

# ტრანსპირენტი და მანქანათმშენებლობა

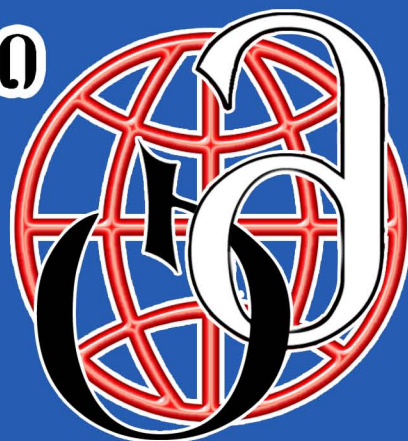
ISSN 1512-3537



სამეცნიერო-ტექნიკური  
ჟურნალი

№3(28) 2013

თბილისი



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

ISSN 1512-3537

# ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა

№3 (28) 2013

სასწავლო – მეთოდური და

სამეცნიერო – კვლევითი ნაშრომების კრებული



გამომცემლობა „ ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“

თბილისი 2013

# ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა TRANSPORT И МАШИНОСТРОЕНИЕ TRANSPORT AND MACHINEBUILDING

## სარედაქციო კოლეგია

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

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

## EDITORIAL BOARD

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

ჟურნალის გრაფიკული უზრუნველყოფის პროცესში აქტიურ მონაწილეობას ღებულობს „სკოლა XXI საუკუნის“ XI კლასის მოსწავლე **სანდრო ძოცენიძე**

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

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

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

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

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

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

რედაქციის მისამართი: თბილისი, კოსტავას 77

Адрес редакции: Тбилиси, Костава 77

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

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

Tel: 599 56 48 78; 551 611 611



შპს 656(075.8)

**რეგიონული სამეწარმეო საქმიანობის განვითარების  
თავისებურებები**

ო. გელაშვილი, გ. მაისურაძე, ნ. ბუთხუზი

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

**რეზიუმე:** *სტატიაში განხილულია საქართველოში არსებული რეგიონალური ეკონომიკური პრობლემები, რომელთა გონივრული გადაწყვეტა სამენარმეო საქმიანობის განვითარებისა და წარმატებითი ფუნქციონირების წინაპირობაა. ცნობილია, რომ ქვეყნის ბიუჯეტის შევსების მნიშვნელოვან ელემენტს შეადგენს მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარება. კვლევის საფუძველზე შესწავლილია მენარმეობის მხარდაჭერის ეფექტიანი გზები და დამუშავებულია რეკომენდაციები, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელი გახდება საქართველოს რეგიონების ეკონომიკური სიძნელების დაძლევა და განვითარებული ქვეყნების ეკონომიკის სტანდარტებთან მიახლოება.*

**საკვანძო სიტყვები:** ბიზნესი, მენამეობა, პროდუქცია, რეგიონი, კონკურენცია.

**შესავალი**

ნებისმიერი ქვეყნისათვის უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარებას, რომელიც განსაკუთრებულ როლს ასრულებს სახელმწიფოს მთლიანი შიდა პროდუქტის ფორმირებაში, სამუშაო ადგილების შექმნაში, ახალი ტექნოლოგიებისა და ინოვაციების დანერგვაში.

თანამედროვე პირობებში საქართველოს ეკონომიკისათვის უაღრესად მნიშვნელოვანია მცირე და საშუალო ბიზნესის დაჩქარებული განვითარება. სხვადასხვა



ქვეყნების ოფიციალური სტატისტიკის მიხედვით, ბიზნესის ამ სფეროში იქმნება დამატებითი ღირებულების 20% და სამუშაო ადგილების დაახლოებით 40 %.

საქართველოს ეკონომიკის ჩამოყალიბება მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარებაზე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული, რომელიც ახალი სტრუქტურული ცვლილებების მატარებელია და შეუძლია გადამწყვეტი როლი შეასრულოს მუნიციპალური და რეგიონალური განვითარების მიმართულებით.

