tea Baramashvili**

### **Abstract**

In the article is stated an inverter constructed on the basis of geometric transformation - inversion properties. The kinematic study of a mechanism constructed based on geometric methods using the graphical software AutoCAD is considered. The paper uses mathematical expressions to determine the locations and coordinates of the inverter links that gives the possibility to determine the exact locations of the transmission mechanisms.

## **КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОЗДАННОГО НА ОСНОВЕ ИНВЕРСИИ МЕХАНИЗМА**

**Tea Baramashvili**

### **Резюме**

В статье представлен инвертор, построенный на основе геометрического преобразования - свойства инверсии. Рассмотрено кинематическое исследование механизма, построенного на основе геометрических методов с использованием графической программы AutoCAD. В статье используются математические выражения для определения местоположения и координат звеньев инвертора, что позволяет нам определить точное местоположение механизма действия передачи.

უაკ 655.31

## ნაბეჭდი პროდუქციის ღირებულების გაანგარიშების მეთოდოლოგია და შეკვეთის ფასის დადგენა ავტომატიზირებულ მართვის სისტემაში „Print-Expert“

თეა ბარამაშვილი\*, თამარ ბუთხუზი\*\*

*\*პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*\*\*მაგისტრი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** *ნაბეჭდი პროდუქციის ღირებულება კომპანიის საქმიანობის მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია. ხარჯების გაანგარიშების მეთოდის არჩევანი შეიძლება იყოს ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორი მენეჯმენტის ოპტიმალური გადაწყვეტილებების მისაღებად. სტატიაში განხილულია ავტომატიზირებული მართვის პროგრამული სისტემა, რომელსაც შეუძლია ნაბეჭდი პროდუქციის ღირებულების გაანგარიშება და შეკვეთის ფასის დადგენა, ითვლის ერთეულის ღირებულებას და აჩვენებს შეკვეთის სრულ ღირებულებას. ამ ინფორმაციის შეგროვება საშუალებას იძლევა გაგანალიზოთ ციფრული ბეჭდვის რეალური ხარჯები უმოკლეს დროში.*

**საკვანძო სიტყვები:** საწარმო, ნაბეჭდი პროდუქცია, ღირებულება, ავტომატიზაცია, ხარჯები, ბეჭდვა, მეთოდი.

### შესავალი

თვითღირებულების გაანგარიშება არის ხარჯების განსაზღვრა ღირებულების (ფულადი) ფორმით პროდუქციის ერთეულის ან ერთეულების ჯგუფის წარმოებისთვის ან წარმოების გარკვეული ტიპებისთვის. ეს საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ობიექტის ან ნივთის რეალური ან დაგეგმილი ღირებულება და წარმოადგენს მისი შეფასების საფუძველს.

ბეჭდვა, ერთი მხრივ, შეიძლება მიეკუთვნოს სამომხმარებლო საქონლის წარმოებას, ხოლო მეორეს მხრივ, მომსახურების სექტორს და როგორც წესი,

გაერთიანებულია თითოეულ დასრულებულ ბექედვის წესში, სხვადასხვა პროპორციით: ეს დამოკიდებულია მომხმარებელზე, ტიპზე, ტირაჟზე და წარმოების დროზე. სტამბა აწარმოებს მატერიალურ ნივთებს, მაგრამ ყველაზე ხშირად ეს არის უნიკალური ნაბეჭდი პროდუქტი, რომელიც საჭიროა გარკვეული რაოდენობით გარკვეული თარიღისთვის. აქედან გამომდინარე, ფასების სტანდარტული მიდგომები არ შეიძლება არსებობდეს, როგორც მაგალითად, ტიპიურ მაღაზიაში ან ქარხანაში. აქ უნდა გამოვიყენოთ რთული დიფერენცირებული ფასები, რაც დამოკიდებულია სხვადასხვა პირობებზე, დაწყებული პროდუქტის ტიპითა და ტირაჟით, დასრულებული დროით. პრაქტიკაში გამოყენებული ფასწარმოქმნის პრინციპები შეიძლება დაიყოს ორ მთავარ ტიპად: პირველი - ბაზრის პრინციპზე დაყრდნობით და მეორე - პროდუქციის წარმოების ღირებულებიდან. პირველ შემთხვევაში ფასები განისაზღვრება ადგილობრივი ბაზრისა და არსებული კონკურენტების შეთავაზებების ანალიზით.

ფუნქციური ხარჯები შეიძლება იყოს: ტექნოლოგიური (პროდუქციის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესებისთვის), ტექნიკური მომსახურებისთვის (წარმოების, აღჭურვილობის, რემონტის, ტრანსპორტის და ა.შ. პირობების შესაქმნელად) და მენეჯმენტისთვის (მენეჯმენტის პერსონალის ფუნქციონირების, ბუღალტრული აღრიცხვის და ა.შ.). წარმოების მოცულობიდან გამომდინარე, ყველა ხარჯი შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად: ცვალებადი და ფიქსირებული. ცვლადები არის ხარჯები, რომლებიც უშუალოდ დამოკიდებულია წარმოების მოცულობაზე: ქაღალდისა და მასალების, სამუშაოების ანაზღაურება დასაქმებულთათვის, ელექტროენერგია, ტრანსპორტირების სერვისები და ა.შ., სადაზღვევო პრემიები, შენობების, ნაგებობებისა და აღჭურვილობის მოვლა-პატრონობის ხარჯები და ა.შ. შესაბამისად, წარმოების ღირებულებასთან მიკუთვნების მეთოდის თანახმად, ყველა დაყოფილია პირდაპირ და არაპირდაპირ ხარჯებად. პირდაპირი - გამოითვლება ნორმების საფუძველზე, ასოცირდება კონკრეტული პროდუქტის წარმოებასთან და პირდაპირ შედის მის თვითღირებულებაში. არაპირდაპირი ხარჯები ასოცირდება მთლიანად საწარმოს საქმიანობასთან და არ შეიძლება

მიეკუთვნოს კონკრეტული პროდუქტის ღირებულებას. ისინი განაწილებულია გარკვეული ტიპის პროდუქტების ან შეკვეთების შესაბამისად, სტანდარტული საათების წარმოების მოცულობის, წარმოების შრომის ინტენსივობის, ძირითადი მწარმოებლების პირდაპირი ან ძირითადი ხელფასების და სხვა პრინციპების შესაბამისად.

სტატიაში მოცემულია გაანგარიშების საგნების სავარაუდო სია (წარმოების ღირებულების გაანგარიშება):

- ✓ მატერიალური ხარჯები;
- ✓ შეძენილი პროდუქტებისა და ნახევარფაბრიკატების ხარჯები;
- ✓ ძირითადი ხელფასები წარმოებაში დასაქმებულთათვის;
- ✓ დამატებითი ხელფასების ხარჯები მუშებისთვის (პრემიები, სტაჟირების შეღავათები და ა.შ.);
- ✓ სოციალური დაცვისა და უსაფრთხოების შენატანები;
- ✓ ზოგადი წარმოების ხარჯები (აღჭურვილობის ცვეთა, მომსახურების და ტრანსპორტირების ხარჯები, ზოგადი საამქროების ხარჯები);
- ✓ ზოგადი ბიზნესის ხარჯები (ადმინისტრაციული ხარჯები, ზოგადი ბიზნესის დანიშნულების ქონების გამოქვითვები, ზოგადი ბიზნესის დანიშნულების ძირითადი საშუალებების შენარჩუნების ხარჯები და სხვა ზოგადი ბიზნესის და არასაწარმოო ხარჯები);
- ✓ გაყიდვების ხარჯები (შეფუთვა, ტრანსპორტირება, რეკლამა, მარკეტინგის კვლევა, გაყიდვის ხარჯები და ა.შ.);
- ✓ საწარმოს განვითარების ხარჯები.

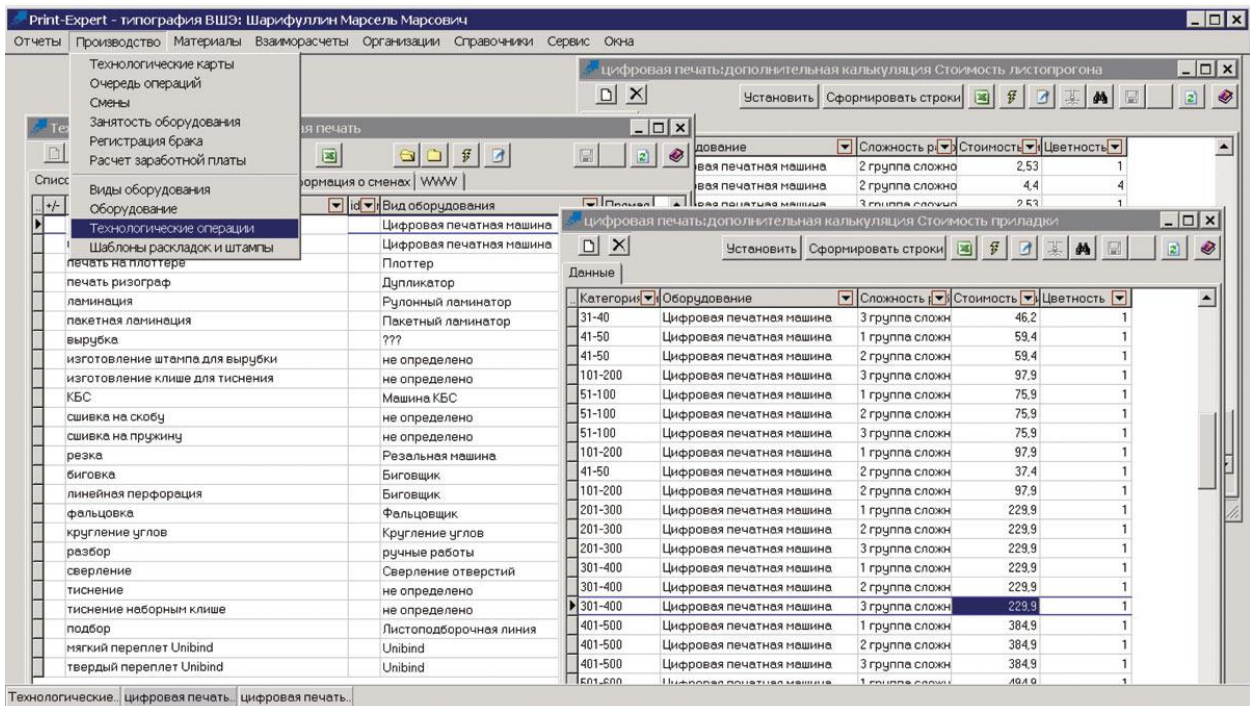
სრული ღირებულების მეთოდი ითვალისწინებს ყველა დანახარჯს და ადგენს პროდუქციის გასაყიდ ფასს "ღირებულება პლუს ფიქსირებული მოგება" სისტემის შესაბამისად. ინვესტიციის დაბრუნების მეთოდი არის ის, რომ კომპანია ადგენს გასაყიდ ფასს ისე, რომ იგი უზრუნველყოფს ინვესტიციის საჭირო მოგებას. პირდაპირი დანახარჯის მეთოდში ცვლადი და ფიქსირებული ხარჯები აღირიცხება ცალკე და გაანგარიშებით არ განისაზღვრება საერთო ღირებულება, არამედ მხოლოდ ცვლადი ხარჯები. გასაყიდი ღირებულების ფორმირება ხდება ამ

გამოანგარიშებული ღირებულების თანხის დამატებით, რომელიც მოიცავს ფიქსირებულ ხარჯებს და ნორმალურ მოგებას. პირდაპირი ღირებულების მეთოდი საშუალებას გაძლევთ გაითვალისწინოთ პროდუქტზე მოთხოვნა და არ საჭიროებს ზედნადები ხარჯების კომპლექსურ გამოყოფას. ფასის მისაღებად კი პირდაპირი ხარჯების ყველაზე მარტივი მეთოდის გამოყენებით, საჭიროა ყველა ცვლადი ხარჯის გამოთვლა და მოგების განსაზღვრული პროცენტის დამატება. წარმოგიდგენიათ თუ რა რეაქცია ექნება ტიპოგრაფიის მენეჯერს, რომელიც იძულებული გახდება, მაგალითად, 1000 ჟურნალის ღირებულება გამოითვალოს?

უნდა ითქვას, რომ სინამდვილეში, ფასების დადგენის ზემოთ აღნიშნულ მეთოდებს ბევრი საერთო აქვთ. ფასების სიები, როგორც წესი, ინდივიდუალურად არ დგება გარკვეული ტიპის პროდუქტის თითოეული ტირაჟისთვის, მაგრამ ითვლება თითოეული ტექნოლოგიური ოპერაციის ღირებულების დამატება, რომელიც გამოიყენება ამ პროდუქტის წარმოებაში. ამ ოპერაციის ღირებულება უკვე გამოთვლილია საბაზრო დონეზე. იმის გათვალისწინებით, რომ ტექნოლოგიური ოპერაციები ამა თუ იმ გზით დამოკიდებულია ტექნიკის ტიპზე, ტირაჟის ზომაზე, მზაობის სირთულეზე და ა.შ., პირველი ტიპის ფასებზე (ფასის მიხედვით, ფუნქციონალური მახასიათებლები, რესურსების მოხმარება, ღირებულება და ა.შ.). უფრო მეტიც, რაც უფრო მეტ ფაქტორს გაითვალისწინებს ფასების სია, მით უფრო ახლოს იქნება ფასების კლასიკური გაანგარიშება ნორმების შესაბამისად. მაგრამ არ შეიძლება გადავჭარბოთ მას: ძალიან დეტალური ფასების სია აღმოჩნდება რთული, რთული სტრუქტურა კი - მოუხერხებელია გამოსაყენებლად. პრაქტიკაში, სტამბები ხშირად იყენებენ საკმაოდ მარტივ ფორმულებს ინდივიდუალური ოპერაციების ფასების გამოსათვლელად, მათ შორის მხოლოდ წრფივი დამოკიდებულებებით: მზა ფასსა და გამოყენებული ფურცლის ტირაჟს გამრავლებული. ამავე დროს, მზა ფასი მოიცავს ყველა ფიქსირებულ ხარჯს, ხოლო გამოყენებული ფურცლის ფასი მოიცავს ცვალებად ხარჯებს. ტირაჟი იყოფა მრავალ დიაპაზონში და თითოეულ მათგანში ამ ფორმულაში ისინი შედიან საკუთარი კოეფიციენტებით. ყველაზე მოწინავე სტამბები ამ კოეფიციენტებს ისე ირჩევენ, რომ არჩეული ცირკულაციის საზღვრებში

არ არსებობს ხარვეზები (ან ფასების ნახტომი). მენეჯერებს სჭირდებათ მინიმუმ Excel, ან უკეთესი, გამომთვლელი პროგრამა კომპიუტერზე ან ვებსაიტზე.

განვიხილოთ თითოეული ტექნოლოგიური ოპერაციისთვის ფასების სიის მიმოქცევაში განაწილების პროცესი და ავტომატიზირებულ პროგრამებში გაანგარიშების ფორმულების კოეფიციენტების დადგენის პროცესი „Print-Expert“ პროგრამული უზრუნველყოფის მაგალითზე:



**სურ. 1. „Print-Expert“ ავტომატიზირებული მართვის სისტემაში ტექნოლოგიური ოპერაციების ღირებულების გამოსათვლელი ფორმულების გაანგარიშების კოეფიციენტების შეყვანა**

ბიზნესის სტაბილიზაციის მიზნით, მბეჭდავების სურვილია გადავიდნენ - გათვლებით ნორმების შესაბამისად (მათი სირთულის მიუხედავად), მაგრამ ფასების სიების სრული უარყოფა არასწორი იქნებოდა ისეთი კონცეფციის არსებობის გამო, როგორცაა "საბაზრო ფასი". თუ პროდუქციის წარმოების ნორმების მიხედვით გაანგარიშება აღმოჩნდება საბაზრო ფასის დონეზე დაბალი, მაშინ საწარმო უბრალოდ დაკარგავს დამატებით მოგებას და კოლეგების თვალში არასერიოზულად გამოიყურება. თუ ის უფრო მაღალია, მაშინ მოთხოვნა იქნება



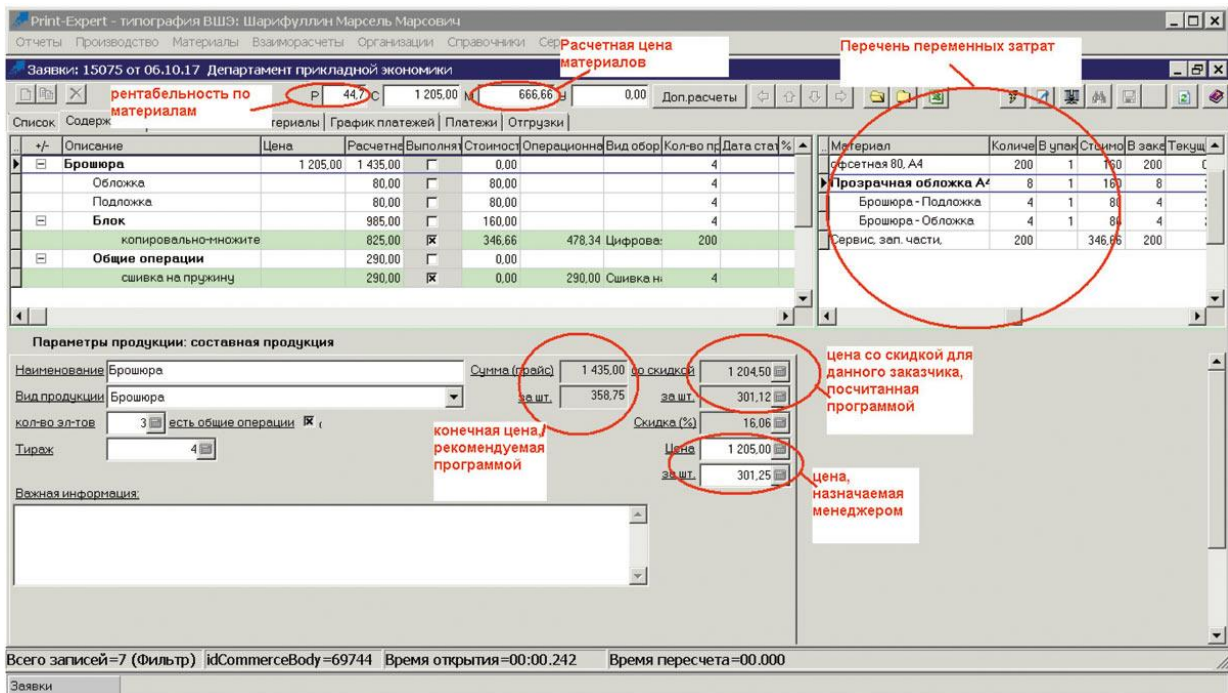
ნაკლები. ამიტომ, საუკეთესო გამოსავალია ფასების ამ ორი ტიპის შერწყმა ერთ საანგარიშო პროგრამაში. მაგალითად, შეკვეთის ღირებულების წინასწარი გაანგარიშება საბაზრო ფასების ჩამონათვალის შესაბამისად და დაუყოვნებლივ გამოთვალეთ წარმოების სავარაუდო ღირებულება. პროგრამამ ავტომატურად უნდა შეადაროს მიღებული ციფრები ერთმანეთთან და უფრო მეტი მნიშვნელობა აჩვენოს მენეჯერისთვის, როგორც - რეკომენდებული ფასი. მაშინ სტამბა დაცული იქნება წამგებიანი შეკვეთის მიღებისგან პირველ ეტაპზეც კი.

### ავტომატიზაციის გამოყენება.

რთული ფასების სიებთან მუშაობისთვის საჭიროა ავტომატიზირებული პროგრამა. რაც გულისხმობს გაანგარიშებას "ნორმების შესაბამისად". ზოგადად შეუძლებელია წარმოების ინტეგრირებული ავტომატიზირებული სისტემის (APCS) გარეშე. ამ შემთხვევაში საჭიროა განისაზღვროს და შეირჩეს არა მხოლოდ ტექნოლოგიური ოპერაციების ოპტიმალური ტიპები, არამედ თითოეული მათგანის სახარჯი მასალები და დრო. აუცილებლად გათვალისწინებული უნდა იქნას ხელფასების, გამოქვითვის, პირდაპირი ზოგადი წარმოების ხარჯები და მრავალი სხვა.

როგორც კონკრეტული მაგალითი, განვიხილოთ სტამბა „AuroraPrint“, რომელიც სპეციალიზირებულია ქაღალდის ჩანთების და კალენდრების წარმოებაში. ავტომატიზირებული სისტემისთვის „Print-Expert“ პროგრამული უზრუნველყოფის შემქმნელმა, ფასის გაანგარიშებისას, ათასობით სტრიქონიანი კოდის დაწერა მოუწია, რათა გაეთვალისწინებინა ყველა ტიპის ქაღალდის ჩანთების ფასები ერთ პროგრამულ ფანჯარაში. მანამდე მენეჯერებმა გააკეთეს გამოთვლები - "ნახევრად სახელმძღვანელო" მეთოდით Excel-ის ათეული ცხრილიდან, პაკეტის ტიპის, ბეჭდვის ტექნოლოგიის და დასრულების ყველა შესაძლო ტიპის გათვალისწინებით, ამაზე დიდი დრო დახარჯეს და რეგულარულად უშვებდნენ შეცდომებს, კარგავდნენ საწარმოს მოგებას. „Print-Expert“ პროგრამის გამოყენების წყალობით, ახლა ხდება გაანგარიშება რამდენიმე წუთში, გაქრა ფასების დიაპაზონი. უნდა აღინიშნოს, რომ „AuroraPrint“ სტამბაში

ოპერაციების სიმრავლის გამო, პროდუქტების უმეტესობა კვლავ გაანგარიშებულია ავტომატიზირებული ფასების მიხედვით, თუმცა ზოგიერთი ატიპიური ტიპის პროდუქტი და დამუშავება უკვე გათვლილია სტანდარტების მიხედვით, კონტროლის სისტემა ამის საშუალებას იძლევა. მხოლოდ გამოთვლების დაჩქარებამ მისცა შესაძლებლობა აღნიშნულ სტამბას, რომ წინასახალწლო სეზონზე თითქმის გაორმაგებულიყო წარმოების დატვირთვის მოცულობა.



სურ. 2. შეკვეთის ფასის გაანგარიშება ავტომატიზირებულ მართვის სისტემაში "Print-Expert"

ზოგიერთ შემთხვევაში, მარტივად, მასში შედის მხოლოდ ძირითადი ცვლადი დანახარჯები (გამოყენებული სახარჯი მასალების, ნახევარფაბრიკატების, აუტოსორსინგის ოპერაციების ხარჯები, მშრომელთა ნაწილობრივი ხელფასები) და ყველა დანარჩენი დაემატება როგორც ფიქსირებული პროცენტი. ასეთი უხეში შეფასებაც კი ზოგავს სტამბას წამგებიანი შეკვეთებისგან. შეკვეთის პარამეტრების შევსების შემდეგ, მენეჯერი ხედავს შესრულებული ტექნოლოგიური ოპერაციების ჩამონათვალს, შეკვეთისთვის საჭირო მასალების ჩამონათვალს, შეკვეთის სავარაუდო ღირებულებას მასალების მიხედვით და რეკომენდებულ ფასებს. ამ მონაცემების საფუძველზე, იგი ადგენს შეკვეთის ფასს, ხედავს მისი მომგებიანობის

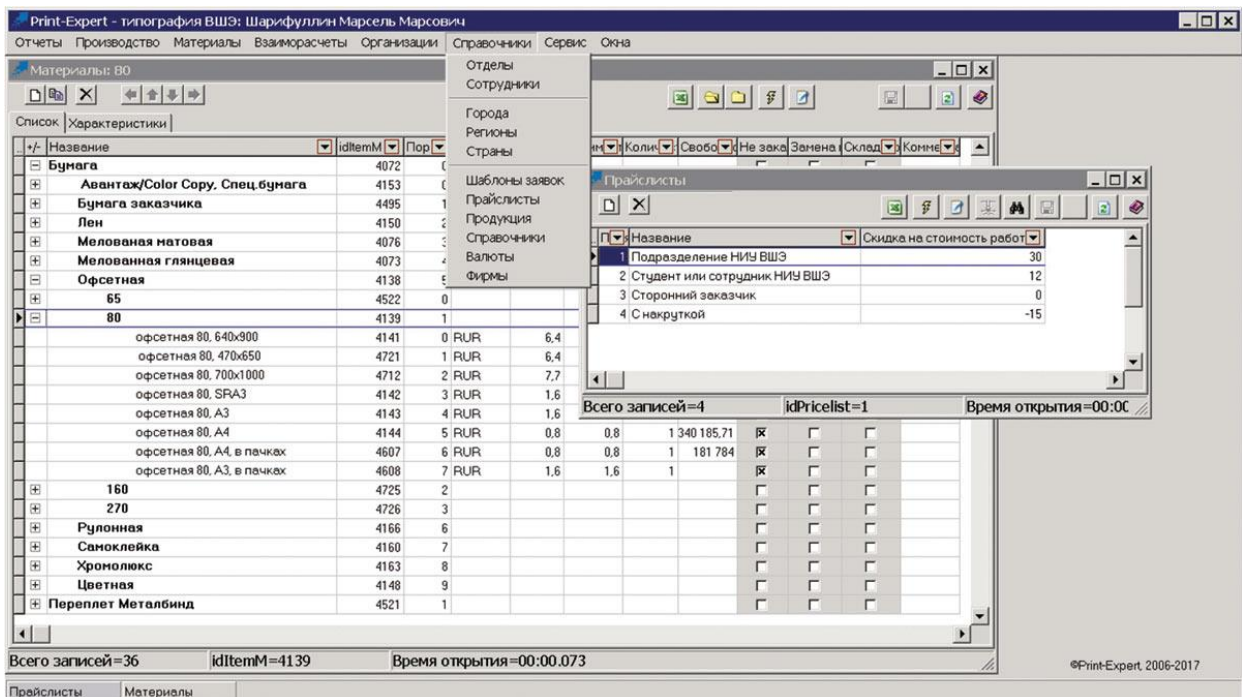
დონეს. პროგრამა მას არ მისცემს საშუალებას განსაზღვროს ფასი გარკვეულ ზღვარს ქვემოთ.

გარდა ამისა, თითოეული კონკრეტული შეკვეთის შესრულებისას, ავტომატიზირებულმა სისტემამ ზუსტად უნდა გამოიანგარიშოს მისთვის რეალური ხარჯები, დახარჯული მასალის რეალური რაოდენობის ღირებულებამდე (მის შესყიდვის ფასად) და საბოლოოდ აჩვენოს სამუშაოს რეალური მომგებიანობა ანგარიში მიღებული მონაცემების ანალიზით, სტამბის ხელმძღვანელობას შეეძლება შეცვალოს მისი ფასების ჩამონათვალის კოეფიციენტები ან სტანდარტული მონაცემები, რითაც გაანგარიშებული მონაცემები რეალობას მიუახლოვდება.

უნდა ითქვას, რომ ეს პროგრამა საშუალებას იძლევა მარტივად განვახორციელოთ საბეჭდი პროდუქციის უზარმაზარი ასორტიმენტის გაანგარიშება ნებისმიერი სირთულისა და მოცულობის ფასების სიაში. როგორც წესი, სტამბაში ავტომატიზირებული მართვის სისტემის დანერგვისას, მომუშავე უბრალოდ გადასცემს ფასების ალგორითმებს დეველოპერს და ის აყენებს მათ პროგრამაში ისე, რომ მენეჯერებმა შეძლონ პროდუქტის ღირებულების მყისიერად მიღება „Print-Expert“ პროგრამის ფანჯარაში მხოლოდ, სპეციალურად გამოყოფილ ველებში შეკვეთის ყველა პარამეტრის შევსებით.

"Print-Expert"-ის ნორმების მიხედვით გაანგარიშება შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა გზით: წარმოების ნორმებისა და დროის ნორმების მიხედვით, მზაობისა და მათ გარეშე ხარჯების გათვალისწინებით, ბუღალტრული აღრიცხვის განყოფილებებში, მიმოქცევის პროცენტული მაჩვენებლის გათვალისწინებით, მასალების მოხმარების გათვალისწინებით, რომელთა გადაცემა რთულია კონკრეტული შეკვეთების გათვალისწინებით, მომსახურების ღირებულების, ამორტიზაციის, ზოგადი წარმოებისა და ბიზნესის ხარჯების გათვალისწინებით და ა.შ. ეს შეიძლება იყოს გათვლილი (წინასწარი) და რეალური. წინასწარი გაანგარიშების შედეგი დაუყოვნებლივ გამოჩნდება იმავე ფანჯარაში, როგორც ფასის გაანგარიშება და მენეჯერებს საშუალებას აძლევს ფასდაკლება მოახდინონ ფასების მიხედვით კონკრეტული ან ჯგუფური მომხმარებლებისთვის.

მაგალითად, ავტომატიზირებულ პროგრამა „Print-Expert“-ში ციფრული შეკვეთის ღირებულების წინასწარი გაანგარიშებისას გამოიყენება აღრიცხვის ღირებულების კონცეფცია. ეს საშუალებას იძლევა არ გავართულოთ მენეჯერის მუშაობა კონკრეტული MTC არჩევის გზით. სტამბას შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა ციფრული აპარატის დიდი ფლოტი და მენეჯერმა შეიძლება არ იცოდეს რეალურად რომელი დაბეჭდავს შეკვეთას. შეკვეთის შესრულებისას, საბეჭდი მოწყობილობა ავტომატიზირებულ სისტემაში აღნიშნავს სპეციფიკურ ციფრულ ბეჭდვის აპარატს და ქალაქის რეალურ მოხმარებას. ამის შემდეგ, ACS ითვლის რეალურ ღირებულებას და აჩვენებს შეკვეთის სრულ ღირებულებას. ამ ინფორმაციის შეგროვება საშუალებას იძლევა შემდგომ გავანალიზოთ ციფრული ბეჭდვის რეალური ხარჯები და შევცვალოთ ხელშეკრულების აღრიცხვის ღირებულება.



სურ. 3. ავტომატიზირებული მართვის სისტემაში "ბეჭდვითი ექსპერტი" მასალების სააღრიცხვო ღირებულება და ფასდაკლება შეცვლილია კლიენტების გარკვეული ჯგუფებისთვის

ავტომატიზირებული მართვის სისტემის ფასი ასევე ადვილად დარეგულირდება (უფრო მეტიც, დეველოპერების მონაწილეობის გარეშე),

როდესაც შეიცვლება ბაზრის კონკურენციის დონე. მარკირების და ფასდაკლების განაკვეთები ადვილად დარეგულირდება არა მხოლოდ პროდუქტის ტიპზე, არამედ სეზონზე, კლიენტის მნიშვნელოვნებაზე და ნებისმიერი სხვა ასპექტით, რომლის გამოყენებაც სურს სტამბას.