საქართველოს რეგიონებში მცირე და საშუალო საწარმოების განვითარება საშუალებას იძლევა ეფექტურად გადაწყდეს მოსახლეობის დასაქმება, საწარმოო სიმძლავრეების დატვირთვა, ბიუჯეტის შემოსავლების გაზრდა, საშუალო ფენის ჩამოყალიბება და სხვა. საქართველოს ეკონომიკაში მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარების საჭიროება გარდაუვალია. ამიტომ ასეთი ტიპის ბიზნესის დაფუძნება პრიორიტეტულია და როგორც პოლიტიკურად, ისე ეკონომიკურად, პირველი რიგის ამოცანად უნდა იქცეს.

## შეჯამება

ქვეყნის ეკონომიკური განვითარებისათვის გატარებულმა რეფორმებმა (დაჩქარებული ფართო მასშტაბიანი პრივატიზაციის პროცესი, უცხოელი ინვესტორებისათვის დახურული ბაზრის სეგმენტების გახსნა, ლიბერალური საგადასახადო კოდექსის მიღება, სხვადასხვა ბიზნესებისათვის გართულებული სალიცენზიო პროცედურების გაუქმება და სხვა) შექმნეს დადებითი წინაპირობები ეკონომიკური ზრდისა და განვითარებისათვის. აღნიშნულ პროცესს მნიშვნელოვანწილად აკლია ისეთი კომპონენტებისა და ფაქტორების არსებობა, როგორებიცაა: ტექნოლოგიურად ჩამორჩენილობა, სხვადასხვა ინოვაციებზე დაფუძნებული მიდგომების დეფიციტი, სუსტი სამეწარმეო აქტივობა, ადგილობრივი და რეგიონალური პოლიტიკის შეუთანხმოება და სხვა. შედეგად, რეგიონების ეკონომიკური განვითარების დონე საქართველოში შორსაა სასურველისაგან და პროდუქტიულობისა და შემოსავლების დაბალი დონეა.

ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის საფუძველზე და საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მონაცემების (ცხრ.1) ანალიზიდან ჩანს, რომ სამეწარმეო საქმიანობის ძირითადი ეკონომიკური მაჩვენებლები, მათ შორის გამოშვებული პროდუქციის რაოდენობა 2011 წელს 74,8 %-ით გაიზარდა 2009 წელთან შედარებით. შესაბამისად დამატებული

ღირებულება 69, 3 %-ით. შუალედური მოხმარება 80,2 %-ით, დასაქმებულთა რიცხოვნობა 29,8 %-ით, ხოლო საშუალო თვიური ანაზღაურება 15,7 %-ით და მთლიანი ბრუნვა 80, 8 %-ით.

გლობალური ეკონომიკის ტენდენციები რეგიონებს მაღალ მოთხოვნებს უყენებს და მათ წამყვან მოთამაშეებად წარმოაჩენს. აქედან გამომდინარე, რეგიონალური ინოვაციური სისტემების, სანარმოო კლასტერების, ტექნოლოგიური ნოუ-ჰაუების, არატრადიციული ახალი დარგების, ნოვატორულ ცოდნაზე დაფუძნებული ინვესტიციების და სამეწარმეო გარემოს წახალისება და დანერგვა წარმოადგენს უმნიშვნელოვანეს ფაქტორებს, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელი გახდება საქართველოს რეგიონების ეკონომიკური სტაგნაციის დაძლევა და განვითარებულ ქვეყნების სტანდარტებთან მიახლოება.

ცხრილი 1

**სამეწარმეო საქმიანობის ძირითადი ეკონომიკური მაჩვენებლები**

მაჩვენებლები	2009 წ.	2010 წ.	2011 წ.	%-ული ზრდა 2009-2011 წწ.
ბრუნვა, მლნ. ლარი	20302.2	24400.7	36726.2	80.8
გამოშვებული პროდუქცია (პროდუქციაზე სუბსიდიების ჩათვლით), მლნ. ლარი	11003.1	13303.7	19239.9	74.8
დამატებითი ღირებულება, მლნ. ლარი	5464.1	6703.2	9253.7	69.3
შუალედური მომსახურება, მლნ. ლარი	5539.0	6600.5	9986.3	80.2
ძირითადი აქტივები, მლნ. ლარი	12025.8	13386.1	15538.7	29.2
დამსაქმებელთა რიცხოვნება, ათასი კაცი	387.5	397.8	503.2	29.8
შრომის საშუალო თვიური ანაზღაურება, ლარი	538.1	592.7	622.6	15.7

ეკონომიკური განვითარების თანამედროვე მიდგომების გათვალისწინებით მარტო ბუნებრივი რესურსები და კაპიტალი, რომლებიც წარმოადგენენ გადამწყვეტ ფაქტორებს ქვეყნის და მისი რეგიონების ეკონომიკური განვითარებისათვის, საკმარისი არაა იმ ტიპის ინოვაციური მიდგომების შექმნისა და რეალიზებისათვის, რომელიც უზრუნველყოფს რეგიონის კონკრეტული უპირატესობების ეფექტურ გამოყენებას და მდგრადი განვითარების სტიმულირებას. აღნიშნულის გათვალისწინება აუცილებელია იმისათვის, რომ საქართველო იყოს წარმატებული ქვეყანა მაღალ ტექნოლოგიებსა და ინოვაციებზე დაფუძნებულ

ეკონომიკის ეპოქაში. საკამათო არაა ის ფაქტი, რომ რეგიონებში თავისუფალი ეკონომიკური ზონები, რომლებიც არ შეიცავენ ნოვაციებსა და ტექნოლოგიურ პროგრესს, გარდაუვლად ტრანსფორმირდება უფუნქციო სივრცედ, როგორც ტექნოლოგიური, ასევე ეკონომიკური გაგებით.

ჩვენი გაანგარიშებები და საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის მონაცემების ანალიზი ქვეყანაში (რეგიონების) გამოშვებული პროდუქციის მოცულობის (ცხრ.2) პარამეტრის მიხედვით გვიჩვენებს, რომ აღნიშნული მაჩვენებელი საქართველოს მასშტაბით 2011 წელს 2009 წელთან შედარებით გაიზარდა. მათ შორის რეგიონების მიხედვით ყველაზე მაღალი პროცენტული მაჩვენებლებით გამოირჩევიან: იმერეთი 2,27-ჯერ, შიდა ქართლი 2,26 - ჯერ, სამცხე-ჯავახეთი 2,19 - ჯერ, კახეთი 1,76 - ჯერ, სამეგრელო - ზემო სვანეთი - 1,76-ჯერ.

ცხრილი 2

**გამოშვებული პროდუქცია რეგიონების მიხედვით**  
(პროდუქციის მოცულობა მლნ.ლარი)

რეგიონები	2009 წ	2010წ	2011წ	%-ული ზრდა 2009-2011 წწ.
გურია	74.6	88.7	115.0	54,1
იმერეთი	479.5	762.0	1089.8	127,2
კახეთი	181.7	226.3	319.6	76,0
მცხეთა-მთიანეთი	138.3	203.2	239.1	72,8
რაჭა-ლეჩხუმი და ქვ. სვანეთი	19.4	27.1	27.4	41,2
სამეგრელო-ზემო სვანეთი	473.7	580.5	836.2	76,5
სამცხე-ჯავახეთი	118.2	192.4	259.0	119,1
ქვემო ქართლი	1119.4	1424.5	1844.4	64,7
შიდა ქართლი	273.8	333.3	619.9	126,4