ჩვენ ვცხოვრობთ ინფორმაციისა და ტექნოლოგიის სწრაფი ცვლილებების ხანაში. მსოფლიოში ინფორმაციის მოცულობა ყოველწლიურად ექვსჯერ იზრდება, ხოლო, კორპორატიული მონაცემების მოცულობა - ზოგადად 50-ჯერ. რა იქნება შემდეგ, უცნობია. მეოთხე ინდუსტრიული რევოლუცია უკვე დაწყებულია, ბეჭდვის ტექნოლოგიები სწრაფად გადავიდნენ ციფრულ ბეჭდვაზე, ციფრულში კი - ელექტროგრაფიული სისტემებიდან ჭავლური UV გადაწყვეტილებებამდე. თითოეულ ახალ ტექნოლოგიას საკუთარი ეკონომიკა მოაქვს წარმოების პროცესში. სიტუაციის გასაგებად საჭიროა საწარმოში მიმდინარე პროცესების კონტროლი.

თანამედროვე ავტომატიზირებულ მართვის სისტემებში ყველაფერი დაკავშირებულია ერთ სისტემასთან. მენეჯერის მიერ გაანგარიშებები დაუყოვნებლივ მოწმდება თანმიმდევრულობის მიხედვით, როგორც კი კონტრაქტორი შეიტანს ინფორმაციას, პროგრამა აჩვენებს გაანგარიშებული და რეალური მონაცემების შედარებას.

### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. <https://www.britannica.com/topic/textile/Dyeing-and-printing>
2. <https://cen.acs.org/business/consumer-products/new-textile-dyeing-methods-make/96/i29>
3. <https://textilevaluechain.in/in-depth-analysis/articles/textile-articles/types-of-dyeing-and-printing-with-their-inovations/>

## **METHODOLOGY FOR CALCULATING THE COST OF PRINTED PRODUCTS AND ORDER PRICE IN THE AUTOMATED SYSTEM "PRINT-EXPERT"**

**Tea Baramashvili, Tamar Butkhuzi**

### **Abstract**

The cost of printed products is an important indicator of a company's performance. The selection of costing method would be one of the key factors in making optimal management decisions. In the article is considered an automated management software system that would calculate the cost of a printed product and determine the order price, calculates the unit cost and displays the full value of the order. Collecting this information allows us to analyze the real costs of digital printing in the shortest time.

## **МЕТОДИКА РАСЧЕТА СТОИМОСТИ ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ И УСТАНОВЛЕНИЕ СТОИМОСТИ ЗАКАЗА БУДЕТ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ «ПРИНТ-ЭКСПЕРТ»**

**Tea Baramashvili, Tamar Butkhuzi**

### **Резюме**

Стоимость полиграфической продукции - важный показатель эффективности компании. Выбор метода калькуляции затрат может стать одним из ключевых факторов при принятии оптимальных управленческих решений. В статье рассматривается автоматизированная система управления программным обеспечением, которая может рассчитывать стоимость печатной продукции и определять цену заказа, рассчитывать удельную стоимость и отображать полную стоимость заказа. Получение этой информации позволяет нам анализировать реальные затраты на цифровую печать в кратчайшие сроки.

უაკ 655.31

## ბექდვით პროდუქციაში გამოყენებული თანამედროვე ტექნოლოგიით შექმნილი საღებავები

თეა ბარამაშვილი\*, თამარ ბუთხუზი\*\*

*\*პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*\*\*მაგისტრი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** საბექდი საღებავები ბექდვითი ინდუსტრიის ერთ-ერთი მთავარი ელემენტია, რომელიც დიდ გავლენას ახდენს ნაბექდი პროდუქციის ხარისხზე. საბექდი საღებავების გამოყენება ჯერ კიდევ უძველესმა ცივილიზაციებმა დაიწყეს. მრავალმა მათგანმა გაუძლო ათასწლეულებს და ჩვენამდეც კი მოაღწია, რაც მეტყველებს იმაზე, რომ მათ ჰქონდათ საღებავების დამზადების საკმაოდ დახვეწილი ტექნოლოგია. ტექნოლოგიების განვითარებამ, დახვეწა და მრავალფეროვანი გახდა საბექდი საღებავების დამზადებისა და გამოყენების სფერო. სტატიაში მოკლედ განვიხილავთ ბექდვის თანამედროვე მეთოდებსა და მის შესაბამის საღებავებს, ტექნოლოგიური თვალსაზრისით.

**საკვანძო სიტყვები:** საბექდი საღებავი, ნაბექდი პროდუქცია, ბექდვა, ტექნოლოგია.

### შესავალი

პოლიგრაფიული საქმიანობის დახვეწასთან ერთად, იხვეწება საბექდი საღებავების დამზადებისა და გამოყენების ტექნოლოგიაც. მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური წინსვლა იყო გუტენბერგის მიერ საბექდი მანქანის გამოგონება, რასაც მოჰყვა მეტალის შრიფტის შექმნა და ნაბექდი პროდუქციაზე საღებავებისა და მელნის გადატანის განსხვავებული ტექნოლოგიის შემუშავება. გუტენბერგის მიღწევა მდგომარეობს არა მხოლოდ იმაში, რომ მან გამოიგონა ბექდვა მოძრავი ასოებით, არამედ იმაშიც, რომ ბექდვითი მელანი, რომელიც განსხვავდებოდა უკვე არსებული საღებავებისგან. აღსანიშნავია, რომ აღნიშნულმა საბექდმა საღებავმა შეინარჩუნა შავი ფერი ოთხას წელზე მეტი ხნის განმავლობაში. მათი შემადგენლობა

საიდუმლოდ ინახებოდა. მხოლოდ ის არის ცნობილი, რომ გუტენბერგმა თავისი საღებავების წარმოებისას გამოიყენა ლამპარის შავი ჭვარტლი და ბამბის ზეთი.

დროთა განმავლობაში დაიწყო წიგნების ილუსტრაცია მრავალფეროვანი ჭედური სურათების გამოყენებით. პირველი ინფორმაცია, რომელიც წარმოდგენას ქმნის საღებავების დამზადებაზე ჯოზეფ მოქსონს ეკუთვნის (იორკშირი, ინგლისი). რეპროდუქციის რეკოლუცია მოახდინა ჯ. ლებლონდმა, რომელმაც 1719 წელს ლონდონში მიიღო პატენტი მრავალფეროვანი ბეჭდვისთვის, სამი ძირითადი ფერის შერევით. ძალიან მალე, ტრიადს დაემატა მეოთხე - შავი საღებავი. საბეჭდი საღებავების განვითარების ისტორიაში შემდეგი ეტაპი შეიძლება ჩაითვალოს წიგნის "ბეჭდვის პრაქტიკული სახელმძღვანელო"-ს გამოცემა, რომელიც დაწერილია 1728 წელს, ფრანგი მბეჭდავის ფერტელერის მიერ. მასში მოხსენიებულია სელისა და თხილის (კაკლის) ზეთები და ამტკიცებს, რომ კანაფის და რაფსის ზეთებს იშვიათად იყენებენ.

### ძირითადი ნაწილი

ტექნოლოგიების განვითარებამ დახვეწა და მრავალფეროვანი გახადა საბეჭდი საღებავების დამზადებისა და გამოყენების სფერო. სტატიაში მოკლედ განვიხილავთ ბეჭდვის თანამედროვე მეთოდებსა და მის შესაბამის საღებავებს, ტექნოლოგიური თვალსაზრისით.

თანამედროვე საბეჭდი საღებავი ძირითადად შემდეგი კომპონენტებისგან შედგება:

- საღებავები (პიგმენტები ან საღებავები);
- შემკვრელები;
- დამხმარე საშუალებები და დანამატები;
- გამხსნელები.

ფერის ტონი და ინტენსივობა დამოკიდებულია საღებავებზე. შემკვრელები ხელს უწყობენ საღებავების დამაგრებას დასაბეჭდ მასალაზე. დამხმარე ნივთიერებები გავლენას ახდენენ საღებავის თვისებებზე (გაშრობა, ნაკადობა,



წინააღმდეგობა და ა.შ.). გამხსნელები მკაფიო გამოყენების გარდა, ხელს უწყობენ საღებავების ტრანსპორტირებას.

ბექდვის მეთოდიდან და ტიპებიდან გამომდინარე, გამოირჩევა სხვადასხვა კონსისტენციის საბექდი საღებავი. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, საღებავები კლასიფიცირდება პიგმენტებად (ორგანული და არაორგანული ფერები, თეთრი ან შავი ნივთიერებები, არ იხსნება გადაშიდავ სისტემებში) და საღებავები, როდესაც პიგმენტებზე ვსაუბრობთ, ვგულისხმობთ მყარ ნაწილაკებს. საღებავად იგულისხმება ორგანული ნაერთები მოლეკულური ფორმით. პიგმენტი არის შევსებული კომპოზიციური მასალების კომპონენტებით, რომელიც ანიჭებს მას გაუმჭვირვალობას, ფერს, ანტიკოროზიულ და სხვა თვისებებს. ეს ტერმინი ხშირად გამოიყენება არაორგანული საღებავის სინონიმად. განასხვავებენ ბუნებრივ მინერალურ პიგმენტებს (საღებავების არაორგანული კომპონენტები) და ბიოლოგიურ პიგმენტებს (ბიოქრომები - ბუნებრივი საღებავები ცოცხალ ორგანიზმებში). საღებავებისა და ლაქების ტექნოლოგიაში პიგმენტებს უწოდებენ დისპერსიულ არაორგანულ ან ორგანულ ნივთიერებებს, რომლებიც არ იხსნიან დისპერსიულ საშუალებებში და შეუძლიათ შექმნან დამცავი, დეკორატიული ან დეკორატიულ-დამცავი საიზოლაციო მასალები შემქმნელებთან. პიგმენტებს გააჩნიათ სინათლის ასახვის უნარი. მათ აქვთ ფართო შთანთქმის სპექტრი და არ არიან „სუფთა“ ფერის გადაცემის თვალსაზრისით. საღებავები - ეს არის გამხსნელით გარშემორტყმული მოლეკულები (სითხე არის ფუძე). პიგმენტებს ნებისმიერ შემთხვევაში სჭირდება შემკვრელი საბექდი მასალის დამაგრებისას, ხოლო, საღებავები უშუალოდ უკავშირდება ბექდვითი მასალის ზედაპირს. საღებავების ნაკლოვანება არის მათი შეზღუდული მსუბუქი სიმტკიცე (დაჟანგვა იწვევს გაცვეთას). სინათლის სისწრაფესა და ფერის სტაბილურობასთან დაკავშირებით, სასურველია პიგმენტური საღებავები. პიგმენტები, როგორც საღებავის მთავარი მასალა, უფრო ეფექტურია, ვიდრე, მხოლოდ სუფთა საღებავები.

როგორც უკვე ავლნიშნეთ, თანამედროვე საღებავები შემადგენელი კომპონენტების გარდა, განსხვავდებიან მისი გამოყენების სფეროს მიხედვით.

**ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ №2 (51) 2021წ.**

აღნიშნული გულისხმობს, თუ ბეჭდვის რომელი ტიპისთვისაა ის განკუთვნილი. ყოველივე ეს კი განსაზღვრავს მის შემადგელობას, კონსისტენციას, ბაზას, შრობის დროსა და მეთოდს, საბეჭდ ქალაქდზე გადატანის ტიპსა და შენახვისა და გამოყენების პირობებს.

ბეჭდვის მეთოდი	საღებავის გადაცემა	გაშრობა	გადატანილი საღებავის რაოდენობა, %	სხვა
<b>ოფსეტური ბეჭდვა</b>				
ზეთის ბაზა	საღებავის გაყოფა	შეწოვა. დაჟანგვა, პოლიმერული ფირის წარმოქმნა	90-100	ნელი გაშრობა; ბეჭდვის მაღალი ხარისხი
UV / ELS	-	-	100	სწრაფი გაშრობა
<b>ღრმა ბეჭდვა</b>				
გამხსნელი	საღებავის გაყოფა	გამხსნელის აორთქლება	25	-
UV საშრობი	-	მაკრომოლეკულების გადაკვეთა	-	შესაძლებელია საღებავის სქელი ფენები
<b>ფლექსოგრაფიული ბეჭდვა</b>				
გამხსნელი	საღებავის გაყოფა	გამხსნელი აორთქლება	20-30	საშუალო დაბეჭდვის ხარისხი; შესაძლებელია საღებავის სქელი ფენები
UV საშრობი	-	მაკრომოლეკულების გადაკვეთა	-	-
<b>მაღალი ბეჭდვა</b>				
	საღებავის გაყოფა	მაკრომოლეკულების შეწოვა და ჯვარედინი კავშირი	90-100	ნელი გაშრობა

**UV ბეჭდვის საღებავი**

UV საღებავები შრება ულტრაიისფერი გამოსხივებით, ტალღის სიგრძით, დაახლოებით 100-380 ნმ. UV ბეჭდვის საღებავს აქვს სრულიად განსხვავებული შემადგენლობა, ვიდრე სტანდარტულ საბეჭდ საღებავს. ისინი ძირითადად

გამოიყენება ისეთი მასალების დასაბეჭდად, როგორცაა პლასტმასი და ფურცელი. აგრეთვე, მაღალი ხარისხის მუყაოს ნაწარმი და ეტიკეტი. UV მელანი განკუთვნილია ყველა სტანდარტული ბეჭდვისთვის, ასევე, ჭავლური ბეჭდვისთვის.

UV საღებავები შედგება:

- მონომერები;
- პოლიმერები ან ოლიგომერები;
- პიგმენტები;
- დანამატები;
- ფოტონტივატორები ან სინერგიები.

საღებავების ძირითადი უპირატესობებია:

- "მყისიერი" (1100 ms) გამოშრობა.
- არ არის გამხსნელი;
- არ შეიცავს არასტაბილურ ნივთიერებებს;
- მარკირების აპარატის როლიკებზე გაშრობის არასაჭიროება;
- ბეჭდვის პროცესში დაბეჭდილი მასალის არარსებობა ან მხოლოდ მცირედი გათბობა;
- მაღალი მექანიკური სტაბილურობა და ქიმიური წინააღმდეგობა.

ნაკლოვანებები:

- უფრო ძვირია, ვიდრე სტანდარტული საბეჭდი საღებავი;
- გამოყენებისას საღებავების ფრთხილად დამუშავების საჭიროება.

მონომერები - ეს არის დაბალი მოლეკულური წონის ნივთიერება, რომელიც პოლიმერიზაციის რეაქციაში ქმნის პოლიმერს. მონომერებს პოლიმერული მოლეკულების შემადგენლობაში განმეორებად ერთეულებს (სტრუქტურულ ერთეულებსაც) უწოდებენ. დაბალი მოლეკულური წონის პოლიმერებს, რომლებიც მცირე მონომერებისგან წარმოიქმნება და თავის მხრივ, პოლიმერიზაციისაა, ჩვეულებრივ - ოლიგომერებს უწოდებენ. პოლიმერები, თეორიულად შეიძლება შეიცავდეს შეუზღუდავი რაოდენობით მონომერებს.

პოლიმერიზაციის უნარი ძირითადად განპირობებულია მათ მოლეკულებში ორმაგი ბმების არსებობით. მონომერი ემსახურება სიბლანტის დარეგულირებას და ოლიგომერებთან ერთად წარმოადგენს შემკვრელ სისტემას. პოლიმერები ან ოლიგომერები ურთიერთქმედებენ მონომერებთან UV გამოსხივების ზემოქმედების დროს, რაც ხელს უწყობს სამი ჯვარედინი პოლიმერული მაკრომოლეკულების წარმოქმნას.

ფოტონტივატორი წარმოადგენს ფუნქციურ დანამატებს საღებავებსა და ლაქებში. ეს ქიმიკატები შთანთქავენ UV სინათლეს და იწყებენ თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნას (დაწყვილებული ელექტრონები), რომლებიც რეაგირებენ ქსელში. შედეგად, საღებავის ფენა თხევადი მდგომარეობიდან მყარ მდგომარეობაში გადადის, რითიც ხდება სივრცული რეტიკულური სტრუქტურა. თითოეულ ფოტონტივატორს შეუძლია შექმნას რადიკალები მხოლოდ დამახასიათებელი ულტრაიისფერი სინათლის ტალღის სიგრძეებზე. რომელი ტალღის სიგრძეზე რეაგირებს ინიციატორი, ეს დამოკიდებულია მის ქიმიურ სტრუქტურაზე. ელექტრონული გამოსხივების ზემოქმედებით გამშრალი EL საღებავების (ESH - ElektronenstrahlHärtung) გამოყენება გამორიცხავს ფოტონინიატორების საჭიროებას, ვინაიდან გამოსხივება მოქმედებს უშუალოდ შემკვრელზე. საღებავების ფენების სისქე ხელს უწყობს პოლიმერული ქსელის ფორმირებას, ვინაიდან ელექტრონული გამოსხივება მათში ღრმად აღწევს და პიგმენტების ეფექტი გაშრობაზე მცირეა.

### მეტალისფერი საღებავები და „მარგალიტის ბრწყინვალება“

თანამედროვე ტექნოლოგიით იწარმოება სპეციალური საბეჭდი საღებავები, რომელთაც აქვთ მეტალის ან მარგალიტისებრი ბრწყინვალება. ასევე საღებავებს, რომელთაც "ოქროს" და "ვერცხლს" უწოდებენ ან წარმოქმნიან მსგავს ეფექტებს. ოქროს და ბრინჯაოს პიგმენტი მიიღება სპილენძის ფხვნილის შენადნობის შერევით, სპილენძისა და თუთიის სხვადასხვა შემცველობით. შენადნობაში რაც უფრო მაღალია სპილენძის შემცველობა, მით უფრო წითელია საღებავის "ოქროსფერი" ფერი. ბრინჯაოს წარმოების ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა

უზრუნველყოს ლითონის პიგმენტის საჭირო ზომა, ბეჭდვის საჭირო პირობების უზრუნველსაყოფად. ოფსეტური ბეჭდვისთვის მათი ზომა უნდა იყოს 3.5 მიკრონი, გრავიურული და ფლექსოგრაფიული ბეჭდვისთვის - 89 მიკრონი (მელნის ფენები გაცილებით სქელია, ვიდრე ოფსეტური მელნების შემთხვევაში). ვერცხლის პიგმენტის წარმოებისთვის გამოიყენება 99.5% სისუფთავის ალუმინი. ინდუქციური ღუმელში დნობის შემდეგ, თხევადი შენადნობის დამუშავება ხდება შეკუმშული ჰაერის რეაქციით. საღებავი შრება, როგორც ჩვეულებრივი ოფსეტური ბეჭდვითი საღებავი, შთანთქმის და ჟანგვითი პოლიმერიზაციის გზით. პიგმენტებში ბირთვი წარმოადგენს მიკრო ნაწილაკს, რომელიც ლითონის ოქსიდის ერთ ან რამდენიმე ფენაშია მოქცეული. ლითონის პიგმენტური საღებავი, რომელიც გამოიყენება გრავიურასა და ფლექსოგრაფიულ ბეჭდვაში, მზადდება ისევე, როგორც ორგანული ან არაორგანული პიგმენტური საღებავი.

*საბეჭდი საღებავების კლასები ოფსეტურ ბეჭდვაში (მათი თვისებები, გამოყენების ადგილები და გაშრობის ტიპები)*

საღებავების კლასი	თვისებები, გამოყენება და გაშრობის ტიპი
უნივერსალური ან სტანდარტული საღებავები	მათ აქვთ უნივერსალური გამოყენება ერთფერ და მრავალფერ ფურცლოვან ოფსეტურ წნეხებში. ისინი აკმაყოფილებენ სიპრიალისა და აბრაზიის მოთხოვნებს. შრება შეწოვის (ფიზიკური) და დაჟანგვის (ქიმიური) საშუალებით. გამოყენება ბუნებრივ ქალაქდზე და დაფარულ კლასებზე. ინფრაწითელი გამოსხივებამ და ცხელმა ჰაერმა შეიძლება დააჩქაროს დაჟანგვა და საღებავის შეწოვა.
პრიალა და მაღალი სიპრიალის საღებავები	წინაპირობაა პრიალა ქალაქდის გამოყენება; გაშრობა ხდება შეწოვით ან დაჟანგვით. ინფრაწითელი გამოსხივება და ცხელი ჰაერი აჩქარებს გაშრობას.
მაღალი გამძლეობის საბეჭდი საღებავი	აბრაზიას მდგრადი საბეჭდი საღებავების სერია განსაკუთრებით გამოიყენება შეფუთვაზე და მქრქალ დაფარულ ქალაქდებზე დასაბეჭდად; გაშრობა ხდება სწრაფი შეწოვისა და სწრაფი დაჟანგვის შედეგად. ინფრაწითელი გამოსხივება და ცხელი ჰაერი აჩქარებს საღებავის შეწოვას.
არა - დასველებული	დასველების გარეშე ოფსეტური საბეჭდი საღებავით ბეჭდვა საჭიროებს განსხვავებულ პირობებს. საბეჭდი დანადგარის გარკვეული ტემპერატურის შენარჩუნებით და შესაბამისი

ოფსეტური ბეჭდვითი მელანი	ფირფიტების გამოყენებით. საბეჭდი საღებავი უნდა იქნას გამოყენებული ყოველგვარი ბეჭდვითი საშუალების გარეშე, რადგან მელნის სიბლანტის ცვლილებებმა შეიძლება გამოიწვიოს დაჩრდილვა. მელანი კომპოზიციით ძალიან ჰგავს ჩვეულებრივ ოფსეტურ მელანს
უსუნო საბეჭდი საღებავი	საბეჭდი საღებავის სერია საკვების შეფუთვაზე დასაბეჭდად. მათ აქვთ სპეციალური შემკვრელის სტრუქტურა.
მელანი კილიტაზე (ფოლგა) დასაბეჭდად	საბეჭდი საღებავი, რომელიც მხოლოდ ჟანგვის გზით შრება და გამოიყენება მეტალიზებული ქაღალდისა და პლასტმასის ფირებისათვის
Heatset Heat Cure საღებავი ქსელის ოფსეტური ბეჭდვისთვის	ქსელის ქსელის ოფსეტური ბეჭდვისთვის უპირატესად ცხელი ჰაერის შრება. შემკვრელები შეიცავს სპეციალური ტიპის მინერალურ ზეთებს, რომლებიც აორთქლებიან საშრობი მოწყობილობის ცხელი ჰაერის ზემოქმედებით, ანუ გაშრობა ხდება ძირითადად ფიზიკურად. შესაბამისი საღებავის ტიპები ხელმისაწვდომია სხვადასხვა ტიპის ქაღალდისთვის
UV საღებავები	ხშირად გამოყენება შეფუთვასა და ეტიკეტის ბეჭდვაში. საღებავის ლილვაკების მასალა უნდა შეირჩეს ისე, რომ თავიდან იქნას აცილებული მათზე უარყოფითი გავლენა სპეციალური UV საღებავის კომპონენტების გამოყენებისას, განსაკუთრებით კი ოპერაციული რეჟიმის შეცვლისას. გარდა ამისა, გამოყენებული უნდა იქნეს მხოლოდ შესაფერისი საწმენდი საშუალებები. პრაქტიკულად არანაირი შეზღუდვა არ არსებობს დაბეჭდილ ფორმებზე.

**ოფსეტური ბეჭდვის მელანი.**

ოფსეტური ბეჭდვა მოითხოვს მაღალი სიბლანტის პასტის მბეჭდავ საღებავს (დინამიური სიბლანტე  $\eta = 40 \dots 100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ), რომელიც არ უნდა გაშრეს მარკირების აპარატის მოძრავ როლიკებზე, ასევე ბეჭდვის ფირფიტისა და რეზინის ქსოვილზე გადატანისას. საბეჭდი საღებავი ჩვეულებრივი ოფსეტური ბეჭდვისას, (საამორტიზაციო ხსნართა და საღებავით) უნდა აღიქვას ხსნარის გარკვეული წილი ბეჭდვის ფირფიტასთან კონტაქტისას ან უშუალოდ დამატენიანებელი აპარატიდან. ოფსეტური ბეჭდვის დროს, მელნის ძალიან თხელი ფენები გამოიყენება ზედაპირზე დასაბეჭდად.

ოფსეტური საღებავი მოიცავს შემდეგ კომპონენტებს:

- შემკვერელი - ძირითადად მყარი ფისები (2050%), როზინი, ალკიდური ფისები (20%-მდე) მაღალი შემცველობით მცენარეული ზეთები (30%-მდე), როგორცაა სოიოს და ტუნგის ზეთები, აგრეთვე მინერალური ზეთები (20-40%) და სხვადასხვა საშრობი (<2%);
- პიგმენტური ნაწილი (საღებავები) დამოკიდებულია ფერის ტონზე და რაოდენობრივად მერყეობს 10-დან 30% -მდე;
- დამხმარე ნივთიერებების (დანამატების) წილი 10% -მდე;
- საშრობი კატალიზატორები (კობალტის, მანგანუმის და სხვა ლითონების ნაერთები);
- წინააღმდეგობის გასაუმჯობესებელი ნივთიერებები, რომლებიც ხელს უშლიან ნაადრევ გაშრობას და გამაგრების წარმოქმნას ქილაში საღებავით ან საღებავის ყუთის ზედაპირზე;
- სილიკონის ზეთი ოფსეტური საბეჭდი საღებავის არა დასველებისთვის.

მრავალფეროვანი მოთხოვნები მზა ნაბეჭდი პროდუქტებისა და დაბეჭდილი მასალის ხარისხის მიმართ იწვევს მნიშვნელოვან ცვლილებებს საღებავის ზოგიერთი კომპონენტის პროცენტულ მაჩვენებელში.

### **ფლექსოგრაფიული ბეჭდვის საღებავი.**

ფლექსოგრაფიული საღებავი, სიბლანტით ახლოსაა ფოტოგრაფიულ საღებავთან (0,050,5 პა · ს), ხოლო ფენის სისქე 1 მიკრონს აღწევს. ფლექსოგრაფიული საბეჭდი საღებავი (ბეჭდვის ხარისხზე დიდი მოთხოვნილებებით) ელასტიკურ ბეჭდურ ფირფიტაზე გადადის მელნის აპარატის საშუალებით, რასტრული როლიკებით. საღებავის სიბლანტის კორექტირება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ბეჭდვის მაღალი ხარისხის მისაღწევად. ამ შემთხვევაში, არ უნდა მოხდეს საღებავის გამოწურვა გამოსახულების ადგილების კიდეებზე. საღებავს უნდა ჰქონდეს გამოყენებული ფენის მაღალი სიმკვრივე და კარგი გაყოფა და ასევე უზრუნველყოს უჯრედების შევსება anilox (რასტრული) როლიკებით. ფლექსოგრაფიული ბეჭდვის საღებავის წარმოების სხვადასხვა პიგმენტების სპექტრი ძალიან მრავალფეროვანია. როგორც გრავიურულ, ისე ფლექსოგრაფიულ

ბექდვაში გადამწყვეტი როლი აქვს გამხსნელის ტიპს. ის ორთქლდება დაბეჭდილ ზედაპირზე სითბოს შეტანისას. მრავალფეროვანი ბექდვისას გამოიყენება შუალედური გამოშრობა, რადგან სველ დაბეჭდვაზე ძნელი ხდება წინა მელნის გადატანა მომდევნო მელნის დანადგარზე.

ფლექსოგრაფიაში ძირითადად გამოიყენება შემდეგი გამხსნელები:

- ეთილის აცეტატი;
- ალკოჰოლი;
- წყალი (სუბსტრატს უკეთესი გადაბმისთვის, ყველაზე ხშირად ალკოჰოლს ამატებენ).

### ტრაფარეტულ ბექდვაში გამოყენებული საღებავები.

ეკრანზე დაბეჭდვას, სხვა სახის ბექდვასთან შედარებით, აქვს ფართო სპექტრის პროგრამები, მრავალფეროვან დაბეჭდილ ზედაპირებზე. იგი დაყოფილია ოთხ საწარმოო ზონად:

- სხვადასხვა სარეკლამო საგნების ეკრანული ბექდვა;
- აბრეშუმის ეკრანზე ბექდვა;
- სამრეწველო ეკრანის ბექდვა (მაგალითად, ბოთლებზე, მილებზე და სათვალეებზე);
- სპეციალური ბექდვა, ქსოვილებზე და ა.შ.

ქაღალდისა და მუყაოს გარდა, საბეჭდი მასალები ასევე მოიცავს პლასტმასს, მინის, ლითონებს, ქსოვილებს და ა.შ. გამოყენებული მასალების სხვადასხვა ფიზიკური და ქიმიური თვისებები არის მიზეზი იმისა, რომ მწარმოებლები გვთავაზობენ საღებავის ფართო სპექტრს ეკრანის ბექდვისთვის. ფორმულირების თვალსაზრისით, შაბლონის მელანი გრავირებული და ფლექსოგრაფიული მელნის მსგავსია, თუ ისინი პლასტმასზე დასაბეჭდად არის გამიზნული. სიბლანტე შეირჩევა საღებავის ფენის სასურველი სისქისა და ბადის მმართველის შესაბამისად. გაშრობა ხდება აქროლადი გამხსნელების აორთქლებით და დაჩქარდება თბილი ჰაერის მოქმედებით. ქაღალდზე და მუყაოზე დაბეჭდვისთვის, პირიქით, გამოიყენება ზეთებისა და საშრობი ზეთების საფუძველზე მქრქალი და პრიალა



საბეჭდი საღებავი, რომლებიც ფიქსირდება ძირითადად ჟანგვითი პოლიმერიზაციით. ნაწილობრივ ეკრანმბეჭდავში გამოიყენება UV საღებავი. ეკრანის ბეჭდვის დამახასიათებელი მახასიათებელია საბეჭდი საღებავის სქელი ფენის გადატანის შესაძლებლობა - 12 მიკრონიდან.

### ***ტამპონური საბეჭდი საღებავი.***

ტამპონური ბეჭდვა, რომელსაც ასევე არაპირდაპირი გრავირების ბეჭდვასაც უწოდებენ. გამოიყენება კერძოდ, უსწორმასწორო, რთულ ზედაპირებზე დასაბეჭდად. საბეჭდ ფორმებს გადააქვს გამოსახულება ელასტიურ ტამპონზე, რომელიც შემდეგ დაჭერით ბეჭდავს ობიექტზე. საღებავებს გააჩნიათ ძალიან მაღალი პიგმენტაცია (დაახლოებით 30%). ისინი ძირითადად სწრაფად შრება გამხსნელის აორთქლების გამო. ასევე გამოიყენება ქიმიური საღებავი, რაც დამოკიდებულია სუბსტრატის ტიპზე. ტამპონური ბეჭდვა მოიცავს მასალების ფართო სპექტრს: ხის, რეზინის, პლასტმასის, ტყავის, ტყავისფერი, მინისა და ფაიფურის, ასევე ლაქის ზედაპირი. ამ შემთხვევაში, გამოყენებული მასალისთვის გამოიყენება შესაბამისი საღებავი.

თავდაპირველ ფორმულაში საღებავები უკვე შეიცავს ყველა საჭირო დანამატს. გამონაკლისია როდესაც განსაკუთრებულ შემთხვევებში აუცილებელია დამხმარე მასალებით და დანამატებით საღებავების შეცვლა. არსებობს მრავალი მეთოდი, რომლითაც შესაძლებელია საღებავის შეცვლა სპეციფიკური ბეჭდვის პირობების მისაღწევად, მაგრამ ეს გამოიწვევს საღებავის თვისებების შეცვლას.