რეგიონალური ინოვაციები არის ეროვნული ინოვაციების სისტემის შემადგენელი ნაწილი და მას ხშირად გეოგრაფიულ დანამატს უწოდებენ. აღნიშნული იძლევა შესაძლებლობას დავასკვნათ, რომ ეროვნული სისტემის მსგავსად, ეს უკანასკნელი თავის თავში მოისაზრებს იმ კომპონენტებისა და ურთიერთობების ერთობლიობას, რომლებიც ურთიერთდაკავშირებულია რეგიონის შიგნით წარმოების, ბიზნესისა და ნოვატორული ცოდნის გამოყენების ასპექტში. რეგიონალური ინოვაციების სისტემის უმნიშვნელოვანეს კომპონენტებს შორის, პირველ რიგში, მოისაზრება რეგიონალური ინფრასტრუქტურის განვითარება. აგრეთვე გადამწყვეტ როლს თამაშობენ შესაბამისი სამთავრობო სტრუქტურები, სპეციალური სააგენტოები, მარეგულირებელი და სხვა ორგანიზაციები. რეგიონალური ინოვაციების სისტემის ზემოთ ჩამოთვლილი ელემენტები ურთიერთთანამშრომლობენ, კოორდინაციას უწევენ და მათი გეოგრაფიული სიახლოვის უპირატესობას შედეგად მოაქვს ნოვატორული ცოდნის ეფექტური გამოყენება, ახალი და გაუმჯობესებული პროდუქციის წარმოება და უკეთესი მომსახურების მიწოდება.



დღეს რეგიონალურ ეკონომიკურ პოლიტიკაში არსებულ პრობლემებს შორის, პირველ რიგში აღსანიშნავია რეგიონალურ და ეროვნულ სტრატეგიებს შორის კოორდინაციის უქონლობა, რეგიონალური სტრატეგიების, მიზნებისა და ამოცანების ბუნდოვანი ხედვა, ინოვაციებზე ორიენტირებული ინიციატივებისა და პოლიტიკის არქონა, სტიმულირებაზე დაფუძნებული პროგრამებისა და ადგილობრივი სამენარმეო გარემოს ხელშემწყობი პროექტების დეფიციტი, მცირე და საშუალო ბიზნესის არაქმედითი დახმარება, რესურსების არაადეკვატური განაწილება და რეგიონალური ინფრასტრუქტურის განვითარების დაბალი დონე.

### **დასკვნა**

ამრიგად, რეგიონალური ინოვაციური სისტემების კონცეფცია მნიშვნელოვანია როგორც რეგიონების, ასევე ზოგადად ქვეყნის ეკონომიკის განვითარებისათვის, რომელიც მრავალ ქვეყანაში ფართოდაა აპრობირებული და იძლევა უაღესად დადებითი ეფექტს. რეგიონებში მცირე და საშუალო მენარმეობის განვითარებამ უნდა უზრუნველყოს ქვეყნის ეკონომიკური კრიზისიდან გამოყვანა, მოსახლეობის საშუალო ფენის ჩამოყალიბება, გრძელვადიანი ეკონომიკური ზრდის და პოლიტიკური სტაბილურობის ხელშემწყობა და მწვავე სოციალური პრობლემების გადაჭრა.

### **ბამოყენებული ლიტერატურა**

1. **გ. ერქომაიშვილი.** მენარმეობის ფორმირებისა და განვითარების თავისებურებანი საქართველოში. თბ., 2004 წ.
2. **გ. შუბლაძე, მ. ნანიტაშვილი.** ბიზნესის საფუძვლები. თბ., 2011 წ.
3. [www.geostat.ge](http://www.geostat.ge) საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური.

## **SPECIFICITY OF DEVELOPMENT OF REGIONAL INDUSTRIAL ACTIVITY**

**O. Gelashvili, G. Maisuradze, N. Butkhuzi**

### **Resume**

The article examines the regional economic problems that exists in Georgia, judicious solution of these problems is a necessary condition for develop and successfully operate of production activity. As it is known, development of small and medium businesses is an important part of the budget of the country. According to the survey support of entrepreneurship and recommendations is studied. Through them it will be possible to solution economic difficulties of regions of Georgia and it will help to contribute to approach economic standarts of developed countries.