### **გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:**

1. <https://www.britannica.com/topic/textile/Dyeing-and-printing>
2. <https://cen.acs.org/business/consumer-products/new-textile-dyeing-methods-make/96/i29>
3. <https://textilevaluechain.in/in-depth-analysis/articles/textile-articles/types-of-dyeing-and-printing-with-their-inovations/>

## **DEVELOPED WITH MODERN TECHNOLOGY USED IN PRINT PRODUCTS PAINTS**

**Tea Baramashvili, Tamar Butkhuzi**

### **Abstract**

Printing paints are one of the main elements of the printing industry, which has a great impact on the quality of printed products. The application of printing paints was started by ancient civilizations. Many of them have endured for millennia and even reached to us that indicates that they had a fairly sophisticated technology of making paints. The development of technology has refined and diversified the field of production and application of printing paints. In this article we will briefly considered modern printing methods and their corresponding paints, from a technological point of view.

## **СОЗДАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ КРАСКИ**

**Tea Baramashvili, Tamar Butkhuzi**

### **Резюме**

Краски для печати - один из основных элементов полиграфической промышленности, который оказывает большое влияние на качество полиграфической продукции. Использование печатных красок было начато еще древними цивилизациями. Многие из них сохранились тысячелетиями и даже дошли до нас, что говорит о том, что у них была довольно сложная технология изготовления красок. Развитие технологий усовершенствовало и разнообразило сферу производства и применения печатных красок. В этой статье мы кратко рассмотрели с технологической точки зрения современные методы печати и соответствующие им красители.

## ბაქტერიოფაგების გასუფთავება მისი მორფოლოგიის შესწავლის მიზნით სალომე ბარბაქაძე\*

*\*დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

*ექსპერიმენტი შესრულებულია გრენობლის უნივერსიტეტის სტრუქტურული ბიოლოგიის ინსტიტუტის მიკრობული პათოგენების ლაბორატორიაში. Campus France Georgie-ს მიერ დაფინანსებული ინდივიდუალური პროექტით*

**რეზიუმე:** ბაქტერიოფაგი მიკრობთა ვირუსის წარმომადგენელია, რომლებიც ანადგურებს ბაქტერიებს და ამით გარემოს ასუფთავებს. ბაქტერიოფაგები პირველად დ' ერელის მიერ 1919 წელს იქნა აღწერილი. „ფაგოს“ ქართულად მჭამელს ნიშნავს, რაც მიუთითებს მათ უნიკელაურ თვისებას ბაქტერიის ლიზისის მოხდენას და მათ ხარჯზე გამრავლებას. ბაქტერიოფაგები წარმოადგენენ თვისებებით განსხვავებულ სპეციფიურ ბაქტერიული ვირუსების ჯგუფს, რომელთაც ხანგრძლივი ადაპტაციის და სპეციალიზაციასთან დაკავშირებული ხანგრძლივი ევოლუცია განიცადეს.

**საკვანძო სიტყვები:** ბაქტერიოფაგი, ფაგური ლიზატი, ცილა, მორფოლოგია, სტრუქტურა.

### შესავალი

ბაქტერიოლოგიის განვითარების ადრეულ ეტაპზე მრავალი მეცნიერი აკვირდებოდა და აღწერდა ფაგების მოქმედებას ბაქტერიულ უჯრედზე. ჯერ კიდევ 1898 წ რუს ბაქტერიოლოგ ნიკოლაი გამალეას ეკუთვნის ბაქტერიოფაგებზე პირველი დაკვირვებები, მან შენიშნა, ციმბირის წყლულის გამომწვევი ბაცილების ფილტრატი იწვევდა აღნიშნული მიკროორგანიზმების კულტურების ლიზისს.

აღსანიშნავია ინგლისელი ბაქტერიოლოგის ფრედერიკ ტუორტის გამოკვლევები, იგი სწავლობდა ვირუსების ზრდას სხვადასხვა საკვებ ნიადაგზე როდესაც შენიშნა სტაფილოკოკების კოლონიების “მინისებრმა გარდაქმნამ”, რის

შედეგადაც კოლონიები კარგავდა გადათესვის უნარს და იწვევდა სხვა კოლონიების დასნებოვნებას. ტუორტმა ინფექციის ასახსნელად რამოდენიმე ჰიპოთეზა წამოაყენა, მათ შორის ჰიპოთეზა მცენარეული და ცხოველური პათოგენურივირუსის ანალოგიურ, ფილტრირებად ვირუსზე. აღნიშნული მეცნიერულად კანადელმა ბაქტერიოლოგმა ფელიქს დერელმა დაასაბუთა. ბაქტერიოფაგები ბაქტერიათა შიდა უჯრედულ ობლიგატიურ პარაზიტებს წარმოადგენენ, უჯრედ-მასპინძელთა თვისებები ვიროლოგთა დიდ ინტერესს იწვევენ, განსაკუთრებით ბაქტერიის უნარი ფაგის გამრავლებისას შეასრულოს მასპინძლის როლი ან გახდნენ რეზისტენტულიფაგის მიმართ.

**გამოყენებული მეთოდი:** 500 ml BL + 1ml 1mM CaCl<sub>2</sub> + 1ml 1mM MgCl<sub>2</sub> + ბაქტერიული შტამი OD 0,01 ათავსებენ ნაჭდევებიან კოლბაში და დგამენ 37<sup>0</sup>C-ზე 180 rpm სანჯღრეველაზე. OD-ს ამოწმებენ ყოველ 20 წუთში. როდესაც OD მიაღწევს 0,3 ექსპონენციალურ ფაზას (3x10<sup>8</sup> უჯრ/მლ) ემატება ბაქტერიოფაგური ლიზატი MOI 10<sup>-2</sup>

$$MOI = \text{ფ.ნ.მლ} / \text{უჯრ.მლ} = 10^{-2}$$

კოლბა ისევ იდგმება სანჯღრეველაზე. OD-ს ამოწმებენ ყოველ 30 წუთში, როდესაც OD დაიწევს 0,1 მდე ამატებენ 1 მლ ქლოროფორმს + 10 $\mu$ l DNase + 1 $\mu$ l RNase. საინკუბაციოდ იდგმება 37<sup>0</sup>C-ზე 230 rpm სანჯღრეველაზე 1 საათით. ინკუბაციის შემდეგ ამატებენ 0,5 M NaCl-ს და აცენტრიფუგებენ 15 წთ 6000 rpm 4<sup>0</sup>C-ზე. სუპერნატანტი გადააქვთ სუფთა ჭურჭელში და უმატებენ 10% PEG 6000. PEG-ს მსუბუქი შენჯღრევით ხსნიან სითხეში. ინკუნაციისათვის დგამენ 4<sup>0</sup>C-ზე მთელი ღამით.

შემდეგ დღეს სუპერნატანტს აცენტრიფუგირებენ 30 წთ 15900g 4<sup>0</sup>C-ზე. სუპერნატანტს ღვრიან. ნალექს ხსნიან 5 მლ ფაგურ ბუფერში. აცენტრიფუგირებენ 20 წთ 6000g 4<sup>0</sup>C-ზე. სუპერნატანტი გადააქვთ სტერილურ ჭურჭელში. ნალექს ხსნიან 10 მლ ფაგურ ბუფერში და აცენტრიფუგებენ 20 წთ 6000g 4<sup>0</sup>C-ზე. სუპერნატანტი გადააქვთ იგივე ჭურჭელში და ამატებენ 1,5ml 5 M NaCl და 1,5 გრ (15%) PEG 6000. ინკუბაციისთვის ტოვებენ მაცივარში 4<sup>0</sup>C-ზე მთელი ღამით.

მესამე დღეს სუპერნატანტს იღებენ მაცივრიდან აცენტრიფუგირებენ 30 წთ 15900g 4<sup>0</sup>C-ზე. სუპერნატანტს ინახავენ მაცივარში 4<sup>0</sup>C-ზე CsCl (secium chloride) ხსნარის მომზადებამდე.

ცეზიუმ ქლორიდის ნარევი: ეპენდორფში ათავსებენ

2,5 მლ სეზიუმ ქლორიდს (სიმკვრივე 1,3 (0,41გრ/მლ));

2,5 მლ სეზიუმ ქლორიდს (სიმკვრივე 1,5 (0,683 გრ/მლ))

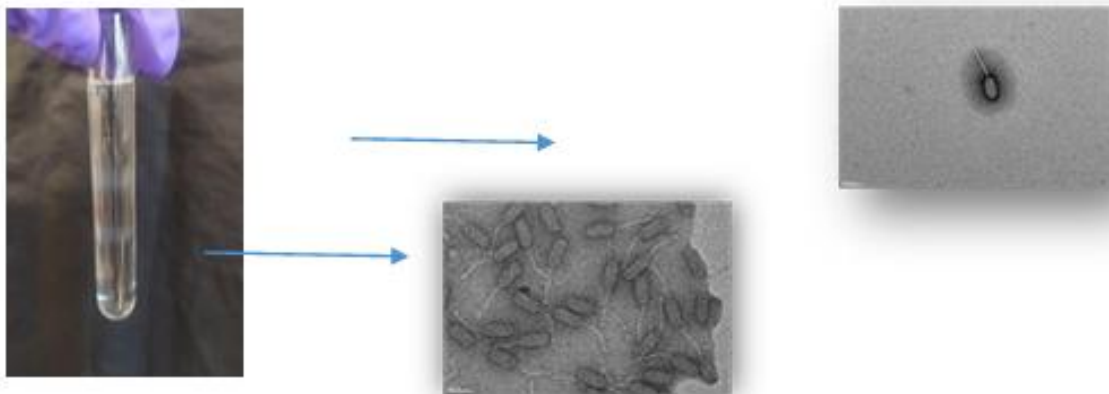
2,5 მლ სეზიუმ ქლორიდს (სიმკვრივე 1,6 (0,82 გრ/მლ))

+ ამატებენ 2,5 მლ სუპერნატანტს.

მნიშვნელოვანია, რომ ნარევი განსხვავებული სიმკვრივის გამო შეიქმნას საფეხურები.

აცენტრიფუგირებენ 2სთ 25000 rpm 4<sup>0</sup>C-ზე. დაცენტრიფუგირების შედეგად შრებს შორის მიიღება მღვრიე თეთრი ფერის ფენას. პიპეტმანის საშუალებით იღებენ ქვედა ფენას, ათავსებენ ცილის მემბრანაში და დიალიზისთვის დებენ 5ლ ფაგურ ბუფერში. ტოვებენ სანჯღრეველაზე 4<sup>0</sup>C-ზე. 1სთ-ის შემდეგ ცვლიან ფაგურ ბუფერს და ტოვებენ მთელი ღამით. ბაქტერიოფაგის ტეტრს ადგენენ Spot test-ის საშუალებით.

**მიღებული შედეგები:** ბაქტერიოფაგური ლიზატის გასუფთავება მიკრობიოლოგიური საკვები ნიადაგის და ბაქტერიის ნაწილაკებისაგან მოხდა მორფოლოგიური კვლევისთვის და ბაქტერიოფაგებიდან ცილების გამოყოფის მიზნით.

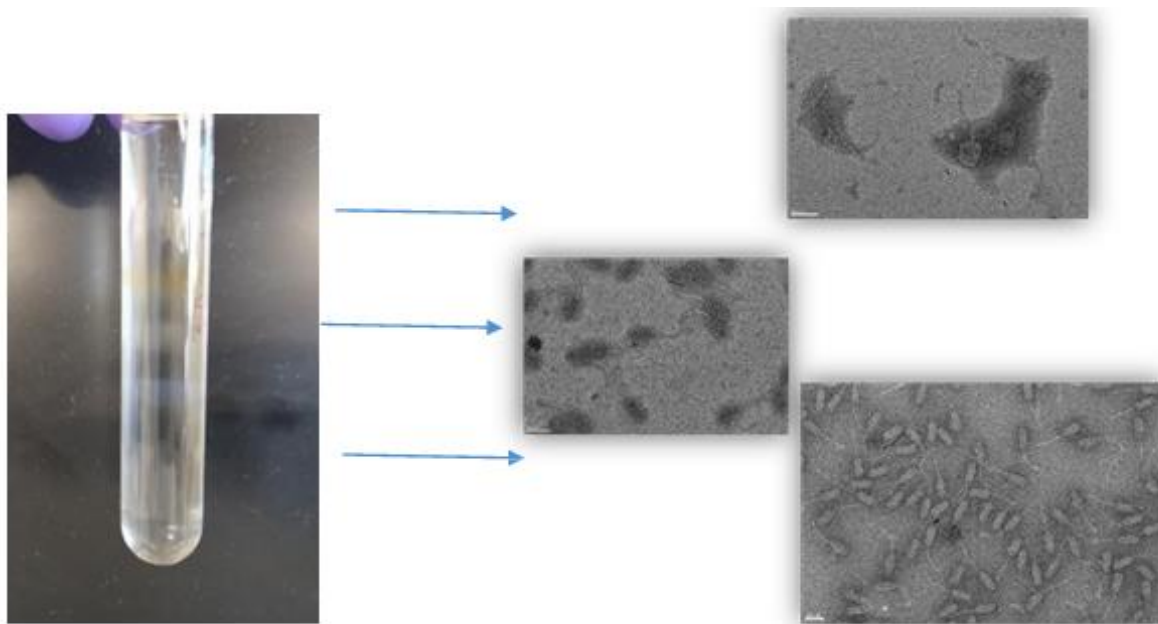


სურ. 1. vB\_GEC\_e-coli \_S\_108 ბაქტერიოფაგის გასუფთავებისას მივიღეთ ორი ფენა.

ზედა ფენა: Siphophages, თავი – 135x64,5 ნმ, კუდი – 170,5x17,5 ნმტიტრი :  $1 \times 10^4$ ;

ქვედა ფენა: Siphophages, თავი – 135x64,5 ნმ, კუდი – 170,5x17,5 ნმტიტრი:  $1 \times 10^9$ ;

ბაქტერიოფაგების გასუფთავების შემდგომ ფაგები მოვათავსეთ ე.წ „პროტეინის მემბრანაში“, რომელიც ნახევრად განვლადი მემბრანაა, სადაც მცირე ზომის ნაწილაკები გადიან, ხოლო შედარებით დიდი ზომის (როგორც ცილა) ვერ აღწევს. დიალიზისთვის ჩავდეთ ფაგურ ბუფერში. გავტოვეთ მთელი ღამით. დილით შევცვალეთ ფაგური ბუფერი და ფაგი დავაყოვნეთ მასში 1 სთ. ამოვიღეთ ყველა ფენა ცალ - ცალკე სტერილურ სინჯარაში.



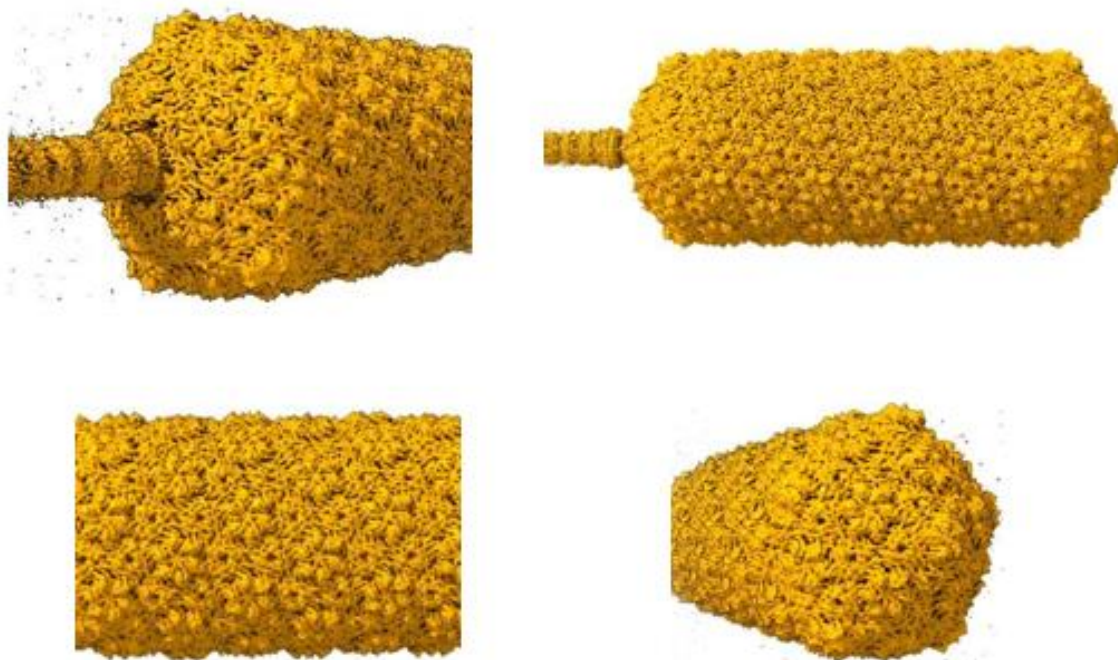
სურ. 2. *vB\_GEC\_Ent.\_f\_74* ბაქტერიოფაგის გასუფთავებისას მივიღეთ სამი ფენა.

ზედა ფენა: Siphophages, თავი - 114x57 ნმ, კუდი – 150x7 ნმტიტრი:  $1 \times 10^8$  ; შუა ფენა: Siphophages, თავი – 110,5 ნმ; კუდი – 147 ნმტიტრი:  $1 \times 10^8$  ქვედა ფენა: Siphophages, თავი - 102,5 ნმ, კუდი - 152,5 ნმტიტრი:  $1 \times 10^9$ .

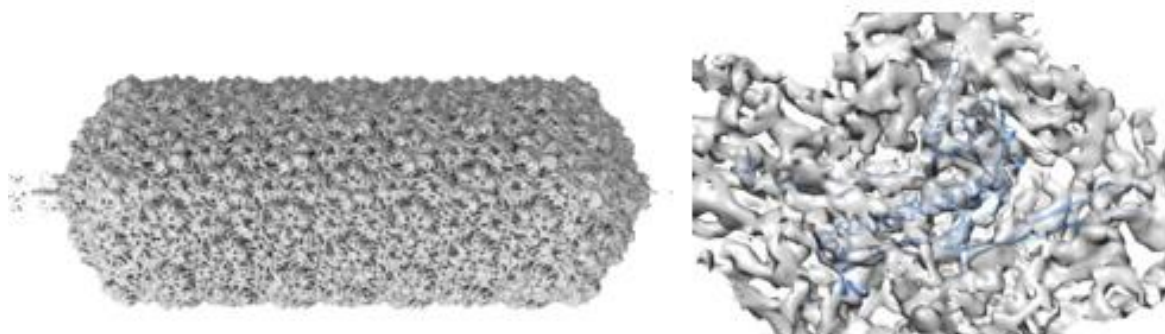
ბაქტერიოფაგების *vB\_GEC\_e-coli \_S\_108* და *vB\_GEC\_Ent.\_f\_74* მორფოლოგიის შესწავლისას შევნიშნეთ, რომ ორივე ფაგს ახასიათებდა უჩვეულოდ მოგრძო თავი. გადავწყვიტეთ გადაგველო აღნიშნული ბაქტერიოფაგების სტრუქტურული სურათი და გვენახა მასში არსებული ცილის სივრცითი სტრუქტურა.



სურ. 3. vB\_GEC\_e-coli\_S\_108 ფაგის სტრუქტურული სურათი.



*სურ. 4. vB\_GEC\_e-coli\_S\_108 ფაგის სტრუქტურული სურათი.*



*სურ. 5. vB\_GEC\_Str.pyog\_M\_1 ფაგის სტრუქტურული სურათი.*



### დასკვნა

ფიგურა fit-monoHK97 (მონიშნული) გვიჩვენებს, რომ ცილას, რომელიც ქმნისკაპსიდს აქვს იგივე ხვეულები როგორც ყველა caudovirale ფაგის შემთხვევაში. თუმცა ორგანიზებულია განსხვავებულად - გაშლილი ფორმით, რაც მოგრძო ფორმის კაფსიდს განაპირობებს. მოცემული შემთხვევა საკმაოდ იშვიათია. აღნიშნულიმმართველებით კვლევას კვლავ ვაგრძელებთ.

## **Purification of bacteriophages in order to study their morphological properties**

**Salome Barbaqadze**

### **Abstract**

A bacteriophage is a microbial virus that kills a bacterial cell, thus cleanses the environment. Bacteriophages were first described by D'Erell in 1919. "Phago" means eater in Georgian, which indicates their unique ability to lyse bacteria and multiply at their expense. Bacteriophages are a group of specific bacterial viruses with different properties that have undergone long-term adaptation and evolution related to specialization.

## **Очистка бактериофагов Чтобы путем изучения их морфологии**

**Саломе Барбакадзе**

### **Резюме**

Бактериофаг - это микробный вирус, который убивает бактерии и таким образом очищает окружающую среду. Бактериофаги были впервые описаны Д'Эреллом в 1919 году. «Фаго» по-грузински означает едок, что указывает на их уникальную способность лизировать бактерии и размножаться за их счет. Бактериофаги - это группа специфических бактериальных вирусов с различными свойствами, которые претерпели длительную адаптацию и эволюцию, связанную со специализацией.

## მაღალი სიმტკიცის მქონე ახალი კომპოზიციური მასალების ჭრის პროცესის კვლევა (I ნაწილი)

იგორ გელაშვილი\*, ზაურ ჩიტაძე\*, ილია თავაძე\*\*, მაკა ჟღენტი\*\*\*,

ნინო ბჟალავა\*\*\*\*, მათა გოგოტიშვილი\*\*\*\*\*

\*პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;

\*\*მაგისტრი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;

\*\*\*ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;

\*\*\*\*დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;

\*\*\*\*\*სპეციალისტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

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

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია ახალი მერქან-პოლიმერული კომპოზიტები, რომელიც ფართოდ არის შემოსული ადგილობრივ ბაზარზე სახელწოდებით „decking“ (დექა). სტატიის I ნაწილში მოყვანილია მათი მიღების მეთოდები, კლასიფიკაცია და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები. კერძოდ ნაჩვენებია დექას შემცველობა და გამოყენების სფეროები.

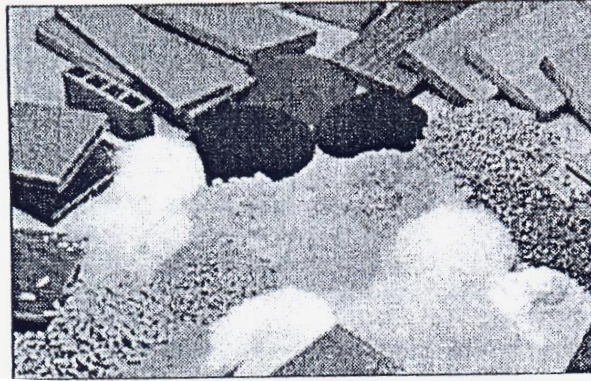
**საკვანძო სიტყვები:** მერქნული პოლიმერული კომპოზიტი (მპკ), დექას წარმოება, დექას გამოყენება.

### შესავალი

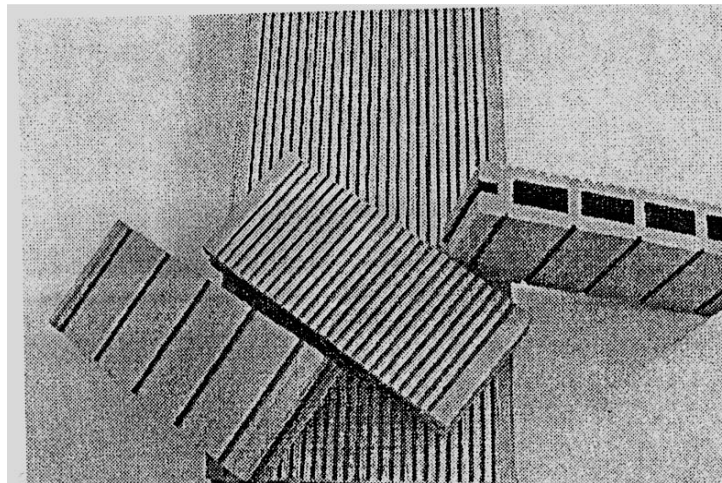
მერქნული პოლიმერული კომპოზიტი (მპკ) წარმოადგენს ქიმიურ შემადგენლობას, რომელიც შეიცავს ქიმიურ ან ნატურალურ პოლიმერს და ორგანულ დამატებებს, მოდიფიცირებულს ქიმიური დანამატებით. მერქნული პოლიმერული კომპოზიტები შედგება შემდეგი ძირითადი კომპონენტებისაგან:

- ორგანული შემავსებელი;
- სინთეტიკური ან ორგანული თერმოპლასტიკური პოლიმერები ან მათი შენაერთები, შესაძლებელია მეორადი ნედლეულის გამოყენება.

სპეციალური ქიმიური დანამატების (მოდიფიკატორების) კომპლექსი აუმჯობესებს მზა პროდუქციის სამომხმარებლო და ტექნოლოგიურ თვისებებს.



მერქნული პოლიმერული კომპოზიტის წარმოება დაიწყო კანადაში, მას იყენებდნენ გემებზე, რის შემდგომაც მან მიიღო სახელწოდება „decking“, რაც ინგლისურად თარგმნისას ნიშნავს გემბანს, ხოლო ქართულად ასახელებენ „დექას“.



დექას დადებითი მხარეებია:

- ის კარგად უძლებს ნესტს, არ ზიანდება წყალთან ურთიერთობისას (მარილიან წყალსაც უძლებს), ასევე არ იცვლის ფორმას მზის სხივების მოქმედების შედეგად. როგორც ვიცით ნატურალური ხე წყალში ფართოვდება და სკდება, ხოლო დექა სრულიად არ იწოვს წყალს და არ დეფორმირდება;
- ასევე დექას იატაკი გამოირჩევა სიმყარით;
- ის კარგად უძლებს მძიმე ნივთებს;
- დექას დამზადების დროს ხის ნაფოტები იფარება პოლიმერით რაც უზრუნველყოფს ბაქტერიების და სოკოს გავრცელების აღმოფხვრას.
- სხვა მასალებთან (კერამოგრანიტი და ა.შ.) შედარებით მცირედ იცვლის ტემპერატურას და კომფორტულია.

- დექას იატაკი შედგება ხისა და მდგრადი პოლიეთილენისაგან, რაც უზრუნველყოფს მისი უცვლელი სახის შენარჩუნებას მიუხედავად ნალექისა, ყინვისა და მზის სხივებისა, დამუშავებული ხისგან განსხვავებით, რომელსაც მუდმივად სჭირდება განახლება სპეციალური ლაქის ან ზეთის მეშვეობით.

**მერქან-პოლიმერული კომპოზიტების კლასიფიკაცია**

*ცხრილი 1*

თვისება	კლასები
1. სითხის შემადგენლობის და კომპონენტების მიხედვით	
2. დამუშავების მიხედვით	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ჩამოსხმა;</li> <li>• ექსტრუზია;</li> <li>• დაწნეხვა.</li> </ul>
3. შედგენლობის სახის მიხედვით	<ul style="list-style-type: none"> <li>• მერქანი და მერქნის ნარჩენები;</li> <li>• სოფლის მეურნეობის ნარჩენები;</li> <li>• ტექსტილის და მაკულატორის ნარჩენები;</li> <li>• ფქვილი და ნახერხი (წვრილი) ფრაქცია 200 მკმ-მდე, საშუალო ფრაქცია 400 მკმ, მსხვილი ფრაქცია-400 მკმ-ზე მეტი.</li> </ul>
4. მერქნული კომპონენტის აგრეგატული მდგომარეობის მიხედვით	
5. შემაერთებული თერმოპლასტიური პოლიმერის ტიპის მიხედვით	<ul style="list-style-type: none"> <li>• სინთეტიკური ფისებით;</li> <li>• ბიოპოლიმერებით;</li> <li>• სინთეტიკური ფისების და ბიოპოლიმერების ერთობლივ სითხეზე.</li> </ul>
6. ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მიხედვით	
7. სიმკვრივის მიხედვით	<ul style="list-style-type: none"> <li>• მსუბუქი- 700-900 კგ/კუბ. მ;</li> <li>• მკვრივი - 900-1200 კგ/კუბ. მ;</li> <li>• მძიმე - 1200 კგ/მ<sup>3</sup>.</li> </ul>
8. კონსტრუქციის მიხედვით	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ერთფენოვანი;</li> <li>• ორფენოვანი;</li> <li>• მრავალფენოვანი.</li> </ul>

**მერქან-პოლიმერული კომპოზიტების შემცველობა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები**

მერქანბურბუმელოვანი ფილებიან შედარებით მოყვანილია ქვემოთ ცხრილში 2-ში.

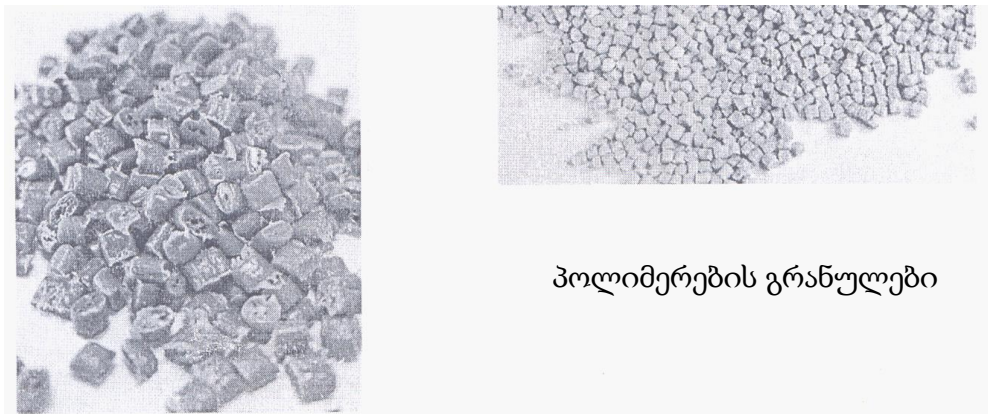
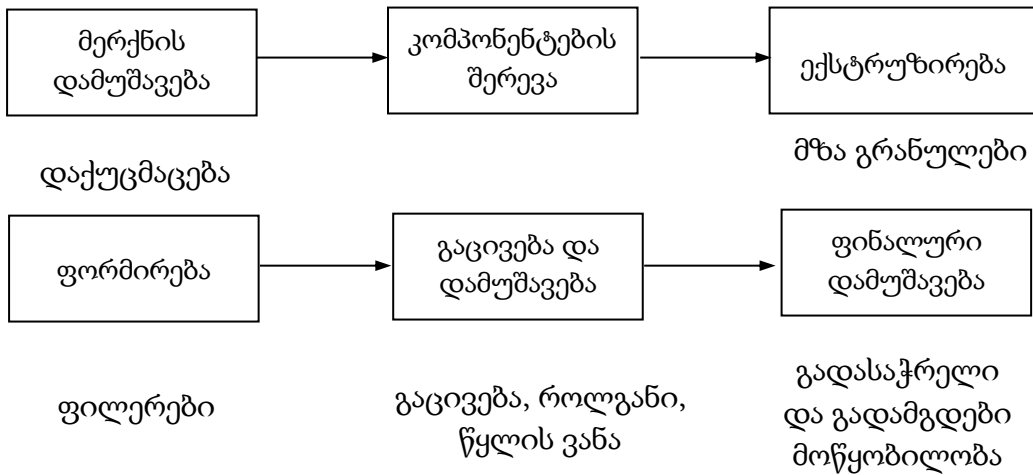
მერქან-პოლიმერული კომპოზიტის შემცველობა შემდეგია:

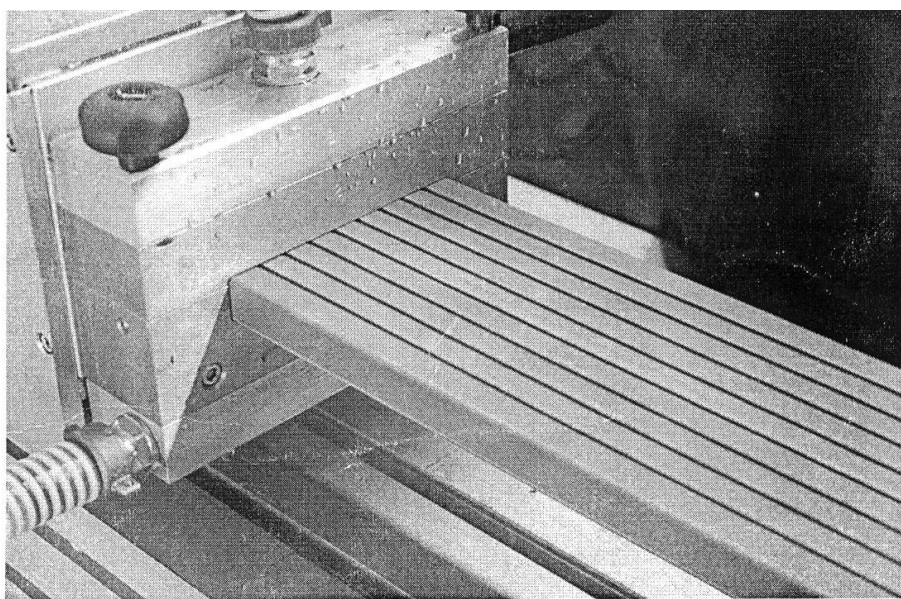
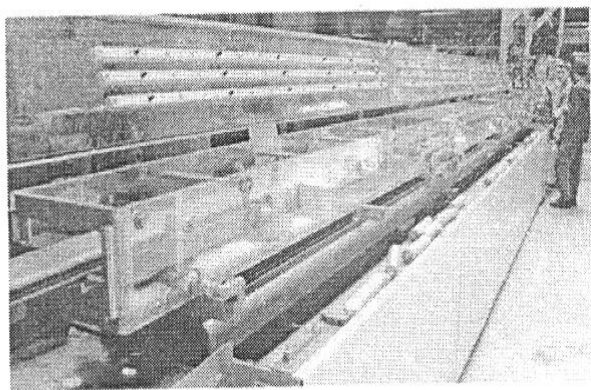
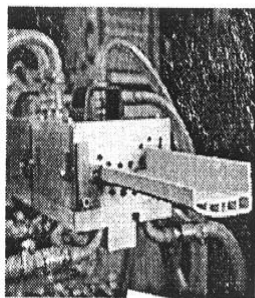
- 43% – მერქნული ფქვილი;
- 4% – საღებავები;
- 43% – პოლიმერები;
- 10% – ეკოდანამატები.

მაჩვენებელი, გაზომვი ერთეული	მსუბუქი მპკ	მძიმე მპკ	10632-89 მ.ბ.ფ.	4598-86 მ.ბ.ფ.	622-5 MDF
სიმკვრივე, კგ/მ <sup>3</sup>	700-750	1000-1400	820	800-1100	650-800
სიმტკიცის ზღვარი ლუნვაზე, მპა	30-35	25-60	18	33-47	15-34
დრეკადობის მოდული ლუნვაზე, მპა	3500-4000	3000-6000	1700-4000	–	1700-3000
სისაღე, მპა	20-27	20	20-40	–	–
დარტყმითი სიბლანტე, კდკ/მ <sup>2</sup>	6-14	3-4	4-8	–	–
გაჯირჯება წყალში 24 საათის განმავლობაში % არაუმეტესი	8-12	8-12	22-33	13-23	6-45

**დექას წარმოება**

ტერასული ფიცრის წარმოება ხორციელდება ორმნივნიანი კონუსური ექსტრუდირებით: ეს მანქანები უზრუნველყოფს კარგ აზელვას, თანაბარ გაცხელებას მასის და ახორციელებენ მაღალ წნევას გამოსასვლელ პროფილზე ქვემოთ მოყვანილია დექას წარმოების სქემა.



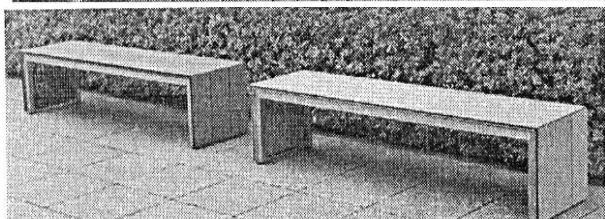


ექსტრუზიული დანადგარები და წარმოება

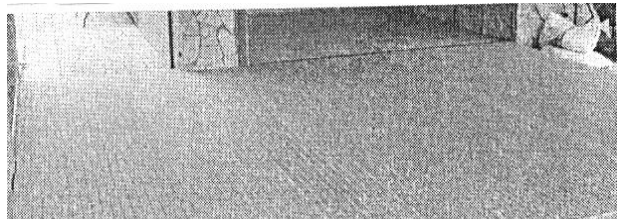
### დექას გამოყენება



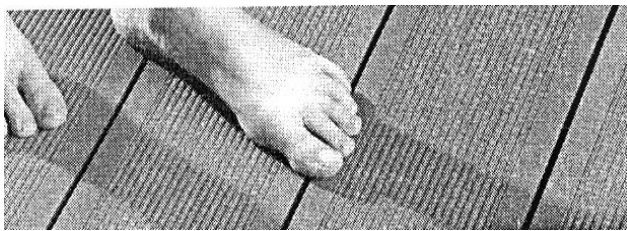
დექას ტერასა



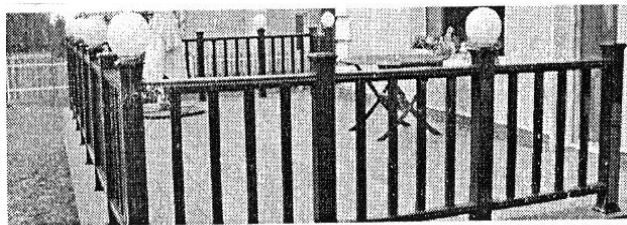
დექას ავეჯი



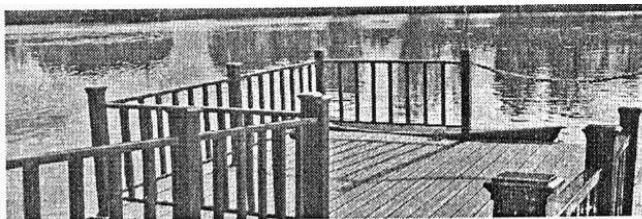
დექას ფენილი



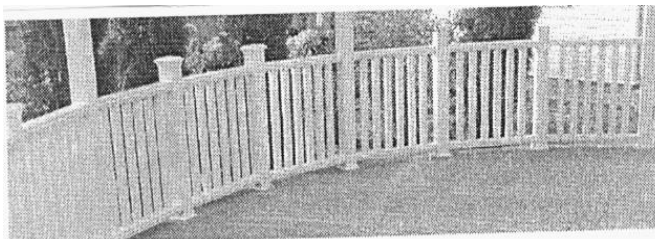
დექას იატაკი



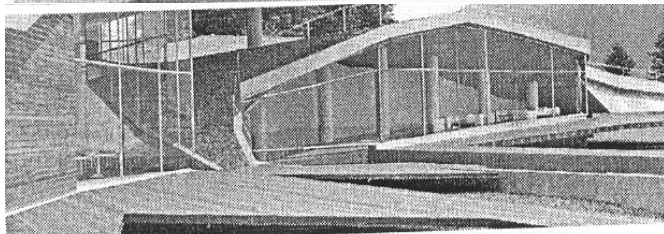
დექას ვერანდები



დექას ნავსადგურები



დექას მუჯირები



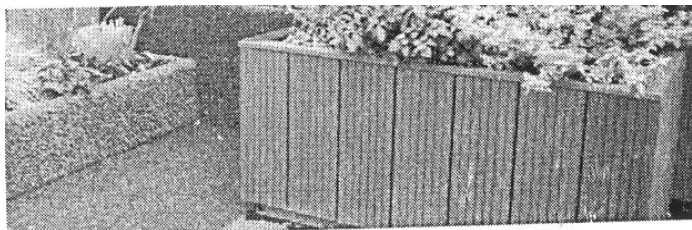
დექას ლანდშაფტები



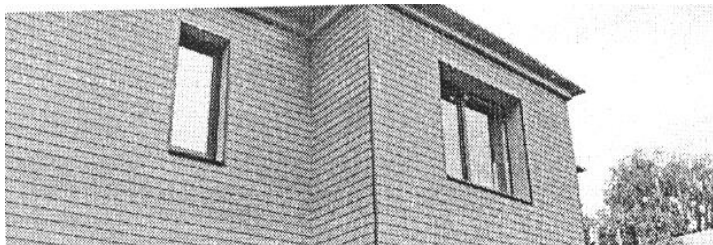
დექას ბილიკები



დექას საყვავილები



დექას კლუმბები



დექას ფასადები

გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

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

## **STUDY OF THE CUTTING PROCESS OF HIGH-STRENGTH NEW COMPOSITE MATERIALS**

**Igor Gelashvili, Zaur Chitidze, Iia Tavadze, Maka Zhgenti,  
Nino Bzhalava, Maia Gogotishvili**

### **Abstract**

In the article are considered new wood-polymer composites that are widely available in the local market under the name "decking". Part I of the article lists the methods of their acquisition, classification and physical-mechanical properties. In particular, the content of decking and the areas of application are shown.

## **Исследование процесса резания новых высокопрочных композиционных материалов (I часть)**

**Игорь Гелашвили, Заур Читидзе, Илья Тавадзе, Мака Жгенти,  
Нино Бжалава, Мая Гоготишвили**

### **Резюме**

В статье рассмотрены новые древесные полимерные композитные материалы, которые широко поставляются на местный базар под названием „decking“ (ДПК). В первой части статьи показаны методы их получения, классификация и физико-механические свойства. Конкретно показан состав ДПК и сферы их применения.



## მაღალი სიმტკიცის მქონე ახალი კომპოზიციური მასალების ჭრის პროცესის კვლევა (II ნაწილი)

იგორ გელაშვილი\*, ზაურ ჩიტიძე\*, ეკა სარიშვილი\*\*, მაკა ჟღენტი\*\*\*,

ნინო ბჟალავა\*\*, მაია გოგოტიშვილი\*\*\*\*

\*პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;

\*\*დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;

\*\*\*ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;

\*\*\*\*სპეციალისტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

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

**რეზიუმე:** სტატიის II ნაწილში მოყვანილია ექსპერიმენტების შედეგები, რომელიც იყო ჩატარებული მრგვალსახერხი დანადგარზე ჭრის ძალების რეგისტრაციის მოწყობილობის გამოყენებით. მჭრელ ინსტრუმენტად იყო გამოყენებული დისკური ხერხი აღჭურვილი სალიშენადნობიანი ფირფიტებით BK 15 ტიპის, შედეგად მოყვანილია Q და S მდგენელი ძალების შედარებითი დამოკიდებულებები ჭრის სიჩქარის ზრდის თანავე ორ მასალის ჭრისას – წიფლის და მპკ-ის.

**საკვანძო სიტყვები:** მერქნული პოლიმერული კომპოზიტი (მპკ), ჭრის მდგენელი ძალები, ექსპერიმენტალური დანადგარი.

### შესავალი

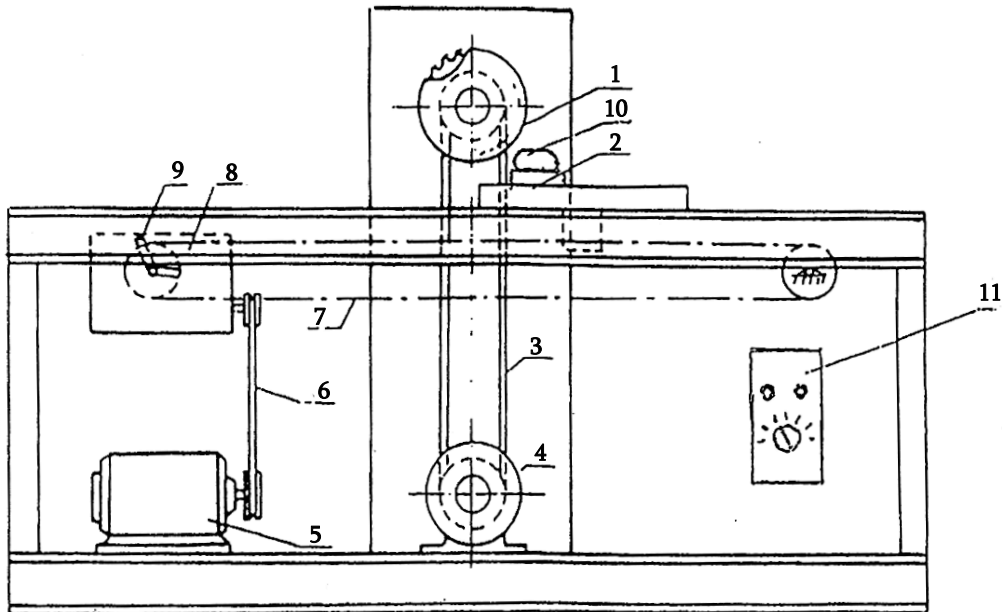
სტატიის I ნაწილში იყო აღწერილი ახალი მერქნული პოლიმერული კომპოზიტის (მპკ) შემცველობა, გამოყენების სფეროები, წარმოების მეთოდები და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები.

სტატიის II ნაწილში ჩვენ ჩავატარეთ ექსპერიმენტები მრგვალსახერხი დანადგარზე ჭრის მდგენელი ძალების დასადგენად მპკ-ს ხერხვის დროს. ექსპერიმენტებს ვატარებთ ორ მასალაზე რათა შევადაროთ ჭრის მდგენელი ძალების სხვაობა წიფლის და მპკ-ების შორის.

### ძირითადი ნაწილი

ექსპერიმენტები ჩატარებულია სპეციალურად აწყობილ დანადგარზე, რომელსაც აქვს უსაფეხურო ტირისტორული მართვა დისკური ხერხების ბრუნთა სიხშირისა და მასალის მიწოდების სიჩქარისა.

ქვემოთ ნახ. 1 მოყვანილია ექსპერიმენტალური დანადგარის სქემა.



ნახ. 1. ექსპერიმენტალური დანადგარის სქემა

- 1 – დისკური ხერხი; 2 – მოძრავი მაგიდა; 3 – სოლღვედური გადაცემა;  
 4 – ელექტროძრავი ბრუნთა სიხშირის ტირისტორული მართვით,  
 5 – მიწოდების მაგიდის ელექტროძრავი; 6 – სოლღვედური გადაცემა;  
 7 – ჯაჭვური გადაცემა; 8 – ჭიარედუქტორი; 9 – მიწოდების მექანიზმის  
 ჩართვა-გამორთვის სახელური; 10 – დინამომეტრი „უდგ-100“,  
 11 – ტირისტორული მართვის პულტი.

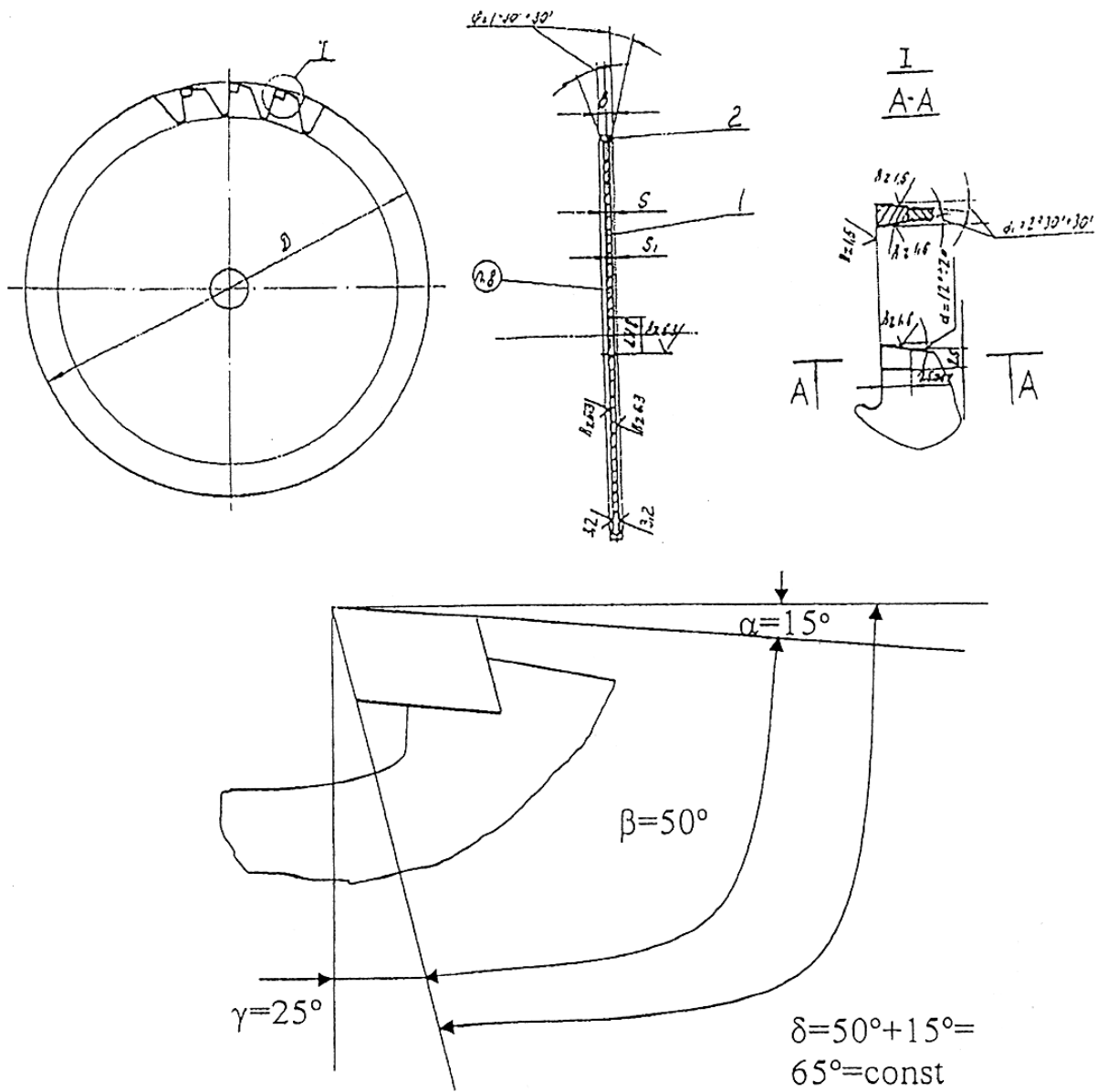
#### დანადგარის ტექნიკური მაჩვენებლები:

1. შპინდელის ბრუნთა სიხშირეს და მაგიდის გადაადგილების სიჩქარის რეგულირება უსაფეხუროა.
2. შპინდელის ბრუნთა სიხშირე:  $n = 1200-9200$  ბრ/წთ.
3. ჭრის სიჩქარე:  $V = 18,8 - 144$  მ/წმ.
4. მიწოდების სიჩქარე:  $U = 6,4 - 25$  მ/წმ.

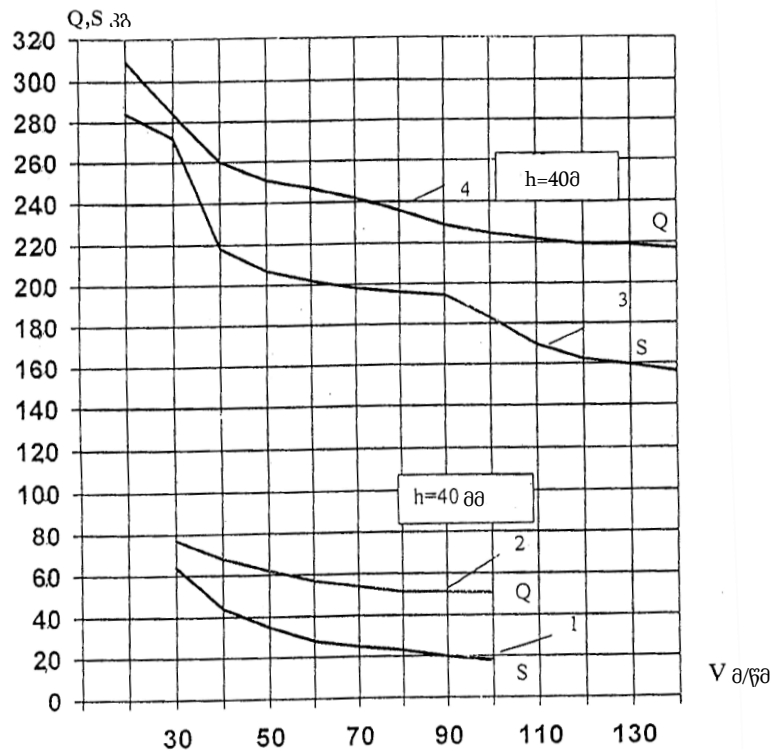
5. სიმაღლე შპინდელის ღერძიდან მაგიდამდე რეგულირდება  $H= 200\div 400$  მმ ფარგლებში.

ნახ. 2-ზე მოყვანილია დისკური ხერხი აღჭურვილი BK მარკის სალიშენადნობიანი ფირფიტებით.

ნახ. 3-ზე მოყვანილია  $Q$  და  $S$  მდგენელი ძალების დამოკიდებულება ჭრის სიჩქარეზე.



ნახ. 2. დისკური ხერხის კონსტრუქცია და გეომეტრიული პარამეტრები წინა კუთხე  $\gamma = 25^\circ$ ; უკანა კუთხე  $\alpha = 15^\circ$ ; ალესვის კუთხე  $\beta = 50^\circ$ ; ჭრის კუთხე  $\delta = 65^\circ$ ;



ნახ. 3. Q და S ჭრის მდგენელი ძალების დამოკიდებულება ჭრის სიჩქარეზე:  
 1,2-BK 15 – წიფელი ( $u = 24,4$  მ/წთ :  $h = 40$  მმ)  
 3,4-BK 15 – მზა ( $u = 20$  მ/წთ :  $h = 40$  მმ)

### დასკვნები

თეორიული და ექსპერიმენტალური კვლევების შედეგების, შესაძლოა გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. მპკ-ის ხერხვის პროცესი მოიცავს უამრავ ფაქტორს და ყოველივე მათგანი გავლენას ახდენს ჭრის მდგენელი ძალების სიდიდეზე.
2. ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად გამოვლენილი იყო ძირითადად ფაქტორთა 3 ჯგუფი, რომლებიც არსობრივად ახდენს გავლენას ჭრის მდგენელი ძალების სიდიდეზე და ეს ფაქტორებია: ჭრის სიჩქარე; მიწოდების სიჩქარე და ჭრის სიმაღლე.
3. შედარებითი გრაფიკები (ნახ. 3) გვიჩვენებს, რომ ჭრის სიჩქარის მომატებისთანავე ჭრის მდგენელი ძალები კლებულობს ამასთანავე ჭრის მდგენელი ძალები მპკ-ის ხერხვისას ძალზე მაღალია წიფლის ხერხვასთან შედარებით.

გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. Sequoia. Ru /ru/ Энциклопедия – ДПК;
2. Sequoia. Ru /ru/ Применение – ДПК;
3. ზ. ჩიტძე, შ. ქოიავა, ს. მურადიანი - ცვეთამედეგი დაფარვების გამოყენება მრგვალი ხერხის მედეგობის ასამაღლებლად;
4. თ. ლოლაძე, შ. კაციტაძე, ა. მიქანაძე - ახალი უვოლფრამო სწრაფმჭრელი ფოლადების მჭრელი თვისებები;
5. ს. მაისურაძე - HT-ტიპის მცირევოლფრამიანი სალი შენადნობების გამოყენების ეფექტურობა ნახშირბადოვანი და ლეგირებული ფოლადების ტორსული ფრეზვის დროს.

**STUDY OF THE CUTTING PROCESS OF HIGH-STRENGTH NEW  
COMPOSITE MATERIALS**

**Igor Gelashvili, Zaur Chitidze, Eka Sarishshvili, Maka Zhgenti,**

**Nino Bzhalava, Maia Gogotishvili**

**Abstract**

In the II part of article are stated the results of experiments conducted on a round saw machine using a cutting force registration device. The cutting tool was equipped with a disc saw equipped with BK 15 type roller plates, resulting in comparative relationships of the forces  $Q$  and  $S$  when cutting the two materials together with the increase of cutting speed - beech and MPC.

**Исследование процесса резания новых высокопрочных  
композиционных материалов (Часть II)**

**Игорь Гелашвили, Заур Читидзе, Эка Саришвили, Мака Жгенти,**

**Нино Бжалава, Мая Гоготишвили**

**Резюме**

Во второй части статьи приведены результаты экспериментов, которые были проведены на круглопильной установке с использованием устройства регистрации составляющих сил резания. В качестве режущего инструмента была использована дисковая пила, армированное пластиками твердого слива BK 15. Также показаны сравнительные зависимости  $Q$  и  $S$  составляющих сил резания при увеличении скорости резания при распиловка Бука и древесного полимерного композита.

უაკ 330; 650.

## საქართველოს ჯანდაცვის განვითარების კონცეფცია ქეთევან კიწმარიშვილი\*

*\*ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

**რეზიუმე:** ჯანდაცვის სფეროში ინოვაცია ტექნოლოგიურად ითვლება, თუ სამედიცინო მომსახურების გაწევის მეთოდები პრინციპულად ახალი და ტექნოლოგიური თვალსაზრისით გაუმჯობესებულია. სპეციალისტები განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ანიჭებენ მაღალტექნოლოგიური სამედიცინო მომსახურების ხელმისაწვდომობასა და ეფექტურობას. სწორედ მაღალტექნოლოგიური სამედიცინო დახმარება უზრუნველყოფს ხარისხიან სამედიცინო მომსახურებას.

**საკვანძო სიტყვები:** ინოვაციური რესურსები, სამედიცინო-ფარმაცევტული ინოვაცია, სამედიცინო-ტექნოლოგიური ინოვაცია.

### შესავალი

სოციალურ სფეროში ინოვაციები მიმართულია საზოგადოების საჭიროებებთან მიმდინარე პროცესების შესაბამისობაში მოყვანისკენ და თითოეული წევრის ინტერესების დაცვაზე. სოციალურ სფეროში ინოვაციების რეალიზებას უზრუნველყოფს სახელმწიფო, საზოგადოებრივი და კომერციული ორგანიზაციები, მოქალაქეები. სახელმწიფო სტრუქტურებში ინოვაციები ნაწილდება ეროვნულ, რეგიონალურ და მუნიციპალურ დონეებს შორის. სოციალურ სფეროში სახელმწიფოს ინოვაციის რეალიზების ძირითადი მექანიზმი არის სახელმწიფო საინოვაციო პოლიტიკა, რომელიც ამ სფეროს სახელმწიფო რეგულირების პროცესს წარმოადგენს. ფაქტიურად სოციალური პოლიტიკა წარმოადგენს სოციალური პროცესების რეგულირების დადგენილი წესების კრებულს. სოციალური ინოვაციები შეიძლება იყოს ნივთიერი (საგნობრივი), ორგანიზაციული და კულტურული. საზოგადოებაზე გავლენის მოხდენის დონის

მიხედვით ანსხვავებენ სახელმწიფო, რეგიონალურ, ადგილობრივ და ლოკალურ ინოვაციებს. საორგანიზაციო და კულტურული ინოვაციები ყველა დონეზე ერთნაირი ხარისხით გვხვდება, ხოლო ნივთიერი ძირითადად – ლოკალურსა და ადგილობრივ დონეებზე.

ჯანდაცვის სფეროში სამეცნიერო კვლევები მიმართულია სამედიცინო დაწესებულებების პრაქტიკაში ახალი სამედიცინო პრეპარატების, საინფორმაციო და სხვა ახალი სამედიცინო ტექნოლოგიების დანერგვისკენ. ქვეყანაში ფართოვდება დაწესებულებათა ქსელი, რომელშიც მაღალტექნოლოგიურ, ძალიან ძვირადღირებულ დახმარებას უწევენ პაციენტებს. აგრეთვე, შენდება ახალი მაღალტექნოლოგიური ცენტრები.

### ძირითადი ნაწილი

საქართველოს ჯანდაცვის განვითარების კონცეფცია, შემდეგ ამოცანებს უყენებს ჯანდაცვის სისტემას:

- ქვეყნის მოსახლეობისთვის ჯანსაღი ცხოვრების წესის დანერგვისთვის პირობების, საშუალებებისა და მოტივაციის შექმნა;
- სამედიცინო დახმარების ორგანიზების თანამედროვე სისტემაზე გადასვლა;
- მოქალაქეებისათვის უფასო სამედიცინო დახმარების გაწევის სახელმწიფო გარანტიების დაკონკრეტება;
- სახელმწიფო გარანტიების პროგრამის ფინანსური რესურსების მართვის ეფექტური მოდელის შექმნა;
- ამბულატორიულ პირობებში მოსახლეობის წამლებით უზრუნველყოფის გაუმჯობესება საყოველთაო-სავალდებულო სამედიცინო დაზღვევის სისტემის ფარგლებში;
- სამედიცინო პერსონალის კვალიფიკაციის ამაღლება და მათი ხარისხიანი მუშაობისთვის მოტივაციის სისტემის შექმნა;
- მედიცინის მეცნიერების;
- ჯანდაცვის ინფორმატიზაცია.

„სოციალური სფერო“-ს ცნებას მჭიდროდ უკავშირდება საზოგადოებრივი მნიშვნელობის ისეთი კატეგორიები, როგორცაა ჯანდაცვა, განათლება, დასაქმება,

ეკოლოგია, კულტურა და სხვა, რომლებიც განსაზღვრავს საზოგადოების ჯანმრთელობასა და მის ეკონომიკურ მდგომარეობას.