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**О. Гелашвили, Г. Маисурадзе, Н. Бутхузи**

### **Резюме**

В статье рассмотрены существующие региональные экономические проблемы в Грузии, разумное решение которых является предпосылкой производственной предпринимательской деятельности и успешного функционирования. Известно, что значительным элементом пополнения бюджета страны составляет развитие мелкого и среднего бизнеса. На основе исследования изучены эффективные пути поддержки предпринимателей и разработаны рекомендации, при помощи которых станет возможным преодоление экономических трудностей регионов Грузии и приближение к стандартам экономики развитых стран.

---

ББК 76.1 Л 87

## ბოთლის დეკორატიული საფუთავი

ჯ. უფლისაშვილი, ნ. ფიფია, მ. ყიფშიძე, ნ. ნათბილაძე

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

**რეზიუმე:** ნაშრომში აღწერილია ბოთლისათვის საფუთავის კონსტრუქცია. კონსტრუქციის კორპუსის მაფორმირებელი ელემენტები შესრულებულია გაშლილ და დაკეცილ მდებარეობებს შორის გადაადგილების შესაძლებლობით და ეს უკანასკნელი გააჩნიათ ვერტიკალური ღერძის გასწვრივ უკუქცევით-წინსვლითი გადაადგილების მეშვეობით. კონსტრუქცია აღჭურვილია სახურავით, რომელიც იძლევა ფუძესა და მას შორის ბოთლის ჩაკეტვის შესაძლებლობას, აგრეთვე გაშლილი მდებარეობის შესანარჩუნებლად იგი დამატებით აღჭურვილია მოქნილი საშუალებებით. აღწერილი საფუთავის კონსტრუქცია უპირატესია სხვა არსებულთან მისი ფუნქციური, საექსპლუატაციო და ესთეტიკური გაუმჯობესებული მახასიათებლებით.

**საკვანძო სიტყვები:** საფუთავი, ტარა, რეკლამა, კონსტრუქცია, ბოთლი.

## შეჯამება

რეკლამა თანამედროვე ადამიანს თან სდევს თითქმის ყოველ ნაბიჯზე. იგი მტკიცედ დამკვიდრდა საზოგადოებაში და ჩვენი ცხოვრების განუყოფელ ნაწილად იქცა. ჩვენ გამოუდგებით რეკლამის სამყაროში ვიმყოფებით. რეკლამა განიხილება როგორც მარკეტინგის უმნიშვნელოვანესი კომპონენტი. ეს საინფორმაციო და პროპაგანდისტული ერთობლიობაა, გამიზნული მოსახლეობის მოთხოვნილებებზე. თანამედროვე საზოგადოებაში ხასიათდება, როგორც “გაყიდვების სტიმულატორი”. იგი უნდა იყოს სანდო, მომხმარებლის ინტერესებს მორგებული, ასევე ორიგინალური და ნოვატორული, რადგანაც, ეს ისეთი შემოქმედებითი სფეროა, რომელიც მუდმივად სიახლეებს მოითხოვს.

სარეკლამო ინდუსტრიაში დიდი როლი უჭირავს შესაფუთი მასალების კონსტრუირებასა და დიზაინის სწორ შერჩევას. ოპტიმალურად შერჩეული საფუთავის კონსტრუქცია უფრო მოხერხებულს ხდის ბრენდს არა მარტო მოხმარების არამედ ტრანსპორტირებისა და შენახვის თვალსაზრისითაც. ძოგადად მოქნილი ელემენტების კონსტრუქციაში ჩართვა და გამოყენება კი მთლიანობაში ამაღლებს საფუთავის კომპაქტურობას.

## პირითადი ნაწილი

ნაშრომში წარმოდგენილია ინდივიდუალური საფუთავი ტარა, (სურათი 1) რომელიც განკუთვნილია ბოთლის ან სხვა ცალობითი ნაკეთობის შესაფუთავად, მათი შემდგომი შენახვისა და ტრანსპორტირების უზრუნველსაყოფად.