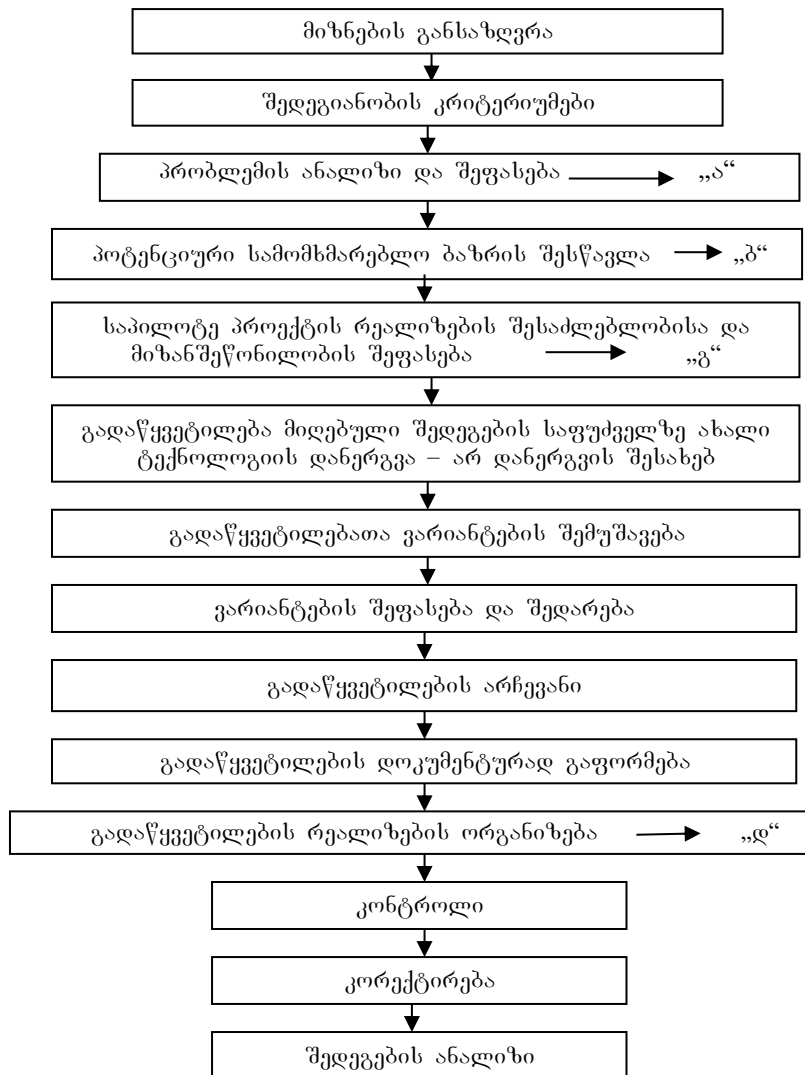
ტექნოლოგიური ინოვაციები ჯანდაცვის სფეროში შეიძლება დავყოთ შემდეგ ქვეჯგუფებად:

- სამედიცინო ტექნოლოგიური ინოვაციები, რომლებიც უკავშირდება პროფილაქტიკის, დიაგნოსტიკის და მკურნალობის კუთხით ახალი მეთოდების წარმოშობას, უკვე არსებული დანადგარებისა და პრეპარატების ბაზაზე ან მათი ახალი კომბინაციების გამოყენებით;
- ორგანიზაციული ინოვაციები, რომლებიც ჯანდაცვის სისტემის საქმიანობის ეფექტურ რესტრუქტურირებას ახდენენ, სრულყოფენ პერსონალის შრომის ორგანიზაციისა და მართვის ორგანიზაციული სტრუქტურების მუშაობას;
- ეკონომიკური ინოვაციები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ჯანდაცვის დაწესებულებების საქმიანობის ანალიზის, დაგეგმვის, დაფინანსების, სტიმულირების თანამედროვე მეთოდების დანერგვას;
- საინფორმაციო-ტექნოლოგიური ინოვაციები, რომლებიც მიმართულია მოცემულ დარგში ინფორმაციის ნაკადების შეგროვების, დამუშავებისა და ანალიზის პროცესების ავტომატიზაციაზე;
- სამედიცინო-ფარმაცევტული, სამედიცინო-ტექნიკური ინოვაციები. რომლებიც გულისხმობს ახალი მედიკამენტების (ტექნიკური სისტემების) გამოყენებას, რომლებიც კონკურენტუნარიანი იქნება ფასისა და სამედიცინო ეფექტურობის ძირითადი პარამეტრების ხაზით.

სულ უფრო გამოყენებადი და მოთხოვნადი ხდება ბიოტექნოლოგიები, მნიშვნელოვნად განვითარდა უჯრედული, გენოინჟინერული, ქსოვილისა და იმუნობიოლოგიური ტექნოლოგიები. აქტიურად მუშაობენ თერაპევტული კლონირების მეთოდებზეც. ვითარდება მედიკამენტების ადრესულ მისმართზე მიტანის ტექნოლოგიები. ინერგება კიბერნეტიკული სარეაბილიტაციო სისტემები და ნეიროკომპიუტერული ინტერფეისები. ყოველივე ეს სახეს უცვლის მედიცინას, აფართოებს მის შესაძლებლობებს, პერსონიფიცირებულს და ეფექტურს ხდის მას. სწორედ ამიტომ ჯანდაცვის წინაშე დგას მოდერნიზაციისა და ინოვაციური



ცვლილებების გატარების ამოცანა, რაც შეუძლებელია ბიოსამედიცინო ტექნოლოგიების განვითარებისა და დანერგვის გარეშე. ბიოსამედიცინო სფეროში ინოვაციების სტიმულირებისა და მართვის ეფექტური მექანიზმების დანერგვა, ჯანდაცვის სისტემის დაჩქარებული ტემპებით განვითარებას ხდის შესაძლებლად, რაც თავის მხრივ საზოგადოების სოციალურ-ეკონომიკურ განვითარებაში მნიშვნელოვანი წვლილის შეტანას შეუწყობს ხელს.



სქემა 1. ინოვაციური ტექნოლოგიის დანერგვის შესახებ გადაწყვეტილების მიღებისა და დამუშავების ალგორითმი.

ჯანდაცვის სფეროში პრიორიტეტული ეროვნული პროექტის ფარგლებში ტარდება კონკურსები და ტენდერები, რაც მიზნად ისახავს ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენებას პირველად სამედიცინო რგოლში. ტექნოლოგიური

ინოვაციები გათვალისწინებულია სამედიცინო დაწესებულებების საქმიანობის სტრატეგიულ გეგმებშიც.

ამის ნათელი მაგალითია კარდიოქირურგია, გულის იშემიური დაავადებების ოპერაციული მკურნალობა, რაც განპირობებულია აღნიშნული პრობლემის სოციალურ-ეკონომიკური მნიშვნელობით. მაღალტექნოლოგიური დახმარების მაგალითებია: კორონარული შუნტირება, ტრანსლუმინალური ინოპლასტიკა და სხვა.

გულ-სისხლძარღვოვანი ქირურგიის ცენტრებში დიდი მუშაობა ტარდება ახალი სამედიცინო ტექნოლოგიების ეფექტურობის შესაფასებლად, რისთვისაც გროვდება ამ ტექნოლოგიების გამოყენების შედეგების შესახებ არსებული ინფორმაციები.

ინოვაციური ტექნოლოგიების უშუალო დანერგვის პროცესს სამედიცინო დაწესებულებაში, წინ უძღვის დამუშავების პროცესი და მმართველობითი გადაწყვეტილების მიღება. დამუშავების ალგორითმი და გადაწყვეტილება ინოვაციური ტექნოლოგიების დანერგვის შესახებ წარმოდგენილია სქემაზე 1.

“ა” – ეტაპზე ხდება ახალი სამედიცინო მომსახურების შესწავლა და კლასიფიკაცია, საერთაშორისო ხარისხის კლინიკური კვლევების სისტემური ანალიზის საფუძველზე. სისტემური ანალიზის აუცილებლობა განპირობებულია იმით, რომ მმართველობითი გადაწყვეტილება შესაბამისი ტექნოლოგიების დანერგვის შესახებ არ იყოს მხოლოდ ეკონომიკური მოსაზრებებით განპირობებული. ანალიტიკური გამოკვლევები („ა“) შედგება შემდეგი ეტაპებისგან:

1. საერთაშორისო კვლევების მონაცემთა ანალიზი.
2. ინფორმაციის მოძიება.
3. ინფორმაციის შეგროვება.
4. ინფორმაციის დამუშავება.
5. ინფორმაციის ანალიზი.

6. ახალი ტექნოლოგიის დახასიათება: ეფექტის ანალიზი (სარგებლისა და რისკების თანაფარდობა). ეფექტიანობის შეფასება (ღირებულებისა და ეფექტის შეფარდება).

სამომხმარებლო ბაზრის შეფასება („ბ“) მოიცავს:

1. დემოგრაფიული სიტუაციის შეფასებას (ეპიდემოლოგიური მონაცემები – სიკვდილიანობა და ავადობა).
2. მიზნობრივი აუდიტორიის შესწავლას.
3. პაციენტთა სურვილის და თანამშრომლობისთვის მზაობას.
4. სამედიცინო მომსახურების ხელმისაწვდომობის შესწავლას (გეოგრაფიული, ფინანსური).

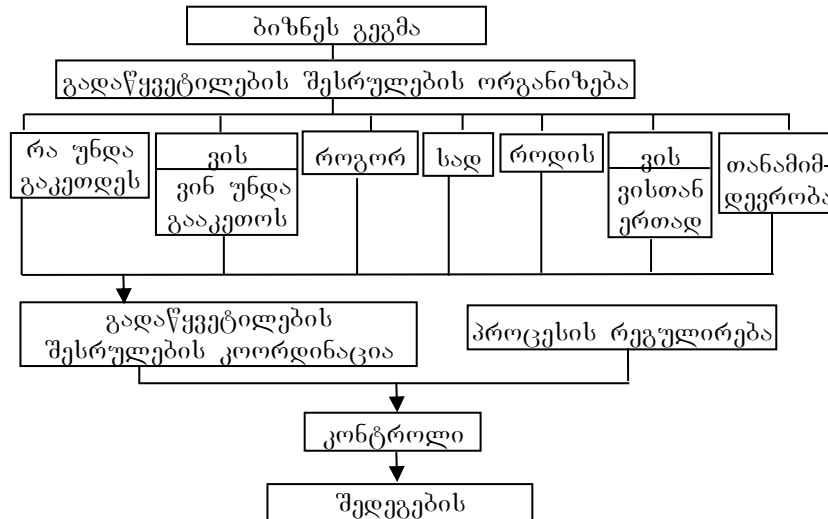
შემდეგი ეტაპზე („გ“) ხდება საპილოტე პროექტის რეალიზების შესაძლებლობის შეფასება, კერძოდ:

1. მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის დახასიათება.
2. პერსონალით უზრუნველყოფის შეფასება (საკადრო შემადგენლობა და კვალიფიკაცია).
3. პროექტის რეალიზებისთვის საჭირო ფინანსური ხარჯის გაანგარიშება.
4. ინვესტორების მოძიება რესურსების მოსაზიდად.

საპილოტე პროექტის შედეგების გაანალიზების შემდეგ მიიღება გადაწყვეტილება ახალი სამედიცინო მომსახურების დანერგვის შესაძლებლობის შესახებ. გადაწყვეტილების საბოლოოდ მიღებამდე აუცილებელია მაღალტექნოლოგიური მომსახურების მახასიათებლებისა და თვისებების შესწავლა. ამას წინ უსწრებს მედიცინის შესაბამის სფეროში მეცნიერულ-პრაქტიკული კვლევების ანალიზი და სამედიცინო დაწესებულების შესაძლებლობების შეფასება. დიდი მნიშვნელობა აქვს მომხმარებელთა სტრუქტურის ანალიზის შედეგებს. მიზანშეწონილია მომხმარებელთა არჩევითი გამოკითხვა, სპეციალისტებისგან ექსპერტთა ჯგუფის შექმნა, ასევე სხვა, გადაწყვეტილების მისაღებად აუცილებელი ინფორმაციის დაგროვებისთვის აუცილებელი ღონისძიებები. ინოვაციური ტექნოლოგიის დანერგვის შესახებ გადაწყვეტილების მიღებისას მნიშვნელოვანია ფასის პროგნოზირება, ვინაიდან ეს მნიშვნელოვან წილად განაპირობებს მოსახლეობისთვის მომსახურების ხელმისაწვდომობას. ინოვაციური ტექნოლოგიის დანერგვის შესახებ

გადაწყვეტილების შემუშავებისა და მიღების დროს ფართოდ გამოიყენება მათემატიკური და სტატისტიკური მეთოდები.

ახალი ტექნოლოგიის დანერგვის შესახებ გადაწყვეტილების რეალიზაციისთვის („დ“ ეტაპი) ადგენენ ბიზნეს-გეგმას (სქემა 2).



სქემა 2. ბიზნეს-გეგმის სქემა.

მაღალტექნოლოგიური სამედიცინო მომსახურების რეგიონალურ სამომხმარებლო ბაზარზე გავლენას ახდენს:

- რეგიონის ეკონომიკური მდგომარეობა (რეგიონის ბიუჯეტის შესაძლებლობები, სხვა ფონდების არსებობა, ნებაყოფლობითი სამედიცინო დაზღვევის სისტემის განვითარება);
- რეგიონის დემოგრაფიული და გეოგრაფიული თავისებურებები;
- სხვა სამედიცინო ცენტრების სიახლოვე, სადაც ასევე მაღალტექნოლოგიურ მომსახურებას სთავაზობენ მოქალაქეებს;
- მაღალტექნოლოგიური მომსახურების შესახებ აუცილებელი ინფორმაციის ფლობა;
- სპეციალისტების მომზადება და კვალიფიკაცია;
- სხვა ფაქტორები.

ყოველივე ზემოთქმულის შეჯამებისას უნდა აღინიშნოს, რომ ჯანდაცვაში ტექნოლოგიური ინოვაცია წარმოადგენს დიაგნოსტიკის, საინფორმაციო,

მექანიკური, ფიზიკური, ქიმიური (მედიკამენტოზურის ჩათვლით), ბიოლოგიური მეთოდებისა და ამა თუ იმ დაავადების მკურნალობის ხერხების ერთობლიობას.

### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. კიწმარიშვილი ქ. - ინოვაციური მენეჯმენტი. „ბექდვის სამყარო“, თბილისი, 2016 წ.;
2. აბრალავა ა., გვაჯაია ლ., ქუთათელაძე რ. - საინოვაციო მენეჯმენტი, თბილისი, 2015წ.;
3. Инновационный менеджмент, под ред. С. Ильенковой, М., 2014;
4. <http://www.russba.ru/>

## Georgian Health Care Development Concept

**Ketevan Kitsmarishvili**

### Abstract

Innovation in healthcare system is considered technological, if the methods of medical service are principally new and technologically improved. Availability and efficiency of high-tech medical care are especially significant for specialists. Exactly through high-tech medical care is provided high quality medical service. For the purpose of social and economic changes faced in the country the development level of healthcare and educational systems serves as an indicator.

## КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГРУЗИИ

**Кетеван Кицмаришвили**

### Резюме

Инновация в здравоохранении считается технологической, если методы оказания медицинских услуг принципиально новые и технологически усовершенствованные. Особое внимание специалисты придают доступности и эффективности высокотехнологичных медицинских услуг. Это высокотехнологичное медицинское обслуживание, обеспечивающее качественные медицинские услуги.

უაკ 330; 650.

## საქართველოს ინოვაციური განვითარების საკითხები

### ქეთევან კიწმარიშვილი\*

*\*ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** ინდუსტრიულად განვითარებულმა, ასევე დინამიურად განვითარებადმა ქვეყნებმა უკანასკნელ წლებში მთამბეჭდავ შედეგს მიაღწიეს უმეტესად წარმატებული ინოვაციურ-ტექნოლოგიური საქმიანობით. დღეისათვის საქართველოში ინოვაციური კლიმატი აღნიშნული საქმიანობისათვის არასახარბიელოა. არ არსებობს ერთიანი ინოვაციური სახელმწიფო პოლიტიკა, სუსტია ინოვაციური ინფრასტრუქტურა, შეზღუდულია ინოვაციის ბაზარი და ამ პროცესების მართვის ნორმალური ეკონომიკური სტიმულირების საშუალება. ფინანსურმა სიძნელეებმა სამრეწველო სფეროში, სათანადო გარანტიების არ არსებობამ და თანამედროვე და განსაკუთრებით მაღალტექნოლოგიური წარმოების შექმნის სირთულეებმა, განვითარების არასტაბილურმა ტემპებმა კიდევ უფრო შეამცირა ინოვაციური საქმიანობისადმი ინტერესი და გამოიწვია მისი თანდათანობითი შეკვეცა.

**საკვანძო სიტყვები:** ინტერვენცია. ინტელექტუალური პროდუქტი, ინსტიტუცია, ინოვაციური ტექნოლოგია.

### შესავალი

საბაზრო ურთიერთობათა ფორმირების თანამედროვე ეტაპზე საქართველოში ინოვაციური საქმიანობა საკმაოდ დაბალ დონეზეა. მიუხედავად იმისა, რომ ქვეყანაში ჯერ კიდევ არსებობს მაღალკვალიფიციური კადრები, შესაბამისი სამეცნიერო-საწარმოო ბაზა, მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური მარაგები და სხვა, უკიდურესად სუსტია ორიენტაცია ინოვაციური პოტენციალის, მეცნიერების მიღწევების წარმოებაში და საქმიანობის სხვა სფეროებში რეალიზაციისკენ. რაც შეეხება ინოვაციური აქტივობასთან დაკავშირებულ

მდგომარეობას დარგობრივ ჭრილში, ნებისმიერი დარგის უპირველესი პრობლემა დაკავშირებულია საწარმოებში საკუთარი საშუალებების, როგორც ბიუჯეტური, ისე არაბიუჯეტური წყაროებით დაფინანსების უკმარისობასთან, მათ შორის მოზიდული სახსრების შეზღუდვასთან. წარმოების მოცულობის შემცირებისა და ფინანსების მუდმივი დეფიციტის პირობებში შეუძლებელი ხდება ფულადი რესურსების გამოყოფა ინოვაციური საქმიანობისთვის.

### ძირითადი ნაწილი

მიმდინარე ეტაპზე უდიდეს მნიშვნელობას იძენს საქართველოში ინოვაციური საქმიანობის შესაბამისი ინფრასტრუქტურის ჩამოყალიბება, როგორცაა მცირე ინოვაციური, ინჟინირინგული, კონსალტინგური და ინფორმაციული სამსახურები, ტრენინგ-ცენტრები, ლიზინგური მომსახურების კომპანიები, ინოვაციური მეწარმეობის მხარდამჭერი სახელმწიფო და არასახელმწიფო ფონდები და სხვა. ინოვაციური აქტივობის განსაკუთრებით დაბალი დონით გამოირჩევიან ის დარგები, რომლებიც ორიენტირებულნი არიან შიგა ბაზრის მოთხოვნის დაკმაყოფილებაზე, როგორცაა მსუბუქი მრეწველობა, საშენ მასალათა, ხის დამამუშავებელი მრეწველობა. სამამულო სამომხმარებლო საქონლის დაბალი კონკურენტუნარიანობის გამო, რომელსაც თან ახლავს იმპორტის ინტერვენცია, მეტად დაბალია წარმოების, მისი ტექნოლოგიურობის, ტექნიკური გადაიარაღებისა და მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის დონე, განსაკუთრებით ეს ეხება მრეწველობის ხერხემალს – მანქანათმშენებლობასა და ლითონდამამუშავებელ მრეწველობას.

ყოველივე აღნიშნული, ბუნებრივია, უარყოფით გავლენას ახდენს პროდუქციის ხარისხზე, მის კონკურენტუნარიანობაზე და წარმოების ეფექტიანობაზე.

იმ დარგების რიცხვს, რომელთაც ინოვაციური აქტივობის სასურველი დონე გააჩნიათ, მიეკუთვნება ფერადი მეტალურგია, კვლევის, ქიმიური და ნავთობქიმიური მრეწველობა. მათ პროდუქციაზე სტაბილური მოთხოვნაა როგორც შიგა, ასევე გარე ბაზარზე.

მიუხედავად არსებული მდგომარეობისა (საწარმოთა რთული ფინანსური ბაზა, დაბალი მატერიალურ-ტექნიკური აღჭურვილობა, რაც არ შეესაბამება თანამედროვე მოთხოვნებს და სხვ.), ინოვაციური საქმიანობის მხრივ, მეტ-ნაკლებად აქტიური რჩებიან მანქანათმშენებლობის რიგი საწარმოები, სადაც შეიძლება გამოიყოს მათი ორგვარი ინოვაციური სტრატეგია. პირველი, როცა საწარმო ცდილობს თანამედროვე დასავლური ტექნოლოგიების გამოყენებით წარმოების განახლებას (ასეთი შემთხვევები იშვიათია), და მეორე, როცა საწარმო საკუთარი ინოვაციური რეზერვების ხარჯზე ახდენს არა ტექნოლოგიურად ახალი პროდუქტის ათვისებას, არამედ არსებული ტექნოლოგიის გამოყენებით, საბაზრო სეგმენტების მოთხოვნილების შესაბამისად ითვისებს ახალ პროდუქციას. ამასთან, საკუთარი ინოვაციური გამოკვლევებს და დამუშავებებს საწარმოების უმრავლესობა არ აწარმოებს ახალი ტექნოლოგიური პროცესების დანერგვასთან, ან არსებულის სრულყოფასთან, დაკავებულია დარგის ინოვაციურად აქტიური საწარმოების ძალზე მცირე რაოდენობა.

მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოში ამჟამად ძირითადად შენარჩუნებულია ინტელექტუალური საქმიანობის სტაბილურობა და საკმაოდ მაღალია ინტელექტუალური პროდუქტის მიწოდება, იგი არაადექვატურია საწარმოთა მხრიდან ინოვაციებზე არსებული მოთხოვნისა. საქართველოს მეცნიერულ-ტექნოლოგიური რეფორმის შედეგად, განათლების და მეცნიერების სამინისტრომ თავის სისტემაში გააერთიანა 61 სამეცნიერო-კვლევითი ორგანიზაცია, რომლებიც ძირითადად სახელმწიფო ბიუჯეტიდან ფინანსდებიან. 2010 წლიდან დაიწყო ამ ინსტიტუციების უწყებრივი დაქვემდებარების ცვლილება. მათი უმრავლესობა გადაეცა უნივერსიტეტებს, ხოლო ზოგიერთი სამინისტროების დაქვემდებარებაში რჩება.

მთლიანობაში, პრობლემა იმაში მდგომარეობს, რომ ინოვაციური პროდუქტის წარმოება მნიშვნელოვნად ჩამორჩება ბაზრის ფორმირების პროცესს და მოთხოვნას, ხოლო შექმნილი მეცნიერულ-კვლევითი პროდუქტი იშვიათად გადაიქცევა საწარმოო, კომერციულ პროდუქტად.



საქართველოში არ არის შექმნილი და განვითარებული ინოვაციური ინფრასტრუქტურა, რომელიც სიახლეებისთვის, განსაკუთრებულ რეჟიმს უზრუნველყოფს: რისკების დაზღვევა, ვენჩურული ფონდები, ლიზინგური კომპანიები, ანუ ის აუცილებელი პირობები, რომელთა გარეშეც შეუძლებელია საწარმოებმა უზრუნველყონ ინოვაციური საქმიანობის მკვეთრი გაუმჯობესება.

მსხვილ ფირმებთან და გაერთიანებებთან ერთად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მცირე საწარმოებს. 2010 წლის დასაწყისისთვის ქვეყანაში არსებული 4 ათასამდე მცირე საწარმოდან მხოლოდ მათი 39% ეწეოდა ინოვაციური საქმიანობას. მიუხედავად აღნიშნულისა და გარდამავალი პერიოდის სხვა სიძნელებისა, შეიძლება ითქვას, რომ საქართველო ინარჩუნებს მაღალ მეცნიერულ-ტექნიკურ პოტენციალს, კვალიფიციურ სამეცნიერო და საინჟინრო კადრებს, აქვს მნიშვნელოვანი ბუნებრივი რესურსები, შიგა ბაზრის დიდი პოტენციალი. რეფორმების წლებმა უჩვენეს, რომ საქართველო ფლობს კიდევ ერთ მნიშვნელოვან რესურსს – მეწარმეთა მაღალ პოტენციალს.

ეროვნული ინოვაციური სისტემის განვითარების სტრატეგია. ცნობილია ინოვაციური სტრატეგიის სამი ძირითადი მიმართულება:

1. „გადმოტანის“ სტრატეგია - ახალი, კონკურენტუნარიანი პროდუქციის წარმოების ათვისება საზღვარგარეთული მეცნიერულ-ტექნოლოგიურ და ინოვაციურ პოტენციალზე დაყრდნობითა და მაღალეფექტიანი ახალი ტექნოლოგიების ლიცენზიების საზღვარგარეთიდან შეძენის გზით;

2. „დასესხების“ სტრატეგია - ინოვაციური ტექნოლოგიური პროდუქციის, რომელიც მანამდე იწარმოებოდა ინდისტრიულად განვითარებულ ქვეყნებში, წარმოების ათვისება ქვეყნის საკუთარი ინოვაციური პოტენციალის გამოყენებით;

3. „გამლიერების“ სტრატეგია - ახალი კონკურენტუნარიანი პროდუქციის წარმოების ათვისება ახალი და უახლესი ტექნოლოგიების, ქვეყნის საკუთარი მეცნიერულ-ტექნიკური და საწარმოო-ტექნოლოგიური პოტენციალის და საერთაშორისო გამოცდილების გამოყენებით.

აღნიშნულ სტრატეგიებს შორის საქართველოსთვის ოპტიმალური გზის არჩევა დამოკიდებულია არსებულ სასტარტო პირობებზე, კერძოდ,

გასათვალისწინებელია, რომ საქართველოში:

- ინოვაციური საქმიანობის სახელმწიფოებრივი მხარდაჭერის პოლიტიკა დღემდე არ არის გამოკვეთილი;
- არ არსებობს ინოვაციური ინფრასტრუქტურა;
- სახეზეა საწარმოთა ფინანსური რესურსების დეფიციტი;
- ადგილი აქვს ეკონომიკის რეალური სექტორის ცალკეულ დარგთა ტექნოლოგიურ ჩამორჩეილობას, რაც პროდუქტის დაბალ კონკურენტუნარიანობას განაპირობებს;
- განუვითარებელია მცირე ინოვაციური საწარმოები, რომელთაც ექნებოდათ ბაზრის ცვალებადი გარემოსადმი სწრაფი ადაპტირების უნარი.

არსებული პირობებისა და შეზღუდვების გათვალისწინებით, ოპტიმალურ გზას საქართველოსთვის წარმოადგენს „დასესხების“ სტრატეგიის განვითარება, რომელიც შედარებით ნაკლებ ფინანსურ დანახარჯებს მოითხოვს და ამავე დროს, საკუთარი მენციერულ-ტექნოლოგიური პოტენციალის გამოყენებას ეყრდნობა. ამასთან, ზოგიერთ დარგში შესაძლებელია „გაძლიერების“ სტრატეგიის გამოყენებაც, განსაკუთრებით იქ, სადაც საქართველოს მეცნიერულ-ტექნიკურ სფეროში ძლიერი საერთაშორისო პოზიციები გააჩნია.

ინოვაციური განვითარების არჩეული სტრატეგიიდან გამომდინარე, ქვეყანაში ინოვაციური საქმიანობის ხელშეწყობის მიმართულებით გამოყოფილი უნდა იქნეს შემდეგი სახელმწიფო პრიორიტეტები:

1. მეწარმეობის განვითარება მეცნიერულ-ტექნიკურ სფეროში;
2. ისეთი ეკონომიკური და სამართლებრივი გარემოს შექმნა, რომელშიც აქტიურად განვითარდებოდა ინოვაციური პროცესები;
3. ინოვაციური ინფრასტრუქტურის განვითარება (ინოვაციურ-ტექნოლოგიური ცენტრები, ტექნოპარკები, ბიზნეს-ინკუბატორები, ინფორმაციული სისტემები, სპეციალისტების მომზადებისა და კვალიფიკაციის ამაღლების სისტემები მენეჯმენტის სფეროში, ინოვაციის მხარდაჭერის სხვადასხვა ფონდები, მათ შორის ვენჩურული ინვესტირება, დაზღვევის და ლიზინგის კომპანიები და ა.შ.).

რაც შეეხება ტექნოლოგიების განვითარების პრიორიტეტულ სფეროებს, საქართველოს დარგობრივი განვითარებისა და საერთაშორისო ტენდენციების გათვალისწინებით, ასეთებად შეიძლება მივიჩნიოთ:

- ინფორმაციული ტექნოლოგიები;
- ეკოლოგიურად სუფთა საკვები პროდუქტების დამზადების ტექნოლოგიები;
- სამედიცინო ბიოტექნოლოგიები; ახალი მასალების მიღების ტექნოლოგიები;
- არატრადიციული ენერგეტიკის ტექნოლოგიები;
- მიკრო ნანოსისტემების და ნანოტექნოლოგიების განვითარების სამრეწველო ტექნოლოგიები; ბუნებრივი რესურსების მოპოვებისა და გადამუშავების მაღალეფექტიანი ტექნოლოგიები.

აღნიშნული ჩამონათვალი შესაძლებელია მომავალში კიდევ უფრო გაფართოვდეს ტექნოლოგიური სფეროს განვითარებისა და ამ სფეროში სიახლეთა შედარებითი უპირატესობების გამოკვეთის პროცესში.

### დასკვნა

ქვეყანაში არსებული ეკონომიკური სირთულეები, რეფორმების კოორდინაციის არასრულყოფილი ორგანიზაციულ-სამართლებრივი ღონისძიებების გატარების პირობები და სხვა, განაპირობებენ, უცხოეთში მეცნიერულ-ტექნიკური მიღწევების, ინოვაციებისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების უკონტროლო გადინებას. ამასთან, ექსპორტზე კონტროლისა და მისი რეგულირების შესახებ საქართველოში მიღებული აქტები და გადაწყვეტილებები შემოიფარგლება მხოლოდ სტრატეგიული ნედლეულისა და ტექნიკური საშუალებების ექსპორტზე კონტროლით, სამოქალაქო დანიშნულების მარალეფექტიანი ინოვაციებისა და ტექნოლოგიების ექსპორტი კი საერთოდ არ რეგულირდება. მეცნიერულ-ტექნიკურ და ინოვაციურ-ტექნოლოგიურ სფეროში შეიქმნა რამდენადმე ურთიერთსაწინააღმდეგო სიტუაცია, რომელიც განპირობებულია, ერთი მხრივ, საერთაშორისო თანამშრომლობის განვითარებისა და ინფორმაციათა გაცვლის ობიექტური აუცილებლობით ამ სფეროში, ხოლო, მეორე მხრივ, სათანადო ნორმატიულ-სამართლებრივი ბაზის არარსებობით, რომელიც აუცილებელია მაღალეფექტიანი სამამულო ინოვაციებისა და

ტექნოლოგიების შესახებ ინფორმაციის ქვეყნის გარეთ არასანქცირებული გადინების აღსაკვეცად.

**გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:**

1. ქ. კიწმარიშვილი - ინოვაციური მენეჯმენტი, თბილისი, 2016 წ.;
2. თვალჭრელიძე ა., სილაგაძე ა., ქემელაშვილი გ., გეგელია დ. - საქართველოს სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების პროგრამა, თბილისი, 2011 წ.;
3. Инновационный менеджмент, под ред. С. Ильенковой, М., 2014;
4. Инновационный менеджмент, под ред. В. Горфинкеля, М., 2007;
5. <http://www.russba.ru/>

**Innovative Development Issues of Georgia**

**Ketevan Kitsmarishvili**

**Abstract**

Industrialized as well as dynamically developed countries have achieved impressive results in recent years with mostly successful innovative-technological activities. At present, the innovative climate in Georgia is unfavorable for these activities. There is no unified innovative state policy, weak innovation infrastructure, limited innovation market and the means of normal economic stimulation of the management of these processes. Financial difficulties in the industrial sector, lack of proper guarantees and difficulties in creating modern and especially high-tech production, unstable pace of development further reduced the interest in innovative activities and led to its gradual shortening.

**ВОПРОСЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ГРУЗИИ**

**Кетеван Кицмаришвили**

**Резюме**

Промышленно развитые, а также динамично развивающиеся страны достигли впечатляющих результатов в последние годы, в основном успешной инновационно-технологической деятельностью. В настоящее время инновационный климат в Грузии неблагоприятен для такой деятельности. Отсутствует единая инновационная государственная политика, слабая инновационная инфраструктура, ограниченный рынок инноваций и нормальные экономические стимулы для управления этими процессами. Финансовые трудности в промышленном секторе, отсутствие надлежащих гарантий и трудности в создании современного и особенно высокотехнологичного производства, нестабильные темпы развития еще больше снизили интерес к инновационной деятельности и привели к его постепенному снижению.

უაკ 325; 650.

## საქართველოს სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის მდგომარეობა და განვითარების პერსპექტივები ანა დვალი\*, ვალერი მგალობლიშვილი\*

*\*დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

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

**საკვანძო სიტყვები:** სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურა, ლოგისტიკის ეფექტიანობის ინდექსი LPI, სატვირთო გადაზიდვები, სამგზავრო გადაყვანები.

### შესავალი

სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურა ნებისმიერი ქვეყნის ეკონომიკურ და სოციალურ განვითარების მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს. საქართველოს შემთხვევაში მას არანაკლები მნიშვნელობა ენიჭება, გამოწვეული ეს შეიძლება იყოს როგორც ქვეყნის შიგნით არსებული სტრატეგიული, პოლიტიკური, ეკონომიკური, ფაქტორებით ასევე ქვეყნის გარეთ მიმდინარე მოვლენებით.

სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განხილვის შემთხვევაში პირველ რიგში საყურადღებოა ამ მექანიზმის, როგორც ერთიანი კომპლექსის განხილვა. ამ გზით

შეგვიძლია მარტივი შედარებებით დავინახოთ ქვეყნებს შორის სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურული სიმძლავრეების სხვაობა. გარდა ამისა შესაძლებელი ხდება წლების მიხედვით ქვეყნის დინამიკის განსაზღვრა და გამოანგარიშება.

მნიშვნელოვან ასპექტს სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის სისტემებს შორის კავშირიც წარმოადგენს, რამდენად შემთანხმებულად და ერთმანეთის სიმძლავრეების გათვალისწინებით შეუძლიათ მუშაობა. ამის შემდგომ შესაძლებელია უკვე ყველა იმ სისტემის სათითაოდ განხილვა და გაანალიზება, რომლებისგანაც შედგება ინფრასტრუქტურის კომპლექსი. სისტემების მექანიზმების განცალკავებული გაანალიზება, საშუალებას იძლევა ყოველი მათგანის მთლიან სისტემაზე ზემოქმედების სიდიდის განსაზღვრას და ამ კონკრეტული სუბიექტის დახვეწა განვითარების შესაძლებლობას.

სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განხილვისას ძირითად ყურადღებას ვამახვილებთ სატვირთო გადაზიდვების საკითხზე, თუმცა არანაკლებ მნიშვნელოვანია სამგზავრო გადაყვანები, სატრანსპორტო მომსახურების უსაფრთხოება, სატრანსპორტო ქსელის დახვეწა, გამოწვეულია ეს ყველაფერი როგორც საქართველოს არსებული ტურისტული საჭიროებებისათვის, ასევე ტურისტული პოტენციალის ასამაღლებლად.

### ძირითადი ნაწილი

საქართველოს მდებარეობიდან გამომდინარე და ამასთანავე, მსოფლიო გლობალიზაციის პროცესის გათვალისწინებით, ქვეყნის ეკონომიკის წინსვლა მჭიდრო კავშირშია სატრანსპორტო სექტორის ეფექტიან და გამართულ ფუნქციონირებასთან.

ევროკავშირთან ასოცირების ხელშეკრულების თანახმად, საქართველოში ტარდება რიგი ღონისძიებებისა, რაც სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარებას შეუწყობს ხელს. საქართველოში უკვე ფუნქციონირებს უცხო ქვეყანაში რეგისტრირებული სატრანსპორტო საშუალების მფლობელის პასუხისმგებლობის დაზღვევის სავალდებულო ფორმა. რაც შეეხება საქართველოში რეგისტრირებულ ავტოსატრანსპორტო საშუალების მფლობელის

პასუხისმგებლობის სავალდებულო დაზღვევას, კანონპროექტი უკვე შემუშავებულია და წარდგენილია პარლამენტში, თუმცა მიმდინარე პანდემიის სიტუაციიდან გამომდინარე დამტკიცება შეფერხებულია. დაზღვევის სავალდებულო ფორმის შემოღების ერთ-ერთი უპირატესობაა ქვეყანაში დაზღვევის კულტურის ამაღლება და შესაბამისად, დაზღვევის სხვა სახეობების, მაგალითად ავტოდაზღვევის, ტვირთების დაზღვევის და სხვ. პოპულარიზება მოსახლეობაში.

ტრანსპორტის სფეროში ევროკავშირის პოლიტიკა ძირითადად ორიენტირებულია, რომ ხელი შეუწყოს ეკოლოგიურ, უსაფრთხო და ეფექტურ გადაადგილებას ევროპაში. ასევე, მოსახლეობისათვის ევროკავშირის ტერიტორიაზე თავისუფლად გადაადგილების უფლებაზე. ამისათვის საჭიროა ეროვნული სატრანსპორტო ქსელების სრულყოფა და ევროპული სტანდარტების მაქსიმალურად გათვალისწინება. ეროვნული სატრანსპორტო ქსელების დაკავშირებით იგეგმება ევროპული სატრანსპორტო ქსელის შექმნა 2050 წლისათვის. ევროკავშირის მხრიდან დაგეგმილია, რომ 2023 წელს შეფასდეს ევროპის სატრანსპორტო სისტემის სხვა ნაწილების ქსელში ჩართვის ვარიანტებიც. [1]

ევროპასთან ინტეგრაციის შესახებ ხელშეკრულებით გათვალისწინებული მოთხოვნების და რეკომენდაციების შესრულება ხელს შეუწყობს საქართველოს, რომ გაუჩნდეს აღნიშნულ სისტემაში ჩართვის შესაძლებლობა. აღნიშნული სატრანსპორტო ქსელის ამოქმედება, მასში ჩართული ქვეყნებისათვის გამოიწვევს ეკონომიკურ ზრდასა და კონკურენტუნარიანობის ამაღლებას.

ასოცირების შესახებ ხელშეკრულების მიხედვით, საქართველოს აქვს სხვადასხვა დირექტივების შესრულების ვალდებულება, რაც ძირითადად მიმართულია ევროპის ერთიანი სარკინიგზო გადაზიდვების ქსელში შეღწევის მექანიზმების გაუმჯობესებისაკენ. ევროკავშირის დირექტივების მიხედვით, მნიშვნელოვანია, რომ სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის გაუმჯობესების და სრულყოფის გათვალისწინებით სატვირთო მატარებლების მოძრაობა ერთი ეროვნული ქსელიდან მეორეში იყოს მაქსიმალურად გამარტივებული.

საქართველოს სარკინიგზო სისტემის ჩართვა საერთაშორისო სარკინიგზო გადაზიდვების სისტემაში გულისხმობს საქართველოში ევროპის სარკინიგზო გადაზიდვების მენეჯმენტის სისტემის (The European Railway Traffic Management System - ERTMS) დანერგვას. [2]

ევროკავშირის შემუშავებული და განსაზღვრული აქვს სატრანსპორტო სისტემის კონკურენტუნარიანი და რაც მთავარია რესურსების დამზოგავი გარემოს ჩამოყალიბების მიზნები. მაგალითად, 2030 წლისთვის გათვალისწინებული აქვთ სატვირთო გადაზიდვების დერეფნების მეშვეობით, საავტომობილო ტრანსპორტით გადასაზიდი ტვირთის 30 %-ის სხვა სახეობის ტრანსპორტზე გადართვა, 2050 წლისთვის კი დაახლოებით 50%-ის .[3]

საქართველოს ლოგისტიკური სისტემის ეფექტიანობის დონე ევროპულ ქვეყნებთან შედარებით დაბალია. მსოფლიო ბანკის მიერ 2018 წელს ჩატარდა შესაბამისი კვლევები და საქართველო ჩამორჩება ისეთ ქვეყნებს, როგორცაა აზერბაიჯანი, მოლდოვა, ნიგერია, შრი ლანკა, ყაზახეთი, ესტონეთი, ურუგვაი, ლიტვა, უკრაინა, სომხეთი და ა.შ. [4]

ლოგისტიკის ეფექტიანობის ინდექსი (Logistics Performance Index - LPI) გამოიყენება სხვადასხვა ქვეყნების ლოგისტიკური სისტემის შეფასებისათვის. 2018 წლის მონაცემებით, საქართველოს ლოგისტიკის ეფექტიანობის ინდექსის მიხედვით საქართველო იკავებს რეიტინგში 124-ე ადგილს.

ცხრილიდან ჩანს, რომ 2014 წელს 2012 წელთან შედარებით გაუმჯობესებულია ინდექსი, რომელიც განსაზღვრავს ტვირთის მიწოდებას დადგენილ ვადებში. მსოფლიო ბანკის მონაცემების მიხედვით, 2018 წელს მდგომარეობა გაუარესებულია სავაჭრო და სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ხარისხის კუთხით, გზავნილების მეთვალყურეობის, ასევე, ლოგისტიკური მომსახურების კომპეტენტურობისა და ხარისხის კუთხით.



საქართველოს ლოგისტიკის ეფექტიანობის შეფასების ძირითადი კრიტერიუმები 2012-2018 წლებში\*

	2018	2014	2012
<b>LPI</b>	<b>2.45</b>	<b>2.51</b>	<b>2.77</b>
<b>Customs</b> საბაჟო და სასაზღვრო გაფორმების ეფექტიანობა	<b>2.38</b>	<b>2.21</b>	<b>2.90</b>
<b>Infrastructure</b> სავაჭრო და სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ხარისხი	<b>2.36</b>	<b>2.42</b>	<b>2.85</b>
<b>International shipments</b> საერთაშორისო გადაზიდვების წარმოების სიმარტივე	<b>2.38</b>	<b>2.32</b>	<b>2.68</b>
<b>Logistics competence</b> ლოგისტიკური მომსახურების კომპეტენტურობა და ხარისხი	<b>2.27</b>	<b>2.44</b>	<b>2.78</b>
<b>Tracking &amp; tracing</b> გზავნილების მეთვალყურეობა	<b>2.37</b>	<b>2.59</b>	<b>2.59</b>
<b>Timeliness</b> ტვირთის მიწოდების დაგეგმილი და მოსალოდნელი ვადები	<b>2.92</b>	<b>3.09</b>	<b>2.86</b>

\*წყარო: <https://lpi.worldbank.org/international/aggregated-ranking>

LPI ინდექსის გაუმჯობესება შეიძლება განხორციელდეს სასაზღვრო კონტროლის პროცედურების ეფექტიანობის ამაღლების საშუალებით. ამასთანავე, მინიმუმამდე უნდა იყოს დაყვანილი სატრანსპორტო გადაზიდვების მენეჯმენტთან დაკავშირებული პრობლემები.

### დასკვნა

- ევროპის ერთიანი სარკინიგზო გადაზიდვების ქსელში ინტეგრაციის და შეღწევის ერთ-ერთი მექანიზმს წარმოადგენს, ასოცირების შესახებ ხელშეკრულებაში მითითებული დირექტივების შესრულება. დღის წესრიგში კი ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პროცესს წარმოადგენს სატრანსპორტო საშუალების

მფლობელის სამოქალაქო პასუხისმგებლობის სავალდებულო დაზღვევის შემოღება;

- ლოგისტიკის ეფექტიანობის ინდექსი 2012 -2018 წლებში კლებადი დინამიკით ხასიათდება, რაც მიუთითებს, რომ სატრანსპორტო სექტორის ცალკეული ელემენტების გაუმჯობესება შეფერხებულია. 2014 წელთან შედარებით, მსოფლიო ბანკის მონაცემების მიხედვით, გაუმჯობესებულია მხოლოდ საბაჟო და სასაზღვრო გაფორმების ეფექტიანობის და საერთაშორისო გადაზიდვების წარმოების სიმარტივის ინდექსი. ისიც იმდენად უმნიშვნელოდ, რომ LPI ინდექსზე დადებითი გავლენა ვერ მოახდინა;
- ასოცირების შესახებ ხელშეკრულების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი დებულებაა ევროპის სარკინიგზო გადაზიდვების მენეჯმენტის სისტემის ERTMS დანერგვა საქართველოში, რაც საშუალებას მისცემს „საქართველოს რკინიგზას“, რომ ევროპულ სარკინიგზო ქსელში აწაარმოოს სატვირთო გადაზიდვები.

#### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. <https://idfi.ge/ge/eu-new-strategy-transportation-infrastructure>
2. REGULATION (EU) No 1315/2013 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 December 2013 on Union guidelines for the development of the trans-European transport network and repealing Decision No 661/2010/EU; Article 12 «Transport infrastructure requirements»;
3. White paper 2011: "Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system". Ten Goals for a competitive and resource efficient transport system;
4. <https://lpi.worldbank.org/international/aggregated-ranking>
5. საქართველოს 2021-2030 წლები ტრანსპორტისა და ლოგისტიკის ეროვნული სტრატეგია.

## **Georgia's Transport Infrastructure and it's Development Prospects**

**Ana Dvali, Valeri Mgaloblishvili**

### **Abstract**

The level of development of transport infrastructure is known as one of the important determinants of economic growth and social well-being in the countries. When discussing transport infrastructure, we often focus on the issue of freight transport, but passenger transfers, transport service safety and improving the transport network is also important key aspects. The World Bank regularly estimates the transport infrastructure of different countries of the world by defining Logistics Performance Index – LPI.

## **Состояние транспортной инфраструктуры Грузии и перспективы развития**

**Ана Двали, Валери Мгалоблишвили**

### **Резюме**

Одним из определяющих факторов экономического и социального развития стран мира является уровень развития транспортной инфраструктуры. При обсуждении транспортной инфраструктуры мы акцентируем внимание на вопросах грузовых перевозок, хотя не менее важны перевозки пассажиров, безопасность транспортных услуг, совершенствование транспортной сети и т. Д. Всемирный банк регулярно проводит оценку транспортной инфраструктуры разных стран мира, в частности, рассчитывает индекс эффективности логистики (Logistics Performance Index – LPI) для каждой страны и определяет рейтинг стран по этому коэффициенту.

უაკ 325; 650.

## მრეწველობაში საბრუნავი კაპიტალის ეფექტიანობის ამაღლების გავლენა პროდუქციის კონკურენტუნარიანობაზე ნათია გოგოლაძე\*

*\*დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

**რეზიუმე:** საქართველოს ეკონომიკა იმყოფება კრიზისულ მდგომარეობაში, ეს კი საწარმოს საბრუნავი კაპიტალის გამოყენების ეფექტურობაზე ახდენს უარყოფით გავლენას, რაც გამოიხატება მომხმარებლების მოთხოვნასა და წარმოების შემცირებაზე, ასევე ბრუნვის შენელებაზე და ეკონომიკური კავშირების შეწყვეტის ალბათობაზე. საბრუნავი კაპიტალის ეფექტიანობა პირდაპირ ახდენს გავლენას პროდუქციის კონკურენტუნარიანობაზე უპირველესად წარმოების დანახარჯების და შესაბამისად მისი ფასის შემცირების გზით. კონკურენცია ლათინური სიტყვაა და ნიშნავს დაპირისპირებას საბაზრო ეკონომიკის ცალკეულ სუბიექტებს შორის საქონლის წარმოებისა და რეალიზაციის ყველაზე ხელსაყრელი პირობებისთვის.

**საკვანძო სიტყვები:** ეფექტიანობა, კონკურენცია, სტაბილიზაცია, პროდუქტიულობა, საბრუნავი კაპიტალი, წარმოება.

### შინაარსი

წარმოების სტაბილიზაციისა და აღორძინების თანამედროვე პირობები ხასიათდება გაზრდილი კონკურენციით საქონლისა და მომსახურების ბაზარზე. კონკურენტუნარიანობის მიღწევა, როგორც საქართველოს ასევე მსოფლიოს ბაზარზე წარმოდგენელია წარმოების ორგანიზების პროგრესული, მაღალეფექტური მეთოდებისა და პროცესების გამოყენების გარეშე.

საწარმოს კონკურენტუნარიანობა მოითხოვს ანალიზსა და აღრიცხვას. კონტროლის შემთხვევაში საწარმოს შეუძლია დაარეგულიროს გარე ფაქტორების

გავლენა, გაანეიტრალოს უარყოფითი და გააძლიეროს დადებითი, პოზიტიური ფაქტორები, როგორცაა მიმოქცევაში მყოფი სახსრები, წარმოების გაუმჯობესება, ენერჯის და რესურსების დაზოგვა, მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის გაუმჯობესება. ანალიზის დროს ხდება ბაზრის პირობების შესწავლა და მათი სეგმენტაცია, სამიზნე ბაზარის შერჩევა. ბაზარზე კონკურენტული სტრატეგიების შემუშავება, პროდუქტის განვითარება, გაყიდვების პოპულარიზაცია, სარეკლამო კონცეფციის შემუშავება.

ბაზრებზე პროდუქციის კონკურენციის ინტენსივობასა და პროდუქტიულობის გაუმჯობესებას შორის გამოვლენილია მჭიდრო კავშირი. მაგრამ ეს არ ნიშნავს, რომ როდესაც კონკურენტული ზეწოლა შედარებით ძლიერია, სხვა კომპანიებისთვის გაუმჯობესების შესაძლებლობა არ არსებობს. სამეწარმეო საქმიანობაში სხვადასხვა ბარიერი, როგორცაა ბაზარზე წვდომის შეზღუდვა, კარტერული გარიგებები ან ბიზნესისთვის დაწესებული ბიუროკრატია ხელს უშლის კონკურენციას, ინვესტიციების შემოდინებას, როგორც საშინაო, ასევე უცხოური ბაზრების მხრიდან. იმ ქვეყნებში სადაც ეს წინააღმდეგობები არ არსებობს, როგორც ხარჯების, ასევე დახარჯული დროის თვალსაზრისით, მეწარმეობის განვითარება უმარტივესია და ვადებიც უმოკლესია.

კონკურენტული ზეწოლის სიძლიერე ასევე დიდწილად დამოკიდებულია საერთაშორისო კონკურენციის სექტორების ზემოქმედებაზე. იმპორტის მაჩვენებლები მიუთითებს იმაზე, რომ საქართველოში მეწარმეები ძლიერ კონკურენტულ ზეწოლას განიცდიან, ვიდრე სხვა ქვეყნების მეწარმეები. პირდაპირი უცხოური ინვესტიციების შემოდინება ასევე წარმოადგენს ეკონომიკის გახსნილობას. ზოგადად, კონკურენცია განიხილება, როგორც ინოვაციური საქმიანობის ძირითადი მამოძრავებელი. კონკურენტუნარიანი გარემო აძლიერებს ტექნოლოგიების განვითარებას, რაც ეკონომიკური ზრდის განმსაზღვრელია.

იმისათვის, რომ კომპანიამ ბაზარზე მიაღწიოს წარმატებას, მან უნდა მოახდინოს სისტემატურად ბაზრის კვლევა, შეისწავლოს კონკურენტების ძლიერი და სუსტი მხარეები, ასევე აუცილებელია მომხმარებელთა მოთხოვნების უკეთ დაკმაყოფილება, როგორც ამას მათი კონკურენტები ახერხებენ. კონკურენტების

საქმიანობის შესახებ მონაცემები შესაძლებელია მოპოვებული იქნეს მათ მიერ გაშვებული რეკლამების საფუძველზე, ასევე სტატისტიკური კვლევებით, მოპოვებული ანგარიშებით, მათ შესახებ მიღებული ინფორმაციებიდან. კონკურენტუნარიანობაზე მიზანმიმართული კომპანიები ცდილობენ თავიანთ მომხმარებლებთან მჭიდრო ურთიერთკავშირის დამყარებას, რაც გამოიხატება მათ გრძელვადიან გარიგებასა და სამოქმედო გეგმაში. ნებისმიერი კონკურენტუნარიანი კომპანიის მფლობელები და მენეჯერები, ცდილობენ არა მარტო შეიძინონ მომხმარებლები, არამედ შეინარჩუნონ კიდევ. კონკურენტულ ბრძოლაში იმარჯვებს ის, ვისაც შეუძლია დაწეროს ინოვაციური ტექნოლოგიები და გააუმჯობესოს პროდუქციის ხარისხი. ჯანსაღი კონკურენცია ხელს უწყობს ბაზარის წონასწორობას, ტექნოლოგიების განვითარებას, მოძველებული მეთოდების ცვლილებას და რაც მთავარია ქვეყნის ეკონომიკურ განვითარებას. წარმატების მისაღწევად ორგანიზაციას უნდა გააჩნდეს საკუთარი მარკეტინგული სტრატეგიები, ამოცანები და შეძლოს მათი ეფექტურად განხორციელება და მართვა. ორგანიზაცია მაშინ არის წარმატებული, როდესაც უკეთესად დააკმაყოფილებს ბაზრის სეგმენტის მოთხოვნებს: პროდუქტის ხელმისაწვდომი ფასი, მაღალი დონის მომსახურება, ხარისხიანი პროდუქცია. ნებისმიერი ორგანიზაცია წარმატებას აღწევს მაშინ, როდესაც მათ მართავს წარმატებული მენეჯერი.

ნებისმიერი ქვეყნის ეკონომიკაზე, დიდ გავლენას ახდენს გლობალიზაცია. ამ შემთხვევაში ყველაზე ძლიერი ფაქტორი არის ინოვაციური ტექნოლოგიებისა და სხვადასხვა ქვეყნებს შორის ურთიერთობების სწრაფი და ძლიერი განვითარება. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ადამიანების პროფესიონალიზმს და განვითარების დონეს. პროფესიონალი მენეჯერები დიდ როლს ასრულებენ არა მარტო კონკრეტული ორგანიზაციის მართვაში, არამედ მათ შეუძლიათ ქვეყანაში მიმდინარე ეკონომიკური კრიზისების გონივრული მართვა, რაც შესაძლებელია არა მარტო პროფესიონალიზმის დონით, არამედ ქვეყნის სიყვარულით და კეთილსინდისიერებით. კონკურენცია ასოცირდება ისეთ უარყოფით ასპექტებთან, როგორცაა მოსახლეობის გარკვეული ნაწილის გაღარიბება, უმუშევრობა,

არასტაბილურობა, დიფერენციაცია, სოციალური უსამართლობა, ინფლაცია, მონოპოლიების ფორმირება და ა.შ.

კონკურენცია, როგორც ეკონომიკური პროცესი, შეიძლება წარმოდგენილი იყოს, როგორც ბიზნეს სუბიექტების გარკვეული ქმედებების ერთობლიობა. ეს ქმედებები გროვდება ეკონომიკური ციკლის სახით, რომელიც მოიცავს შემდეგ თანმიმდევრულ რეპროდუქციულ პროცესებს:

- წარმოების ორგანიზება, ნედლეულით, მასალებით, ნახევარ-ფაბრიკატებით მომარაგება, კონკურენტუნარიანი პროდუქციის შექმნა
- პროდუქციის რეალიზაცია, მათი რეალიზაციის მოცულობის, დროისა და ადგილის დადგენის ღონისძიებების ჩათვლით
- ინვესტიციის ფონდის შექმნა მოგების ხარჯზე და მისი გამოყენება წარმოების გაფართოების მიზნით.

კონკურენციის არსი გამოიხატება მის ფუნქციებში:

- მწარმოებლის ფოკუსირება მომხმარებლის საჭიროებებზე, რის გარეშეც შეუძლებელია მოგების მიღება
- წარმოების ეფექტურობის ზრდის სტიმულირება, მწარმოებლების „გადარჩენის“ უზრუნველყოფა
- სასაქონლო მწარმოებლების დიფერენცირება (ზოგი იმარჯვებს, ზოგი კოტრდება)
- ზეწოლა წარმოებაზე, რესურსების განაწილება ეროვნული ეკონომიკის სექტორებს შორის მოთხოვნისა და მოგების მაჩვენებლის შესაბამისად
- არაკონკურენტული საწარმოების ლიკვიდაცია (მათი გაყიდვა, შერწყმა, ტრანსფორმაცია და ა.შ.)

- ფასების შემცირების სტიმულირება და საქონლის ხარისხის გაუმჯობესება.

კონკურენციის დონე შესაძლებელია დაყოფილი იქნას ოთხ ფაზად:

- ახალი პროდუქტების დანერგვა და განვითარება. ამ ფაზას ახასიათებს უმნიშვნელო გაყიდვების მოცულობა და წარმოებული პროდუქციის მაღალი ფასები

- ზრდა - როდესაც ხდება წარმოების მოცულობის და მოთხოვნის ზრდა, მაღალი ფასების შენარჩუნება
- სიმწიფე - როდესაც წარმოების მოცულობა მაქსიმუმს მიაღწევს, ხდება მოთხოვნის გაჯერება, ზრდის ტემპის შენელება, კონკურენციის გააქტიურება და ფასების შემცირება
- დაბერება - ამ ფაზაზე მოთხოვნილება პროდუქტებზე მინიმუმამდე მცირდება, მცირდება გამოშვების მოცულობა, ქრება კონკურენციის დონე, პროდუქციის უმეტესობა ამოღებულია წარმოებიდან და იწყება მათი ახლით ჩანაცვლება.

### დასკვნა

სამრეწველო ბიზნესში საბრუნავი კაპიტალის გამოყენების ეფექტიანობის ანალიზი ბევრი ფაქტორით არის გამოწვეული. საბრუნავი კაპიტალი კი წარმოების უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია, შეუცვლელი პირობა ეკონომიკური საქმიანობის სწორად განხორციელებისთვის.

კონკურენტუნარიანობას წარმოების ტექნოლოგიასთან ერთად განსაზღვრავს მაღალკვალიფიციური, გამოცდილი სამუშაო ძალა, პერსონალის მოტივაციის ხარისხი, ორგანიზაციული სტრუქტურა და მუშაობის ფორმები. პერსონალის საჭირო უნარ-ჩვევების დაბალი შედეგები, საფრთხეში აგდებს ბიზნესის წარმატებას, ამცირებს პროდუქტიულობას, ეფექტურობას, რაც შესაბამისად უარყოფითად აისახება საწარმოს კონკურენტუნარიანობაზე.

აგრეთვე აღსანიშნავია სახელმწიფოს როლი, სტიმულირების ზომები, შესაძლებლობები, სამთავრობო პროგრამები, საგადასახადო შეღავათები, სახელმწიფო გრანტები, სუბსიდიები, სესხები, დაზღვევის სისტემა, ბიზნესის საკანონმდებლო და მარეგულირებელი ჩარჩოს გაუმჯობესება, რაც ხელს შეუწყობს ქვეყანაში კონკურენტული გარემოს ჩამოყალიბებას.

### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. <https://works.doklad.ru/view/vLVD39Sez5M.html>



2. [https://core.ac.uk/download/pdf/197384773.pdf?fbclid=IwAR2RoJ1PTw1RZLPs8P\\_RSOtmM-SSI07PtN027TeFr3PYYnVZf4cFsDDdH84](https://core.ac.uk/download/pdf/197384773.pdf?fbclid=IwAR2RoJ1PTw1RZLPs8P_RSOtmM-SSI07PtN027TeFr3PYYnVZf4cFsDDdH84)
3. <https://works.doklad.ru/view/LpeSB011Nc0.htm>
4. <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=11830>

## **The Impact of Increasing Working Capital Efficiency in Industry on Product Competitiveness**

**Natia Gogoladze**

### **Abstract**

Georgian Economy is in crisis, so it has a negative impact on the efficiency of the enterprise's working capital. This case manifests itself in reduction of consumer and manufacture demand, as well as slow down slowdown in turnover and the probability of severing economic ties. The efficiency of working capital directly affects of the competitiveness of a product primarily by reducing production costs and accordingly its prices. Competition is a Latin word and means confrontation between the separate subjects of a market economy for the most favorable conditions for the production and sale of goods.

## **Влияние повышенной эффективности оборотного капитала в промышленности на конкурентоспособность продукции**

**Натия Гоголадзе**

### **Резюме**

Экономика Грузии находится в состоянии кризиса, а это отрицательно сказывается на эффективности оборотных средствах предприятия, что отражается в потребительском спросе и сокращении производства, а также в замедлении оборота и вероятности разрыва экономических связей. Эффективность оборотного капитала напрямую влияет на конкурентоспособность продукта, прежде всего за счет снижения производственных затрат и, следовательно, его цены. Конкуренция - это латинское слово и означает соперничество субъектов рыночных отношений за лучшие условия и результаты коммерческой деятельности.

უაკ 325; 650.

## თბილისის მეტროპოლიტენში მგზავრნაკადების კანონზომიერებები და უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული რისკების შეფასების თავისებურებები ინგა გიგაური\*

*\*ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** თბილისში ურბანიზაციის დონის, ასევე მოსახლეობისა და სატრანსპორტო საშუალებათა რაოდენობის ზრდის გამო, წარმოუდგენელია სატრანსპორტო მოძრაობა მეტროპოლიტენის გარეშე. ამიტომ მგზავრთა უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული რისკების შეფასება-პროგნოზირება და მგზავრთა მომსახურების ხარისხის ამაღლება ძირითად საკითხად რჩება. უსაფრთხოების საკითხების განხილვა წარმოუდგენელია სადგურის ელემენტების გამტარუნარიანობისა და მეტროპოლიტენის მგზავრნაკადების გამოკვლევასა და მათ კანონზომიერებებთან თანხვედრის გარეშე. მგზავრნაკადები წინასწარ განსაზღვრავს მეტროპოლიტენის ხაზებისა და მისი ტექნიკური სიმძლავრის განვითარებას, მოძრავი შემადგენლობის სარემონტო დეპოებისა და ქარხნების რაოდენობასა და ზომებს, წვევის ქვესადგურების სიმძლავრეს, რაოდენობას და განლაგებას. დღევანდელ პირობებში აუცილებელია როგორც გარე გარემოს პოტენციური შესაძლებლობისა და საფრთხეების, ასევე შიდა გარემოს ძლიერი და სუსტი მხარეების მონიტორინგი, მიღებული მონაცემების შეფასება, ანალიზი, იმისათვის რომ შემდგომში მიღებული გარემოებების ფაქტობრივი ანალიზით შევძლოთ მოსალოდნელი ან არსებული რისკ-ფაქტორების იდენტიფიკაცია და თავიდან ავიცილოთ.