ცნობილია ბოთლი ქსოვილიანი საფუთავით, სადაც იგი ქსოვილში ჩასმულია იმგვარად, რომ იგი იმეორებს მის ფორმას და მთლიანად ფარავს ბოთლის გვერდით ზედაპირს. ასეთი კონსტრუქციის ქსოვილიანი ბოთლის უარყოფით მხარეს წარმოადგენს წარმოადგენს მცირე ფუნქციური შესაძლებლობები და დაბალი ესთეტიკური თვისებები. აღნიშნული ნაკლოვანებანი ძირითადად განპირობებულია იმით, რომ ქსოვილი არ არის მოხერხებული ბოთლის ტრანსპორტირებისათვის, მისი ასეთი ფორმით შესრულება არ აუმაჯობებს სამომხმარებლო თვისებებს, არ ხდის მიმზიდველ პროდუქტს ისედაც გაჯერებულ სამომხმარებლო ბაზარზე.

ცნობილია შეფუთვა ბოთლებისათვის, რომელიც შეიცავს ყუთს გვერდითი კედლებით და ძირით, რომლის შიგნით განთავსებულია ცილინდრული კორპუსის მქონე ბოთლები. ბოთლებს შორის ჩადგმულია ტიხარი, რომელიც დამზადებულია პოლიმერული ან სხვა მასალისაგან. ეს ტიხარი შესრულებულია მოცულობით ფირფიტის სახით და მის თითოეულ მხარეზე ფორმირებულია, სულ მცირე, ერთი ერთი გრძივად ორიენტირებული შვერილი გვერდითი კედლებით, რომელთა ზედაპირები ერთმანეთთან და ტიხარის ზედაპირთან შეერთებულია მომრგვალებული უბნებით. ასეთი მომრგვალებები დადებითად მოქმედებენ საექსპლუატაციო მახასიათებლებზე, რამეთუ მათი მეშვეობით თავიდანაა აცილებული ეტიკეტის დაზიანება ბოთლების ჩაწყობისა თუ ტრანსპორტირებისას.





სურათი 1. ბოთლის საფუთავი.

ასეთი შეფუთვის უარყოფით მხარეს წარმოადგენს დაბალი ხანგამძლეობ, რადგან ტიხარი ძირითადად შეიძლება დამზადდეს ისეთი მასალისაგან, როგორცაა მაგალითად, გოფირებული მუყაო, რომელიც შეიძლება ადვილად გამოვიდეს მწყობრიდან ხშირი ან დაუდევრად მოხმარების შემთხვევაში. გარდა ამისა, მას გააჩნია დაბალი ესთეტიკური და სამომხმარებლო თვისებები, განპირობებული ძირითადად კონსტრუქციით, ვინაიდან შეუძლებელია ასეთი შეფუთვის დაკეცვა, რაც ქმნის გარკვეულ უხერხულობას მისი გადატანისას და შეუძლებელია შიგთავსის ვიზუალიზაცია.

ცნობილია აგრეთვე დასაკეცი შეფუთვა ბოთლისათვის, რომელიც შეიცავს ვერტიკალური ორიენტაციის კორპუსის მაფორმირებელ ელემენტებს, რომლებიც შესრულებულია ერთიანი ბრტყელი ნამზადისაგან, ფუძეს და სახელურს. კორპუსი ასევე შედგება კვანძებისაგან, რომლებიც განლაგებულია მაფორმირებელ ელემენტებზე და შედგება ერთმანეთის პარალელურად და ვერტიკალური ღერძის პერპენდიკულარულად განლაგებული ნაწილებისაგან და მათი მაერთებული საყრდენი წიბოებისაგან. მაფორმირებელ ელემენტებზე პერპენდიკულარულად განლაგებული ნაწილებისაგან და მათი მაერთებული საყრდენი წიბოებისაგან. აფორმირებელ ელემენტებზე შესრულებულ კვანძების თითოეულ პარალელურ ნაწილს გააჩნია ნახევარი რგოლის ფორმა, ხოლო ღრეჩო მათ შორის უზრუნველყოფილია ტრაპეციის ფორმის საყრდენი წიბოებით. აღნიშნული კვანძები ასევე შესრულებულია ბოთლის ზედაპირთან მჭიდრო კონტაქტის უზრუნველსაყოფით, რისთვისაც მათ გააჩნიათ დამატებითი ამონაჭრები, რომლებიც იმეორებენ ბოთლის წარმოქმნილი ზედაპირის ფორმას.