**საკვანძო სიტყვები:** მგზავრნაკადების კანონზომიერებები; მეტროპოლიტენის ქსელის უსაფრთხოება; სადგურის ელემენტების გამტარუნარიანობა, მეტროს ექსპლუატაციის მიმართულებით მუშაობის მართვის ოპტიმიზაცია.

## შესავალი

მრავალწლიანი გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ისეთი დიდი ქალაქებისათვის როგორცაა პარიზი, ლონდონი, ნიუ-ორკი, მოსკოვი, სანტ-პეტერბურგი, კიევი, თბილისი, ბაქო და ა.შ ნორმალური ფუნქციონირება მეტროპოლიტენის გარეშე შეუძლებელია. მსოფლიოს უდიდეს ქალაქებში (ჩიკაგო, ნიუ-ორკი, პარიზი) მეტროპოლიტენი სამგზავრო გადაზიდვების 30-60%-ს ახორციელებს. ჩვენში მეტროპოლიტენი მგზავრ-კილომეტრების 50%-ს ახორციელებს. მეტროპოლიტენის მუშაკთა ძირითადი მოვალეობაა მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფით და ტექნიკური საშუალებების ეფექტური გამოყენებით მგზავრთა გადაყვანის დადგენილი გეგმის შესრულება, გადაზიდვის თვითღირებულების შემცირების უზრუნველყოფა. უსაფრთხოების წესების და სტანდარტების დაცვა არის ერთ-ერთი განმსაზღვრელი ფაქტორი მგზავრთა უსაფრთხო, ხარისხიანი და კომფორტული გადაადგილების ასპექტში.

მეტროპოლიტენის დაარსების მოკლე ექსკურსი: თბილისის მეტროპოლიტენი გაიხსნა 1966 წლის 11 იანვარს. თავდაპირველად იყო 4 სადგური. ამჟამად, ფუნქციონირებს 23 სადგური და ორი ხაზი. თბილისში მოსახლეობისა და სატრანსპორტო საშუალებათა რაოდენობის ზრდის გამო, წარმოუდგენელია სატრანსპორტო მოძრაობა მეტროპოლიტენის გარეშე. ამიტომ მგზავრთა უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული რისკების შეფასება-პროგნოზირება და მგზავრთა მომსახურების ხარისხის ამაღლება ძირითად საკითხად რჩება. უსაფრთხოების საკითხების განხილვა წარმოუდგენელია სადგურის ელემენტების გამტარუნარიანობისა და მეტროპოლიტენის მგზავრნაკადების გამოკვლევასა და მათ კანონზომიერებებთან. მგზავრნაკადების ორგანიზაცია და ტექნიკური სიმძლავრე პირდაპირ დამოკიდებულებაშია მგზავრნაკადების ზომების კანონზომიერებებთან. შესაბამისად მგზავრნაკადებით ნაწილდება ხაზებზე მოძრავი შემადგენლობა, რეგულირდება მოძრავი შემადგენლობის გაშვება ხაზებზე დღე-ღამის საათების მიხედვით, დგინდება სადგურებისა და ესკალატორების მუშაობის რეჟიმი. ქალაქში მგზავრნაკადების სიმძლავრე წარმოადგენს ერთ-ერთ გადამწყვეტ ფაქტორს ტრანსპორტის რაციონალური სახეობის არჩევის გადაწყვეტისა და

მეტროპოლიტენის ხაზების პერსპექტიული განვითარების საქმეში. მგზავრნაკადების მონაცემების საფუძველზე წყდება მეტროპოლიტენის პროექტირების, ექსპლოატაციის და მუშაობის დაგეგმვის სხვადასხვა ამოცანები. მგზავრნაკადების შესწავლა შეიძლება განხორციელდეს მთლიანი,(უწყვეტი) ან ამორჩევითი გამოკვლევის მეთოდით.

მთლიანი (უწყვეტი) გამოკვლევა იყოფა:

ა) ტალონური მეთოდით (შესასვლელში ყველა მგზავრს ურიგდებათ სადგურების ნომრებით დაშიფრული სპეციალური სააღრიცხვო ტალონები, რომლებსაც მეტროდან გამოსვლისას აბარებენ);

ბ) მეტროში შემსვლელი, გამომსვლელი და გადამსხდომი მგზავრების დათვლა ხორციელდება საკონტროლო გამშვებ პუნქტებზე (სგპ-ის მაჩვენებლების გამოყენებით);

გ) ესკალატორებთან მგზავრების დათვლა.

ამჟამად, ყველაზე უფრო გავრცელებულია მგზავრნაკადების გამოკვლევა ტალონური მეთოდით. მისი საშუალებით მიიღება საკმაოდ ზუსტი და დაწვრილებითი მონაცემები მგზავრნაკადების კორესპონდენციაზე (მგზავრობა “საიდან-სად”), მგზავრების მგზავრობის საშუალო სიშორეზე, გადასარბენებისა და მოძრავი შემადგენლობის დატვირთვაზე, სადგურებში და მოძრაობის მიმართულებით მგზავრების განაწილებაზე და სხვა. მაგრამ ტალონურ მეთოდს გააჩნია მთელი რიგი უარყოფითი მხარეები:

მგზავრნაკადების მიღებული კარტოგრამა “მიმაგრებულია” მეტროპოლიტენის არსებულ ქსელზე, ამიტომ არ შეიძლება განვსაჯოთ, რა სახით პასუხობს ქალაქის ტრანსპორტის მოქმედი სამარშრუტო სქემა მოსახლეობის გადაადგილების მოთხოვნებს:

ვერ ვიღებთ მონაცემებს იმ ოპტიმალური მოძრავი შემადგენლობების შესახებ, როცა ქალაქში ტარდება ორგანიზაციულ-ტექნიკური ღონისძიებები, რომლებიც მოითხოვს მატარებელში ვაგონების უფრო განსხვავებულ შევსებას და სხვ. იკარგება მიღებული მონაცემების ფასი, რადგან მიღებული შედეგების გადამუშავება და ანალიზი გრძელდება რამოდენიმე თვე; არ დგინდება

მატარებელში ვაგონების ფაქტიური დატვირთვის სურათი, რაც მოწმობს გადაყვანილ მგზავრთა რაოდენობის შეფასების შესაძლებლობას.

წყვეტილი ან ამორჩევითი გამოკვლევა უფრო ეკონომიურია და მგზავრნაკადების შესწავლის პრაქტიკული ხერხია, რომლის დროსაც მგზავრების ნაწილის(10-დან 30%-მდე) გამოკვლევის საფუძველზე შეიძლება ვივარაუდოთ მთლიანი მგზავრნაკადის შესახებ. მგზავრნაკადების გამოკვლევის ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი მეთოდი არ გვაძლევს საშუალებას მივიღოთ მატარებელში ვაგონების მიხედვით მგზავრთა განაწილების ფაქტიური სურათი. ამავე დროს სწორედ ეს სურათი გამოხატავს მგზავრთა გადაყვანის კულტურასა და პირობებს და წარმოადგენს მგზავრთა გადაყვანის ორგანიზაციის მთავარი საკითხების გადაწყვეტის ძირითად პირობას. ამ გარემოებამ განაპირობა მგზავრნაკადების გამოკვლევის ახალი მეთოდის შემუშავება. ამ მეთოდს მონაცემების სწრაფი მიღების, წარმოების სიმარტივის გამო ეწოდა ოპერატიული. ამ მეთოდის დამუშავების თეორიული საფუძველი ემყარება ალბათობის თეორიასა და მათემატიკური სტატისტიკის მონაცემებს. მეტროპოლიტენის სადგურებზე მგზავრნაკადებზე სპეციალურმა დაკვირვებამ და ანალიზმა გვიჩვენა, რომ მატარებლის ცალკეულ ვაგონში ჩასხდომისა და გადმოსხდომის სიდიდე განსაზღვრულ საათში მერყეობს უმნიშვნელოდ. ასეთი სტაბილურობა საშუალებას გვაძლევს პრაქტიკაში გამოვიყენოთ მგზავრნაკადების გამოკვლევის ოპერატიული ამორჩევითი მეთოდი. გამოვლინდა, რომ ერთდროულად 1 საათის განმავლობაში ყველა სადგურზე მატარებლის თითოეულ ვაგონში (განსაზღვრული დროის ინტერვალის შემდეგ) საკმარისია ვაწარმოოთ მგზავრების ჩასხდომისა და გადმოსხდომის რამოდენიმე დათვლა, რათა მივიღოთ საკმარისად ზუსტი მონაცემები საერთო მგზავრნაკადებზე. დადგენილია აუცილებელი ამორჩევის მოცულობა-15-20%. როგორც ყველა მეთოდი, მგზავრნაკადების გამოკვლევის ოპერატიული ამორჩევითი მეთოდიც მეტროპოლიტენის სადგურებზე შეიცავს სამ სტადიას:

**გამოკვლევის მომზადება; გამოკვლევის ჩატარება; გამოკვლევის მონაცემების დამუშავება.**

გამოკვლევის მომზადება ითვალისწინებს ძირითადი ამოცანებისა და გამოკვლევის ჩატარების დროის განსაზღვრას, მონაწილეების ინსტრუქტაჟს, პირველადი ბლანკების და სამახსოვროების დამზადებას გამოკვლევის მეთოდის აღწერით. მეორე სტადია (გამოკვლევის ჩატარება), ეყრდნობა მგზავრთაგაცვლის (ჩასხდომისა და გადმოსხდომის დათვლა) სურათის დადგენას ვაგონის თითოეულ კარებთან სადგურზე მატარებლის დგომის დროის განმავლობაში. გამოკვლევა რეკომენდირებულია ჩავატაროთ ხაზის ყველა სადგურის თითო ან ორივე ლიანდაგზე ნებისმიერ ჩვენთვის საინტერესო დროის ინტერვალში. ამ შემთხვევაში ვიღებთ უფრო სრულ და საჭირო შედეგებს. ამავე მეთოდით შესაძლებელია მივიღოთ ნებისმიერ ცალკე აღებულ სადგურზე მგზავრნაკადის სურათი, რომელიც გამოიყენება მსხვილი გადასასხდომი კვანძებისა და სადგურების გამოკვლევისას.

1 საათის (60 წუთის) განმავლობაში თითოეული ვაგონის გამოკვლევის დროის ინტერვალის ტოლია:  $t = (60 n)/N$  წთ,

სადაც,  $N$  - გატარებული მატარებლების რაოდენობა მატ/სთ;  $n$  - მატარებელში ვაგონების რაოდენობა. გამოკვლევისას ამორჩევის პროცენტი  $R$  დამოკიდებულია მატარებლის შემადგენლობაზე და გამოითვლება ფორმულით:  $R = 100/n\%$

მიღებული მონაცემების საფუძველზე იქმნება მგზავრნაკადების სადღეღამისო და საათობრივი კარტოგრამები და დიაგრამები მეტროპოლიტენის ცალკეული სადგურისა და ხაზისთვის, აგრეთვე სადგურის ლიანდაგების დატვირთვის, მატარებლის ვაგონებში მგზავრთაგაცვლისა და შევსების დიაგრამები. ამრიგად, მიიღება მეტროპოლიტენის ხაზების ფარგლებში წარმოქმნილი მგზავრნაკადების საკმაოდ სრული სურათი. მიღებული მონაცემები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მეტროპოლიტენის პრაქტიკულ საქმიანობაში. ერთი კვირის განმავლობაში შეიძლება დავამუშაოთ გადაზიდვების სრულყოფისა და მეტროპოლიტენის ტექნიკური საშუალებების ეფექტურობის ამაღლების ღონისძიებები - უპირველეს ყოვლისა მოძრავი შემადგენლობის. შედარებისათვის, მთელ მეტროპოლიტენში მგზავრნაკადების ოპერატიულ გამოკვლევისა და

დამუშავებას სჭირდება სამჯერ ნაკლები მონაწილე პირი, ვიდრე ტალონური გამოკვლევისას. მგზავრნაკადებზე გავლენას ახდენს სამუშაო დროის შემცირება, ქალაქის ტერიტორიაზე მოსახლეობის თავშეყრის ადგილების განლაგება (ვაგზებლი, სტადიონები, დასახლებული მასივები და სხვ.), წლის დრო, კვირის დღე, დღე-ღამის დრო, ამინდი; მიწისზედა ტრანსპორტის გადატვირთულობა.

მატარებლის სხვადასხვა ვაგონში მგზავრების განაწილების კანონზომიერებებსაკმაოდ მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია მეტროპოლიტენის მგზავრნაკადების შესწავლის საქმეში. ამ კანონზომიერებების ცოდნა საშუალებას გვაძლევს მეცნიერულად მივუდგეთ მეტროპოლიტენის პროექტირებისა და ექსპლოატაციის ბევრ ამოცანებს. ადრე ამ კანონზომიერებების გამოკვლევა არ ხდებოდა და ბუნდოვანი იყო, რადგან მგზავრნაკადების გამოკვლევა ხდებოდა მეთოდებით (კერძოდ-ტალონური) რომლებიც საშუალებას არ იძლეოდა მგზავრების განაწილების გამოკვლევას ვაგონების მიხედვით, რომლის საფუძველზეც მგზავრთგაცვლის ნატურალური გამოკვლევის ოპერატიული მეთოდი საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ არა მარტო სადგურებისა და გადასარბენების მიხედვით არსებული სურათი, არამედ-ვაგონის ყველა კართან ჩვენთვის საინტერესო დროის მონაკვეთში. მატარებლის ვაგონებში მგზავრთგაცვლის უთანაბრობის ხარისხი იზომება ჩასხდომისა  $a_{ჩას}$  და გადმოსხდომის  $a_{გად}$  უთანაბრობის კოეფიციენტებით. თითოეული სადგურისათვის ამ კოეფიციენტების სიდიდე განისაზღვრება ვაგონში მაქსიმალური გადმოსხდომისა  $b_{მაქ}$  და ჩასხდომის  $a_{მაქ}$  დამოკიდებულებით შესაბამისად მატარებლის ვაგონების საშუალოზე

$$a_{გად} = b_{მაქ} / b_{საშ}; \quad a_{ჩას} = a_{მაქ} / a_{საშ}$$

ჩვენ უფრო მეტად გვინტერესებს სადგურებზე მგზავრთა გაცვლის უთანაბრობა მაქსიმალური მგზავრნაკადების დროს, რადგან ეს უთანაბრობა უარყოფითად მოქმედებს ხაზის გამტარუნარიანობაზე. გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ეს მნიშვნელობები მერყეობს 1.3- 1.9 ფარგლებში. საბოლოოდ მისი სიდიდე მიიღება 1.6

საგრძნობი მგზავრთბრუნვის შემთხვევაში ყველა სადგურებზე მატარებლის მთელი ფრონტის სიგრძეზე მგზავრების განაწილების უთანაბრობა მოწმობს, რომ

მიზანშეწონილია მოეწყოს ორი, ან მეტი ვესტიბიული (შესასვლელ-გამოსასვლელი ჩასასხდომ ბაქნებზე).

მატარებელში ვაგონების შევსების მაქსიმალური მაჩვენებელი ფაქტიურად შეინიშნება ქალაქის ცენტრთან მიმდებარე გადასარბენებზე (მაგ: სადგურის მოედანი, მარჯანიშვილი, დიდუბე, რუსთაველი, თავისუფლების მოედანი) და ქალაქში სპორტულ-კულტურული ღონისძიებები (მაგალითად საფეხბურთო მატჩი, კონცერტი და სხვ) დროს. ეს ფაქტორი ძირითადად განსაზღვრავს მატარებელთა მოძრაობის აუცილებელ ზომებს, გადაზიდვების კულტურის დონეს და ითვალისწინებს შემდგომში გადაზიდვების სრულყოფის ღონისძიებებს. ეს მაჩვენებელი ობიექტურად გამოხატავს ხაზზე გადაზიდვების ჭეშმარიტ მდგომარეობას. სწორედ ვაგონის შევსება განსაზღვრავს ძირითადად მატარებელში მგზავრების კომფორტულ მგზავრობას, რადგან უპირველეს ყოვლისა ვაგონში მყოფი მგზავრი შეიგრძნობს ვაგონის შევსების დონეს.

**მაგ.ა** შევსებისას ვაგონი გამუდმებით უნდა იყოს პროექტირებისა და ექსპლოატაციის სპეციალისტების დაკვირვების ქვეშ, რათა შემცირდეს მისი შევსება და **მაგ.ა** სიდიდე მიუხლოვდეს საშუალოს - **მაგ.ა.ა**. განსაკუთრებით საჭირო კანონზომიერებას წარმოადგენს მატარებლის შემადგენლობაში ვაგონის შევსების სტაბილური ხასიათი. ამ კანონზომიერების გამოყენებითა და მისი ფაქტორით გამოწვეული მიზეზების ახსნით, შეიძლება მოვძებნოთ ვაგონის შევსებაზე ზემოქმედების საშუალებები. ვაგონის შევსების მაჩვენებელი, იზრდება რა საშუალო სადღეღამისოდან საშუალო პიკის საათობრივამდე, მოკლე საათობრივ პერიოდში ცალკეულ მატარებლებში მაქსიმალურად დატვირთულ გადასარბენზე აღწევს ვაგონების ფაქტიური შევსების უმაღლეს ზღვარს. ამავე დროის პიკის საათებში მაქსიმალურად დატვირთულ გადასარბენზე მატარებლებში ვაგონის შევსება აღწევს 200 მგზ/ვაგ-ს და მეტს. ეს ნიშნავს, რომ თუ შევსების სიდიდე არის 52,3 მგზ/ ვაგ და ამ პირობებში მეტროს ყველა მგზავრს აქვს უფლება იმგზავროს დამჯდარმა, ფაქტიურად შევსება გადაააჭარბებს დასაშვებ 170 მგზ/ვაგ-ს. ზემოთ აღწერილი მონაცემებით შეიძლება გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნა: ხაზებზე მოძრავი შემადგენლობის მუშაობის ობიექტურ მაჩვენებელს, ასევე მოძრაობის პირობებისა



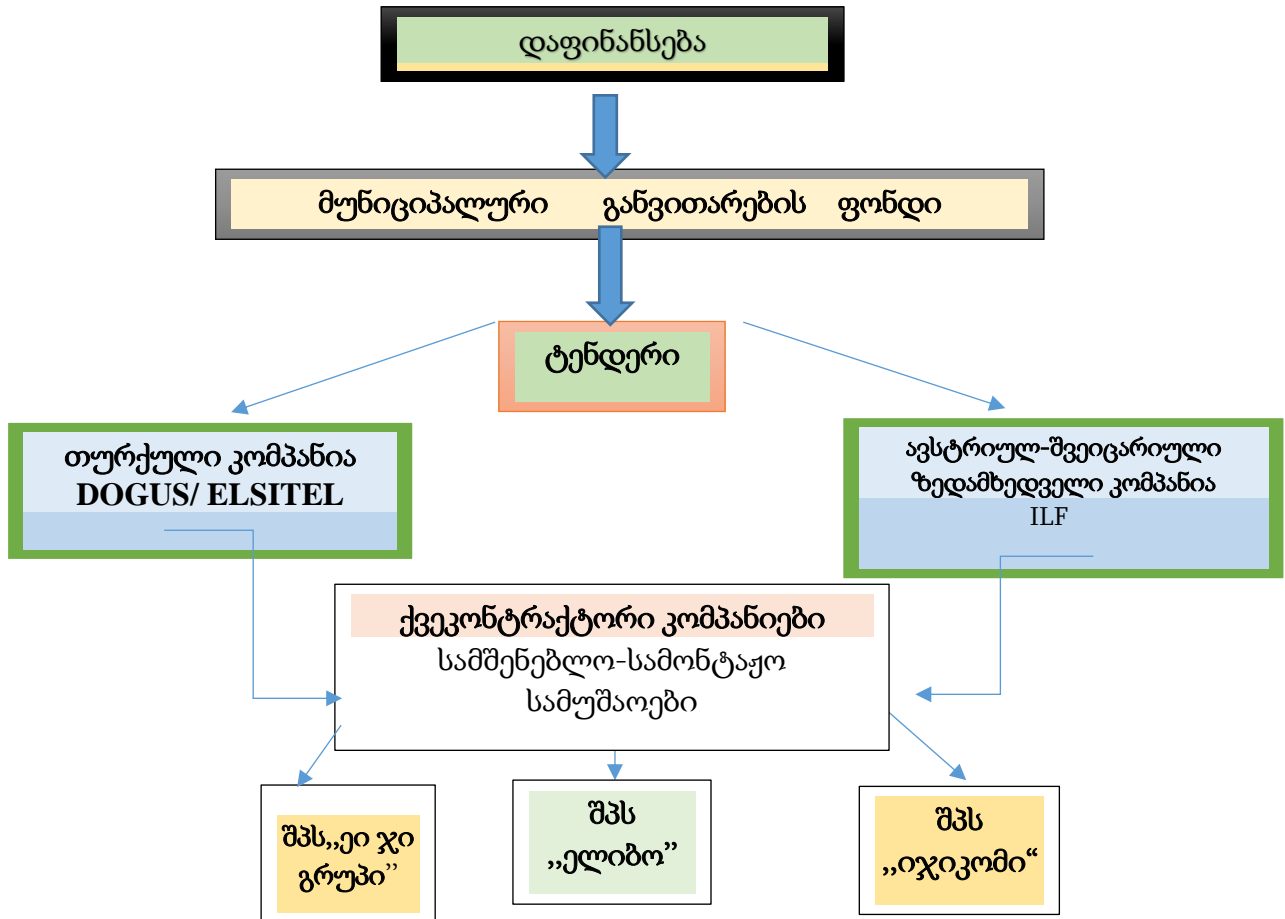
და მგზავრთა მოთხოვნილებების გამოხატულებას წარმოადგენს მატარებლის შემადგენლობაში თითოეული ვაგონის ფაქტიური შვსება. მატარებელში გადამწყვეტ (კრიტიკულ) ვაგონად ითვლება ის ვაგონი, რომელზედაც შეინიშნება მაქსიმალური შევსება, რადგან სწორედ მასში განიცდის მგზავრი ყველაზე მეტ დისკომფორტს. მატარებელში ვაგონის შევსების უთანაბრობის დონე წარმოადგენს შეფასების კრიტერიუმიდან ერთ-ერთს, რომლითაც ფასდება სადგურების სწორად მოწყობისა და აღჭურვის პროექტირება და მეტროპოლიტენში მგზავრთა გადაყვანის ორგანიზაციის ხარისხი. ეს შედეგები ასევე ადასტურებს ადრე გაკეთებულ დასკვნებს, რომ მიზანშეწონილია სადგურებზე ორი ან მეტი შესასვლელ-გამოსასვლელის (ვესტიბიულის) არსებობა. მგზავრთგაცვლაზე, აგრეთვე მატარებელში ვაგონის ფაქტიურ შევსებაზე მთავარ გავლენას ახდენს ვაგონის განლაგება სადგურზე მისი დგომის დროის ესკალატორიდან პირველ ღიობთან ახლოს. ამრიგად მატარებლის შემადგენლობაში ვაგონების მგზავრთგაცვლისა და შევსების ხასიათს განსაზღვრავს სადგურის კონსტრუქციულ-დაგეგმარებული ელემენტების ურთიერთგანლაგება და მათი განმეორებადი თავისებურებანი განსაზღვრული ხაზის თანმიმდევრობით განლაგებულ სადგურებზე. მატარებლის შემადგენლობაში ვაგონის ფაქტიური მაქსიმალური შევსება წარმოადგენს ობიექტურ და ძირითად მაჩვენებელს, რომელიც განსაზღვრავს ხაზზე მოძრავი შემადგენლობის გამოშვებას, ეფექტურ გამოყენებას და გვიჩვენებს მგზავრთა მომსახურებისას მგზავრობის კომფორტისა და კულტურის დონეს. ეს მაჩვენებელი შეიცავს მგზავრნაკადების კანონზომიერებებს, ითვალისწინებს თითოეული ხაზის გეგმიურ-ფუნქციონალურ თავისებურებებს, აგრეთვე ოპერატიულობას მგზავრთა გადაყვანის ორგანიზაციის საქმეში. ამიტომ ნათელია, რომ მატარებელთა მოძრაობის ზომების გამოთვლისას აუცილებელია გამოვიყენოთ ეს მაჩვენებელიც, როგორც ერთ-ერთი გადამწყვეტი. აუცილებელი მოძრაობის ზომები პირდაპირ პროპორციულია ლიმიტირებული გადასარბენის დატვირთვისა  $P_{\text{ავტ}}$  და უკუ პროპორციულია მატარებელში ვაგონთა რაოდენობისა  $n$  და ვაგონის საანგარიშო დასაშვებ შევსებაზე  $m_{\text{ავტ}}$ . მატარებელში ვაგონის შევსების უთანაბრობისათვის ითვალისწინებენ კოეფიციენტებს  $K_3$   $K_{\text{სთ}}$ .

ამრიგად მატარებელთა მოძრაობის აუცილებელი ზომების განსაზღვრისათვის  $N_{აუტ}$  ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:  $N_{აუტ} = (P_{მაქს} K_3 K_{სთ.}) / (m_{მაქს} n)$  მატ/სთ

ამ ფორმულით განისაზღვრება მატარებელთა მოძრაობის ზომები როგორც ექსპლოატაციაში მყოფი, ასევე პროექტირებადი ხაზებისათვის. ის ხელსაყრელია იმით, რომ მისი დახმარებით შეიძლება განვახორციელოთ მოცემული მოსალოდნელი მგზავრნაკადების დროს გამოთვლები პროექტირებადი ხაზის აუცილებელი გამტარუნარიანობის განსაზღვრისათვის. აუცილებლად დგება მატარებლის შემადგენლობის გაზრდა იმ შემთხვევაში, როდესაც პიკის საათებში მატარებლის როგორც სათაო, ისე ბოლო ვაგონებს აქვს სხვადასხვა, მაგრამ მაქსიმალური შევსება, რომელიც აჭარბებს დასაშვებს. შემადგენლობის შემცირება მიზანშეწონილია განვახორციელოთ სათაო, ან ბოლო ვაგონების, ან რომელიმე ამ ვაგონის მცირე დატვირთვისას. ასეთ დროს უნდა ვეცადოთ მატარებელთა მოძრაობის სიხშირის გაზრდას. მგზავრთა გადაყვანის ხარისხის ამაღლების ყველაზე ეფექტურ ღონისძიებას წარმოადგენს მატარებელთა მოძრაობის ზომების თანდათანობით გაზრდა მატარებელში ვაგონების ოპტიმალურ რიცხვამდე ერთდროული მიყვანით და ისეთი ღონისძიების რეალიზაციით, რომელიც უზრუნველყოფს მატარებელში ვაგონების თანაბარ შევსებას.

კერძოდ, გამოიცვალა 450 კმ სიგრძის კვების დაბალი, საშუალო და მაღალი წევის კაბელები, რომლებიც შეიცვალა უფრო თანამედროვე სპილენძის კაბელებით. გამოიცვალა ასევე 55 კვტ-იანი ძრავის მქონე 32 ცალი გამნიავებელი; თითოეულ სადგურზე 2 ცალი. ერთი ძირითადი და მეორე-სარეზერვო. პროექტი დაფინანსდა აზიის განვითარების ბანკის მიერ, ჯამური ღირებულებაა-15 მლნ აშშ დოლარი. ეს მათი მხრიდან განხორციელებული რიგით მეორე პროექტია. პირველი პროექტი 2016 წელს დაფინანსებული მეტროსადგური უნივერსიტეტია, რომელიც დაჯდა 85 მლნ. აშშ დოლარი. ასევე უახლოეს მომავალში იგეგმება მეტროსადგურ „დეპოს რეაბილიტაცია-გაფართოება I და II ხაზის შემაერთებელი გვირაბის რეაბილიტაცი. როდესაც ვსაუბრობთ უსაფრთხოების საკითხებზე აუცილებელია ყურადღება გავამახვილოთ მატარებელთა მოძრაობის გრაფიკის მნიშვნელობასა და როლზე. მოძრაობის გრაფიკმა უნდა უზრუნველყოს ეროვნული მეურნეობისა და

მოსახლეობის მოთხოვნილება და თანაც უნდა ჰქონდეს გარკვეული რეზერვი. ამასთან დაკავშირებით გრაფიკს წაყენება შემდეგი მოთხოვნები: მგზავრთა გადაყვანის დაჩქარება; გადაყვანისათვის საუკეთესო პირობების შექმნა; ლოკომოტივების და ვაგონების გამოყენების მაღალი დონის უზრუნველყოფა; ხაზის გამტარობის უნარის სრული გამოყენება; მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოებისა და გადაზიდვის ეკონომიურობის უზრუნველყოფა.



ნახ. 1. მეტროპოლიტენის ქსელს უსაფრთხოების მიმართულებით სულ ახლახანს 2020 წელს ჩაუტარდა რეაბილიტაციის სამუშაოები

მოძრაობის გრაფიკით განისაზღვრება მთელი რიგი საექსპლოატაციო მაჩვენებლები: ტექნიკური და საუბნო სიჩქარე, მატარებლების გაჩერებათა რაოდენობა, ლოკომოტივების საშუალო სადღეღამისო გარბენები და სხვა. ეს მაჩვენებლები დამოკიდებულია როგორც უზნის ტექნიკურ აღჭურვილობაზე, ასე მოძრაობის ორგანიზაციის მიღებულ მეთოდზე (ე. ი. გრაფიკის ტიპზე). გრაფიკის ელემენტები(მატარებლების სვლის დრო, სასადგურო ინტერვალი,

მატარებელთაშორისი ინტერვალი პაკეტში გადასარბენზე) გავლენას ახდენს გამტარობის უნარზე, საუბნო და სამარშრუტო სიჩქარეებსა და ლოკომოტივების ბრუნვაზე. ამიტომ მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის გარდა, მათ უნდა დააკმაყოფილონ შემდეგი პირობები: ლოკომოტივების სიმძლავრეების რაც შეიძლება სრული გამოყენება და გამტარობის უნარი, აქცევისას მატარებელთა დგომის დროის შემცირება, მატარებელთაშორისი ინტერვალის შემცირება და ლოკომოტივების ძირითად და მოსაბრუნებელ დეპოიან სადგურებში ყოფნის დროის შემცირება. აქედან გამომდინარე, მოძრაობის გრაფიკის ელემენტების გაანგარიშებისას უნდა ვიხელმძღვანელოთ პროგრესული მეთოდებით და ვისწრაფვოდეთ ოპერაციათა მაქსიმალური პარალელურობით შესრულებისათვის. გრაფიკის ელემენტებს განეკუთვნება სადგურებში მატარებელთა მხოლოდ ის დგომები, რომლებიც გამოწვეულია აუცილებლობით. ასეთია, მაგალითად ტექნიკური ოპერაციების შესრულება, რაც დაკავშირებულია მატარებლების შემადგენლობასა და ლოკომოტივებთან (შემადგენლობის ტექნიკური და კომერციული დათვალიერება, ლოკომოტივების მიბმა და ეკიპირება, სალოკომოტივო ბრიგადის შეცვლა, მუხრუჭების გასინჯვა, ვაგონების ახსნა და მიბმა, სამანევრო სამუშაოები შუალედურ სადგურებში, მგზავრების გადაყვანასთან დაკავშირებული ოპერაციების შესრულება). ძირითად და მოსაბრუნებელ დეპოებში ლოკომოტივის ყოფნის ტექნოლოგიური ნორმები ითვალისწინებს: ლოკომოტივების მიმართ დეპოს ტერიტორიაზე შესრულებულ ტექნიკურ ოპერაციებს, მიმღებ ლიანდაგებზე მათ ყოფნას დეპოში შესვლამდე, დეპოდან გამგზავნ ლიანდაგზე დაბრუნებისა და შემადგენლობაში მატარებლის გაგზავნამდე მოცდენის ხანგრძლივობას. ლოკომოტივის სადგურში ყოფნის დრო დამოკიდებულია ამ ოპერაციების შესრულების ხანგრძლივობაზე და ლოკომოტივთა მობრუნების განრიგის შეთანხმებაზე მოძრაობის გრაფიკთან.