ზემოთ აღწერილი კონსტრუქციის უარყოფით მხარეს წარმოადგენს კონსტრუქციისა და დამზადების სირთულე, რაც ძირითადად განპირობებულია ერთი მთლიანი ნაკეთობიდან კონსტრუქციის დამზადების ტექნოლოგიიდან გამომდინარე, რადგან მასზე შესრულებულია ამონალების და განაჭვრების სიმრავლე, გარდა ამისა საჭიროა ერთი მთლიანი ნაკეთობიდან დამზადებული კორპუსის კვანძების შემადგენელი ნაწილებისათვის სხვადასხვა მიმართულებით ორიენტაციის შესაძლებლობის მინიჭება.

ხსენებული ნაკლოვანებები მინიმუმამდეა დაყვანილი ჩვენს მიერ წარმოდგენილი საფუთავით ბოთლისათვის, რომელიც შეიცავს კორპუსის მაფორმირებელ ელემენტებს, ფუძეს და სახელურს, სადაც კორპუსის მაფორმირებელი ელემენტები შესრულებულია გაშლილ და დაკეცილ მდგომარეობებს შორის გადაადგილების შესაძლებლობით და ეს შესაძლებლობა გააჩნიათ ვერტიკალური ღერძის გასწვრივ უკუქცევით-წინსვლითი გადაადგილების მეშვეობით, ასე, რომ გაშლილ მდგომარეობაში ისინი განლაგებულია ერთმანეთის პარალელურად მათ შორის ღრეჩოს წარმოქმნით, ხოლო დაკეცილ მდგომარეობაში კი ხსენებული ელემენტები განლაგებულია ერთმანეთზე, გარდა ამისა იგი აღჭურვილია სახურავით, რომელიც მიერთებულია ფუძიდან ყველაზე შორს მდებარე მაფორმირებელ ელემენტთან, მასსა და ფუძეს შორის ბოთლის ჩაკეტვის შესაძლებლობით და ამით გაშლილი მდგომარეობის მდგომარეობის შესანარჩუნების უზრუნველსაყოფად, ამასთან, გაშლისა და გაშლილი მდგომარეობის შესანარჩუნებლად იგი დამატებით აღჭურვილია მოქნილი საშუალებებით.

გარდა ზემოაღნიშნულისა უარყოფითი მხარეები აღმოფხვრილია იმით, რომ: ფუძეზე შესრულებულია ამონაღები მასში ბოთლის ძირის განსათავსებლად. სახელური შესრულებულია მოქნილი ელემენტების წყვილის სახით.

გაშლისა და გაშლილი მდგომარეობის შესანარჩუნებელი მოქნილი საშუალებები შესრულებულია სახელურის თითოეულ წყვილთან ერთად ერთი მთლიანი დეტაილს სახით, ამასთან ხსენებული წყვილიდან თითოეული თავისუფლადაა გატარებული მათ შორის მდებარე დანარჩენ მაფორმირებელ ელემენტებში შესრულებულ ნახვრეტებში და ბოლოებით დაკავშირებულია ფუძესთან, ისე, რომ ყოველ მომიჯნავე მაფორმირებელ ელემენტებს შორის და ფუძეს მასთან ყველაზე ახლოს მდებარე მაფორმირებელ ელემენტს შორის მდებარე მოქნილი ელემენტების მონაკვეთზე შესრულებულია მარყუჟი, კორპუსის გაშლილი მდგომარეობისას მათი ჩამოცურების თავიდან ასაცილებლად ან გაშლისას თითოეული მაფორმირებელი ელემენტის წასატაცებლად ფუძე მასთან ყველაზე ახლოს მდებარე მაფორმირებელი ელემენტთან და ყოველი მაფორმირებელი ელემენტი მის მომიჯნავედ მდებარე ყოველ ელემენტთან დაკავშირებულია ხსენებული მოქნილი საშუალებების მეშვეობით, ხოლო სახელური კი მიერთებულია ფუძესთან ყველაზე შორს მდებარე მაფორმირებელ ელემენტთან.