გრაფიკის ელემენტები გავლენას ახდენს გამტარობის უნარზე, საუბნო და სამარშრუტო სიჩქარეებსა და ლოკომოტივების ბრუნვაზე. ამიტომ მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის გარდა, მათ უნდა დააკმაყოფილონ შემდეგი პირობები: ლოკომოტივების სიმძლავრეების რაც შეიძლება სრული გამოყენება და

გამტარობის უნარი, აქცევისას მატარებელთა დგომის დროის შემცირება, მატარებელთაშორისი ინტერვალის შემცირება და ლოკომოტივების ძირითად და დეპოიან სადგურებში ყოფნის დროის შემცირება. აქედან გამომდინარე, მოძრაობის გრაფიკის ელემენტების გაანგარიშებისას უნდა ვიხელმძღვანელოთ პროგრესული მეთოდებით და ვისწრაფოდეთ ოპერაციათა მაქსიმალური პარალელურობით შესრულებისთვის.

ზოგადად, მეტროპოლიტენში შემავალი ყველა სტრუქტურული სამსახურის ეფექტური მუშაობა განისაზღვრება ოპერაციული დანახარჯების შემცირებით, შიდასაწარმოო რეზერვების გამოვლენით და ყველა სახის რესურსების ეფექტურად გამოყენების ხარჯზე, მგზავრნაკადებზე ენდოგენური და ეგზოგენური ფაქტორების ზემოქმედების აღრიცხვა და მგზავრთა გადაყვანის ორგანიზაციის საკითხების გადაწყვეტა ხორციელდება სისტემატური გამოკვლევებით და მგზავრნაკადების მოძრაობის კანონზომიერების შესწავლით. მეტროპოლიტენში მგზავრნაკადების შესწავლა გავლენას ახდენს შემდგომში მატარებელთა მოძრაობის ორგანიზაციის სრულყოფასა და მგზავრთა მომსახურების კულტურის ამაღლებაზე. ამის გარდა, მონაცემები მგზავრნაკადებზე საჭიროა საქალაქო ტრანსპორტის საერთო ქსელში მეტროპოლიტენის პერსპექტიული გეგმის განვითარების განსაზღვრისათვის. ოპერატიული გამოკვლევებით დაგროვილი მასალების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ყველა კანონზომიერებები ხასიათდება უთანაბრობით, მაგრამ მგზავრნაკადების საკმაოდ მდგრადი („სტაბილური“) განაწილებით დროსა და სივრცეში.

მგზავრნაკადების დროში ცვლილებების კანონზომიერებები მდგომარეობს:

- ა) წლების მიხედვით გადაზიდვების განუწყვეტელი ზრდის პირობებში
- ბ) წლის თვეების მიხედვით გადაზიდვების მერყეობისას;
- გ) დღე-ღამის განმავლობაში საათების მიხედვით;
- დ) კვირის დღეების მიხედვით;
- ე) შიგა საათობრივი მერყეობის მიხედვით.

მგზავრნაკადების სივრცეში (ადგილზე) განაწილების კანონზომიერებების შესწავლისას ვაკვირდებით:

- ა) მგზავრნაკადების ცვლილებებს სხვადასხვა სადგურებზე;
- ბ) მგზავრნაკადების განაწილებას მოძრაობის მიმართულების მიხედვით;
- დ) მგზავრების განაწილებას მატარებლის ვაგონებში;
- გ) ხაზის დატვირთვას გადასარბენების მიხედვით;
- ე) სადგურებზე ერთი და იმავე ვაგონის სხვადასხვა კარებთან მგზავრთა გაცვლის დამოკიდებულებას;

თუ გადავავლებთ თვალს 2015 წლიდან დღემდე მგზავრთა გადაადგილების დინამიკას მეტროპოლიტენში იხ. ცხრილი №1, დავინახავთ რომ 2020 წლიდან დღემდე მგზავრთბრუნვა მკვეთრი რყევებით ხასიათდება, რა თქმა უნდა ამაზე უარყოფითი გავლენა მოახდინა პანდემიურმა პროცესებმაც.

ცხრილი №1.

მგზავრთბრუნვის დინამიკა მეტროში 2015-2021წწ.

თვე	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
იანვარი	7,725964	1206434	8617861	9648409	9,990262	10,905198	3,570585
თებერვალი	7,566452	8225750	8510834	9421612	10,417986	10,869699	7,946572
მარტი	9,160056	9,723814	10074382	11092912	11,892525	6,196,437	0 (პანდემია)
აპრილი	8,389538	9,314,772	9086141	10294992	11,282597	0(პანდემი)	0
მაისი	9,359487	9,165,570	10067881	11568562	12,940128	342,476	0
ივნისი	8,859213	9,327,720	9623134	9429023	11,795761	6,300732	0
ივლისი	7,664918	9,100,037	8308241	9072702	10,281051	7,206805	0
აგვისტო	6,021411	8,227,342	6710592	7792065	8,402904	6,441714	0
სექტემბერი	8,430297	9,457,122	9001031	10274432	10,907339	7,890554	0
ოქტომბერი	9,854412	9,907,944	10978550	12728132	13,516659	7,840412	0
ნოემბერი	9,606423	10,022,850	11172312	11920736	12,982604	5,785629	0
დეკემბერი	10,241359	10,034,328	11676755	12464620	13,260561	0	0
<b>სულ:</b>	<b>102879530</b>	<b>28470770</b>	<b>113827714</b>	<b>125708197</b>	<b>137,670377</b>	<b>69,779656</b>	<b>11,517157</b>

როგორც ცხრილიდან ჩანს, 2016 წელს 2015 წელთან შედარებით მგზავრთბრუნვა შემცირებულია -72.3 %-ით, 2017წელს გაზრდილია 10.7%-ით, 2018 წელს 22.2 %-ით, 2019 წელს 33.8 %-ით, 2020 წელს შემცირებულია -32.2 %-ით, 2021 წელს შემცირებულია -88.8%-ით.

ოქტომბერი 2020-7840412; ნოემბერი 2020-5785629; თებერვალი 2021-3570585; მარტი 2021-7946572; აპრილი 2021-3012936.

## დასკვნა

მეტროს ექსპლუატაციის მიმართულებით მუშაობის მართვის ოპტიმიზაცია მიიღწევა მთელი რიგი კომპლექსური ღონისძიებების განხორციელებით, კერძოდ:

1) მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფით,

2) ლოკომოტივების სიმძლავრეების რაც შეიძლება სრული გამოყენებითა და გამტარობის უნარით,

3) აქცევისას მატარებელთა დგომის დროისა და დეპოიან სადგურებში ყოფნის დროის შემცირებით. აქედან გამომდინარე მოძრაობის ელემენტების გაანგარიშებისას უნდა ვიხელმძღვანელოთ პროგრესული მეთოდებით და ვისწრაფოდეთ ოპერაციათა მაქსიმალური პარალელურობათა შესრულებისათვის.

ექსპლუატაციის პროცესში ელ. ტრანსპორტის საიმედოობის ისევე როგორც ავტომობილების საიმედოობის უზრუნველყოფა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მისი ძირითადი სისტემებისა და მექანიზმების ტექნიკური მდგომარეობის მუდმივ კონტროლზე, მტყუნებებსა და უწყესივრობების დროულად გამოვლენასა და აღმოფხვრაზე. ამ მხრივ განსაკუთრებულ შესწავლას და განვითარებას მოითხოვს ტექნიკური მდგომარეობის პროგნოზირება, მიზანი და მიზეზები, რომლებითაც განპირობებულია დასახული ამოცანის ეფექტიანობა. ეფექტიანობის გაზრდის თვალსაზრისით აუცილებელია დასაბუთებული კრიტერიუმების შერჩევა. ასეთ კრიტერიუმებს წარმოადგენენ, ერთის მხრივ უმტყუნებლობისა და ხანგამძლეობის მაჩვენებლების ოპტიმიზირება, მეორეს მხრივ- დიაგნოსტიკებისა და მტყუნებათა აღმოფხვრის კუთხით ხარჯების მინიმიზირება. საკითხისადმი ასეთი მიდგომა გამართლებული და მიზანშეწონილია იმითაც, რომ ექსპლუატაციის პროცესში მოძრავი შემადგენლობის ტექნიკური მდგომარეობის სათანადო დონეზე უზრუნველყოფა დაკავშირებულია მატერიალურ - შრომით დანახარჯებთან, რომელთა სიდიდე ხშირად აჭარბებს მათი შემენის ხარჯებს, ამიტომ ტექნიკური ექსპლოატაციის

მეთოდებისა და ფორმების გაუმჯობესება მიმართულია აღნიშნული დანახარჯების შემცირებისაკენ და საიმედოობის გაზრდისაკენ. მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად საჭიროა როგორც ტექნიკური საშუალებებისა და ტექნოლოგიების სრულყოფა, ასევე საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისი მოძრაობის უსაფრთხოების მართვის სისტემის ჩამოყალიბება, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს მოძრაობის უსაფრთხოების დარღვევების რისკების მინიმიზაცია.

### გამოყენებული წყაროები და ლიტერატურა:

1. თბილისის მეტროპოლიტენის ტექნიკური ექსპლუატაციის წესები;
2. გ. დიდებაშვილი; ა.შარვაშიძე - მგზავრთა გადაყვანა მეტროპოლიტენში, თბილისი, 2018წ.;
3. Менеджмент на транспорте. Уч. Пособ., под.общ. ред Н.Н Громова, В.А Персияанова-М.; 2003;
4. Плужников К.И Международный транспортный рынок. Бюллетень транспортной информации, №2, 1998;
5. Федоров Л.С., Федина Т.В. Управление и регулирование на транспорте . М.: 2001.

## **REGULARITIES OF PASSENGER FLOW IN THE TBILISI METROPOLITAN AND FEATURES OF ASSESSMENT RELATED TO SAFETY RISKS**

**Inga Gigauri**

### **Abstract**

Due to the level of urbanization in Tbilisi, as well as the growth of population and the number of vehicles, transport traffic is impossible to without a metropolitan. Therefore, assessing and predicting risks associated with passenger safety and improving the quality of passenger service remains a key task. Consideration of safety issues is impossible without studying the capacity of the station elements and metropolitan passenger flows and compilation with their laws. Passenger traffic predetermines the development of metropolitan lines and



their technical capacity, the number and size of depots and plants for repair of rolling stock, the capacity, number and location of traction substations. In modern conditions, it is necessary to monitor the potential opportunities and risks of the external environment as well as the advantages and disadvantages of the internal environment, assess and analyze the data obtained in order to be able to identify and avoid expected or existing risk factors using the actual analysis of risk factors.

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПАССАЖИРОПОТОКА В ТБИЛИССКОМ МЕТРОПОЛИТЕНЕ И ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ СВЯЗАННЫХ С БЕЗОПАСНОСТЬЮ РИСКОВ**

**Инга Гигаури**

### **Резюме**

Из-за уровня урбанизации в Тбилиси, а также роста населения и количества транспортных средств немислимо транспортное движение без метрополитена. Поэтому оценка и прогнозирование рисков, связанных с безопасностью пассажиров и повышением качества обслуживания пассажиров, остается ключевой задачей. Рассмотрение вопросов безопасности невозможно без изучения пропускной способности элементов станции и пассажиропотоков метрополитена без их исследования и соблюдения закономерностей. Пассажиропотоки определяют развитие линий метрополитена и их технической мощности, количество и размер депо и заводов по ремонту подвижного состава, мощность, количество и расположение тяговых подстанций. В современных условиях необходим мониторинг потенциальных возможностей и рисков внешней среды так и сильных и слабых сторон внутренней среды, оценка и анализ полученных данных, чтобы иметь возможность при помощи фактического анализа риск-факторов идентифицировать и избегать ожидаемых или существующие риск-факторы.

უაკ 330; 625.

## ციფრული მარკეტინგის განვითარების

### შესაძლებლობები საქართველოში

გოდერძი ტყემელაშვილი\*, თამარ ლომაძე\*\*, მეგი იაკობაშვილი\*\*

*\*პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;*

*\*\*დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი*

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

თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** ციფრული მარკეტინგის განვითარებას განაპირობებს ინტერნეტმომხმარებელთა სწრაფი ზრდა. მარკეტინგის ეს სახე უკვე წამყვან პოზიციებს იკავებს განვითარებულ ინდუსტრიულ სახელმწიფოებში. საქართველოშიც იგი სულ უფრო პოპულარული ხდება. სტატიაში მოკლედაა გადმოცემული ციფრული მარკეტინგის აქტივობათა სახეები, ციფრული რეკლამირება და სტრატეგიები. საქართველოში ციფრული მარკეტინგის ხარისხობრივი გაუმჯობესებისათვის შესაზღვრელია მსხვილი ტერმინალების მოწყობა შესაბამისი ინფრასტრუქტურით და პროგრამული უზრუნველყოფით, რაც გაყიდვების ბიზნესს მისცემს საშუალებას მარკეტინგის გასავითარებლად მეზობელ აზერბეიჯანსა და სასომხეთში, აგრეთვე სხვა მოსაზღვრე სახელმწიფოებშიდაც. ამ მიმართულებით კი პარალელურად უნდა განვითარედეს სატრანსპორტო არხები და ამალდეს გადასაზიდი პროდუქციის დაუზიანებლად მიწოდების შესაძლებლობა.

**საკვანძო სიტყვები:** ეკონომიკა, მენეჯმენტი, მარკეტინგი, ციფრული მარკეტინგი, რეკლამა.

### შესავალი

ციფრული მარკეტინგი, ონლაინ მარკეტინგი, ინტერნეტ რეკლამა შემოსულია ყოველდღიურ ხმარებაში, შესაბამისად კომპანიებმაც ამ მიმართულებას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიაქციოს. ბოლო ათწლეულის განმავლობაში,

ინტერნეტის მომხმარებელთა რიცხვი ორჯერ გაიზარდა და ეს ცვლილება მასიურად აისახა პროდუქციის ყიდვასა და ბიზნესის ურთიერთობებზე.

ციფრული მარკეტინგი მარკეტინგის განსაკუთრებული ფორმაა. იგი არის გზა ფირმის პროდუქციისა და მომსახურების პოტენციურ მომხმარებლებთან დაკავშირებასა და მათზე ზემოქმედებაზე. ტრადიციული მარკეტინგისაგან რეალური განსხვავება ისაა, რომ მომხმარებლებზე ზეგავლენა და მათთან კავშირი ხორციელდება ინტერნეტით.

ძირითადად ციფრული მარკეტინგი გულისხმობს ონლაინ მარკეტინგის ნებისმიერ მცდელობას ან განხორციელებას ელ.ფოსტით. სოციალური ქსელების გამოყენებით და ბლოგინგიც კი ციფრული მარკეტინგის შესანიშნავი მაგალითებია - ისინი ხელს უწყობენ მოსახლეობის გაცნობიერებას მოცემული კომპანიის მიერ შეთავაზებულ პროდუქციასა და მომსახურებაზე.

### ძირითადი ნაწილი

მნიშვნელოვანია ციფრული მარკეტინგის აქტივობის სახის არჩევა და შესაბამისი სტრატეგიების დასახვა.

თითქმის ყველაფერი შეიძლება იყოს ციფრული მარკეტინგის აქტივობის სახე. მთავარია ის უბრალოდ იყოს მარკეტინგის ინსტრუმენტი, რომელსაც ინტერნეტით იყენებთ. ბევრი ადამიანი ვერ აცნობიერებს, თუ რამდენი ციფრული მარკეტინგის აქტივობაა მათ განკარგულებაში. აქ მხოლოდ რამდენიმე მაგალითს მოვიყვანთ:

- თქვენი (ფირმის) ვებსაიტი;
- ბრენდირებული აქტივობებები (ლოგოები, სურათები, აბრევიატურები და ა.შ.);
- ვიდეოები (ვიდეო რეკლამები, პროდუქტის და მომსახურების ჩვენებები და ა.შ.);
- სურათები (ინფოგრაფიკა, პროდუქტის კადრები, კომპანიის ფოტოები და ა.შ.);
- წერილობითი აღწერილობები (ბლოგის შეტყობინებები, ციფრული წიგნები, პროდუქტის აღწერილობა, ჩვენებები და ა.შ.);

- ონლაინ პროდუქტები ან ინსტრუმენტები (კალკულატორები, ინტერაქტიული რუკები და ა.შ.);
- მიმოხილვები;
- სოციალური მედიის გვერდები (ფეისბუქი, ინსტაგრამი, ტვიტერი და ა.შ.).

ციფრული მარკეტინგის დღეისათვის არსებული აქტივობები უმეტესად, ზემოჩამოთვლილთაგან რომელიმეში ერთიანდება, მაგრამ ბიზნესი განუწყვეტლივ ეძებს მომხმარებელთან წვდომის ახალ გზებს, ამიტომაც ჩამოთვლილი სიაც იზრდება.

ციფრული მარკეტინგის სტრატეგიების სიაც ასევე მუდმივად ვითარდება, მაგრამ აქ მოცემულია რამდენიმე სტრატეგია, რომელსაც იყენებს ბიზნესი ყველაზე ხშირად:

- Google Pay Per Click (PPC) რეკლამა. რეკლამის ყველაზე გავრცელებული ფორმაა მცირე და საშუალო ბიზნესში, რომლის საშუალებასაც Google AdWords-ის კომპანია იძლევა. ამ შემთხვევაში წარმატებას განაპირობებს Google-ის საძიებო სისტემის ფართო გავრცელება და პოპულარობა. ამ საძიებო სისტემაში თქვენი რეკლამის განთავსება საძიებო (საკვანძო) სიტყვების გამოყენებით პოტენციურ მომხმარებელამდე დაიყვანება სარეკლამო ინფორმაცია და რეკლამის გადასახადი დამოკიდებულია პოტენციურ მომხმარებელთა ნახვის რაოდენობაზე;<sup>1</sup>
- ფასიანი e-mail რეკლამა. Google, Bing და Yahoo საშუალებას იძლევა მეილის საშუალებით პოტენციურ მომხმარებლებს მიაწოდოს ტექსტური რეკლამა. რეკლამის გადასახადის ოდენობა დამოკიდებულია ტექსტის წამკითხველთა რაოდენობაზე;<sup>2</sup>
- საძიებო სისტემის ოპტიმიზაცია (SEO). იგივე პრინციპებით ხორციელდება, იმ განსხვავებით, რომ საძიებო სისტემა სარეკლამო ადგილზე ამოაგდებს ფირმის სარეკლამო საიტს;

---

<sup>1</sup> რენდი დუარერი. Pay Per Click რეკლამა (PPC). საიტი: <https://ka.unitinal.com/pay-per-click>.  
გადამოწმებულია 15.04.2021.

<sup>2</sup> ბრაიან ედმონსონი. Pay-Per-Click (PPC) რეკლამის საფუძვლები. საიტი: <https://ka.unitinal.com/pay-per-click-ppc>.  
გადამოწმებულია 15.04.2021.

- ფასიანი სოციალური მედიის რეკლამა. სოციალური მედია პლატფორმების უმეტესობა, როგორცაა Facebook, Instagram, Twitter, LinkedIn, Pinterest და Snapchat, ფირმას საშუალებას აძლევს განათავსოს რეკლამები მათ საიტებზე. სოციალური მედიის ფასიანი რეკლამა განკუთვნილია აუდიტორიის ცნობიერების გასაზრდელად;
- სოციალური მედიის მარკეტინგი. SEO-ს მსგავსად, სოციალური მედიის მარკეტინგი არის უფასო, ორგანული გზა, იმისათვის, რომ სოციალური მედიის პლატფორმები, როგორცაა Facebook ან Twitter თქვენი ბიზნესის შესახებ ინფორმაცია განთავსდება და სურვილის შემთხვევაში მიეწოდება პოტენციურ მომხმარებელს. ასეთი რეკლამის დამზადება და განთავსება გამოირჩევა სიიაფით;
- კონვერტაციის სიჩქარის ოპტიმიზაცია (CRO). კონვერტაციის სიჩქარის ოპტიმიზაცია (CRO) არის მოცემული ბიზნესის მომხმარებლის გამოცდილების გაუმჯობესების ხელოვნება და მეცნიერება. უმეტესად, ბიზნესი CRO-ს იყენებს ვებსაიტების არსებული ტრაფიკიდან მეტი კონვერტაციის (ტყვიის, ჩეთის, ზარის, გაყიდვების და ა.შ.) მისაღებად;
- შინაარსობრივი მარკეტინგი. შინაარსობრივი მარკეტინგი კიდევ ერთი საკმაოდ ფართო ციფრული მარკეტინგის ტერმინია. შინაარსობრივი მარკეტინგი მოიცავს ციფრულ მარკეტინგულ მცდელობას, რომელიც იყენებს შინაარსობრივ აქტივებს (ბლოგის პოსტები, ინფოგრაფიკა, წიგნები, ვიდეოები და ა.შ.) ბრენდის ცნობადობის შესაქმნელად;
- მშობლიური რეკლამა. გულისხმობს სტატიების ან ელექტრონული წიგნების მეშვეობით სარეკლამო რგოლების განთავსებას პირდაპირ ან საიტზე გადასვლით;
- შვილობილი მარკეტინგი. შვილობილი მარკეტინგი არსებითად არის სხვისი (პირის ან ბიზნესის) მომხმარებლებთან რეკლამის განთავსება.

ციფრული მარკეტინგი საქართველოში ჯერ-ჯერობით ფართოთ არ არის გავრცელებული, მაგრამ სწრაფად ვითარდება. საწარმოების და ბიზნესის უმეტესობას დღეს უკვე გააჩნია საკუთარი საიტები, პოპულარულია ციფრული

გაყიდვები mymarket.ge-ს, da myauto.ge-ს, myhome.ge-ს პლატფორმებზე. თანდათანობით იხვეჭს პოპულარობას სხვა პლატფორმებიც, თუმცა ამ მიმართულების აქტივობაში კონკურენცია მაღალია და მრავალი პლატფორმა დაარსებიდან მალევე კოტრდება.

ციფრული მარკეტინგის გაფართოებას რეკლამირების მიმართულებით ხელს უშლის შემდეგი პრობლემები: ხშირ შემთხვევაში ქუჩი-ფაილების წაშლა, ინტერნეტ-აუდიტორიის „უარყოფითობის“ განცდის ზრდა, მცდარი შეტყობინებების სიმრავლე, პოპულარული ბრენდები, რომლებიც იცავენ თავიანთ ტექნოლოგიებს და არ უზიარებენ სხვებს, გაბატონებული ბრენდების მზარდი დომინირება და სხვ.

დღეისათვის საქართველოში არსებულ თითქმის ყველა ჰიპერმარკეტებს გააჩნიათ ციფრული გაყიდვების პლატფორმები, მაგრამ მათი წილი გაყიდვების საეთო მოცულობებში ჯერ კიდევ ჩამორჩება სასურველს, რასაც განაპირობებს მოსახლეობის მზარდი ეჭვი მისაწოდებელი საქონლის ხარისხობრივ მახასიათებლებზე და არცთუ უსაფუძვლოდ. სულ უფრო პოპულარული ხდება ციფრული მარკეტინგი საკვები პროდუქტების მინი მიწოდებებზე (wolt, Glovo, Foodbox), აღნიშნული დისტრიბუტორები ახორციელებენ წამლების კურიერულ მიწოდებასაც.<sup>3</sup>

## დასკვნა

საქართველოს გეოპოლიტიკური მდებარეობა, მისი საზღვაო ქვეყნის სტატუსი და სატრანზიტო გზების არსებობა ქმნის ხელსაყრელ პირობებს ციფრული მარკეტინგის განვითარებისათვის, არა მარტო ქვეყნის შიგა მასშტაბით, არამედ საერთაშორისო მნიშვნელობითაც. საქართველოში შესაზღვრელია მსხვილი ტერმინალების მოწყობა შესაბამისი ინფრასტრუქტურით და პროგრამული უზრუნველყოფით გაყიდვების ბიზნესს მისცემს საშუალებას მარკეტინგის გასავითარებლად მეზობელ აზერბაიჯანსა და სასომხეთში, აგრეთვე სხვა

<sup>3</sup> საიტები: <http://www.findglocal.com/GE/Tbilisi/>; <https://wolt.com/ka/geo/tbilisi/>; <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.glovo&hl=ka&gl=US>. გადამოწმებულია 15.04.2021.

მოსაზღვრე სახელმწიფოებშიდაც. ამ მიმართულებით კი პარალელურად უნდა განვითარდეს სატრანსპორტო არხები და ამაღლდეს გადასაზიდი პროდუქციის დაუზიანებლად მიწოდების შესაძლებლობა.

### გამოყენებული ლიტერატურა და წყაროები:

1. რენდი დუარერი - Pay Per Click რეკლამა (PPC), საიტი:  
<https://ka.unitinal.com/pay-per-click>.  
გადამოწმებულია 15.04.2021;
2. ბრაიან ედმონსონი - Pay-Per-Click (PPC) რეკლამის საფუძვლები, საიტი:  
<https://ka.unitinal.com/pay-per-click-ppc>.  
გადამოწმებულია 15.04.2021;
3. საიტები: <http://www.findglocal.com/GE/Tbilisi/>; <https://wolt.com/ka/geo/tbilisi/>;  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.glovo&hl=ka&gl=US>.  
გადამოწმებულია 15.04.2021.
4. Manoj Kumar. Fuzzy Optimization and Multi-Criteria Decision Making in Digital Marketing. 2015. 367 p;
5. Management Association, Information Resources. Digital Marketing and Consumer Engagement. 2018. 1725 p.

## **OPPORTUNITIES FOR DIGITAL MARKETING DEVELOPMENT IN GEORGIA**

**Gela Tkeshelashvili, Tamar Lomadze, Megi Iakobashvili**

### **Abstract**

The development of digital marketing is driven by the rapid growth of Internet users. This form of marketing already holds leading positions in developed industrialized countries. It is becoming more and more popular in Georgia as well. The article summarizes the types of digital marketing activities, digital advertising and strategies. In order to improve the quality of

digital marketing in Georgia, it is possible to set up large terminals with appropriate infrastructure and software, which will enable the sales business to develop marketing in neighboring Azerbaijan and Armenia, as well as in other neighboring countries. In this direction, transport channels should be developed in parallel and the delivery of products transportation should be increased without damage.

## **ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГА В ГРУЗИИ**

**Гела Ткешелашვილი, Тamar Ломадзе, Меги Якобашვილი**

### **Резюме**

Развитие цифрового маркетинга обусловлено быстрым ростом числа пользователей Интернета. Эта форма маркетинга уже занимает лидирующие позиции в развитых индустриальных странах. Он становится все более популярным и в Грузии. В статье обобщены виды цифровой маркетинговой деятельности, цифровой рекламы и стратегий. Чтобы улучшить качество цифрового маркетинга в Грузии, можно установить большие терминалы с соответствующей инфраструктурой и программным обеспечением, что позволит торговому бизнесу развивать маркетинг в соседних Азербайджане и Армении, а также в других соседних странах. В этом направлении следует параллельно развивать транспортные каналы и без ущерба увеличивать доставку транспортной продукции.





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 - 25 მმ, ქვედა - 25 მმ, მარცხენა - 25 მმ, მარჯვენა - 25 მმ;
- გ) ქართულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი უნდა აიწყოს Sylfaen – ის გარნიტურის შრიფტით, ინგლისურ და რუსულ ენებზე შესრულებული ნაშრომი კი - Times New Roman შრიფტით;
- დ) ნაშრომის დასახელება უნდა აიწყოს Sylfaen გარნიტურის შრიფტით (18B); ავტორის სახელი და გვარი - Sylfaen გარნიტურის შრიფტით (14B); დასახელება ორგანიზაციის, სადაც შესრულდა სამუშაო, უნდა მიეთითოს ფრჩხილებში - შრიფტით 12B; ნაშრომის რეზიუმე უნდა შესრულდეს კურსივი შრიფტით 12; საკვანძო სიტყვები - შრიფტით 12; ნაშრომის ტექსტი - 12; რუსულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი - შრიფტით 12; ლიტერატურის ჩამონათვალის შემდეგ ერთვის რეზიუმე ინგლისურ და რუსულ ენებზე შემდეგი მითითებით: ნაშრომის დასახელება, ავტორის (ავტორების) სახელი და გვარი. რეზიუმეს მოცულობა უნდა იყოს 5-15 სტრიქონი;

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

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

4. ჟურნალში ქვეყნდება მხოლოდ რეცენზირებადი ნაშრომები;

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

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

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

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

### **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 – 25 мм, нижнее – 25 мм, левое – 25 мм, правое – 25 мм.

в) выполненная на грузинском языке работы должна быть набрана шрифтом Sylfaen, выполненный на английском и русском языках работы – шрифтом Times New Roman.

г) название работы должно быть набрано шрифтом LSylfaen (14B); имя и фамилия автора – шрифтом Sylfaen (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 5-15 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. В журнале публикуются только рецензируемые работы;

5. Редакция согласится напечатать в одном журнале не более трёх статей выполненных одним и тем же автором;

6. Количество листов работы определяется от 5 до 30 страниц;

7. Автор несёт ответственность за содержание и качество работы; Печатается на авторский счет.

**FOR AUTHIORS**

**procedure for submission of scientific papers in journal**

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

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

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

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

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

d) Title of paper must be typed in Sylfaen (14B); name and surname of author – in Sylfaen (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 5-15 lines;

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

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

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

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

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

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

ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №2 (51) 2021

TRANSPORT AND MACHINEBUILDING №2 (51) 2021

ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ №2 (51) 2021

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

გამოდის პერიოდულად წელიწადში სამჯერ

Published periodically for three times a year

Журнал выходит в год три раза

გამომცემლობა „ტრანსპორტი & მანქანათმშენებლობა“

Publishing House „TRANSPORT & MACHINEBUILDING“

Издательство „ТРАНСПОРТ & МАШИНОСТРОЕНИЕ“

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 2021წ. 25 ივნისი;  
გამოცემის ფორმატი 60X84 1/8; ფიზიკური ნაბეჭდი  
თაბახი 11.25; საბეჭდი ქაღალდი - ოფსეტური №1.  
Signed for printing 25: 06: 2021; Editor size 60X84 1/8; printed  
sheet 11.25; printing paper - Offset N1.  
Подписано к печати 25: 06: 2021г; Формат издания л. 60X84 1/8;  
Физических печатных листов 11.25; Печатная бумага - офсетная №1.

სტრუქტურული  
საბრუნველყოფის და  
მენეჯმენტის ფუნქციები