## დასკვნა

ჩვენს მიერ წარმოდგენილი საფუთავის უპირატესობაა ფუნქციური შესაძლებლობის გაფართოება, საექსპლუატაციო და ესთეტიკური მახასიათებლების გაუმჯობესება. ფუნქციური შესაძლებლობის გაფართოება მიიღწევა იმით, რომ ასეთი ტარით შესაძლებელია არა მარტო რაიმე კონკრეტული მწარმოებლის ბოთლის შენახვა და ტრანსპორტირება არამედ, მისი გამოყენება სხვადასხვა ეტიკეტით მარკირებული ბოთლის შენახვა ტრანსპორტირებისთვისაც, რადგან კორპუსის მაფორმირებელ ელემენტებს შორის საკმაო ღრეჩოს არსებობის გამო უზრუნველყოფილია ბოთლის ვიზუალიზაცია და თავიდანა აცილებული ეტიკეტის ტარაზე გადმოტანის აუცილებლობა.



## ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. “ Creative Gift Packaging “- designed by TOKO KONDO printed in Japan 1998year.
2. „ბეჭდვითი რეკლამა“ ღამხმარე სახელმძღვანელო „ტექნიკური უნივერსიტეტი“ 2009წელი.

## ДЕКОРАТИВНАЯ УПАКОВКА БУТЫЛКИ

Дж. Уплисашвили, Н.Пипия, М. Кипшидзе, Н. Натбиладзе

### Резюме

В данной работе описывается конструкция упаковки для бутылки. Формировочные элементы корпуса данной конструкции выполнены с учетом перемещения в развернутом и сложенном состоянии и это последнее возможно с помощью перемещения вертикальной оси вдоль и поперек. Конструкция снабжена крышкой, которая обеспечивает блокировку бутылки между основой и крышкой. Также для обеспечения развернутого состояния они снабжены дополн

ительными гибкими элементами.

Конструкция данной упаковки имеет преимущество по сравнению с существующими, за счет ее улучшенных функциональных, эксплуатационных и эстетических показателей.

## DECORATIVE BOTTLE PACKAGING

D. Uplisashvili , N. Pipia , M. kipshidze , N . Natbiladze

### Summary

The given work describes the structure of packing for the bottle. The forming elements of the body of the given structure are executed taking into account displacement in open and folded conditions that is possible with the assistance of lengthwise and crosswise displacement of the vertical axle. The structure is equipped with the cover, which provides blocking of the bottle between the body and the cover. For ensuring open position it is additionally equipped with flexible elements.

Structure of the given packing has an advantage compared to existing structures due to enhanced functional, operational and esthetic characteristics.

შპს 669.1.017:621.774.35

**„ახალი ფენომენის“ ბამოქმენება B500W-ტიპის არმატურის  
საწარმოებლად**

გ. კოპალეიშვილი, ნ. მუმლაძე, ზ. ტაბატაძე, მ. თაბაგარი, ბ. კერძევაძე, ო. ბარბაქაძე  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, შპს „რუსთავის ფოლადი“)

**რეზიუმე:** ჩვენს მიერ შემუშავებულ კომპოზიციებს თან ახლავს, ე.წ. „შლეიფი“ <Ti+N+V>, რომლის გავლენით სხვადასხვა პირობებში ადგილი აქვს „ახალი ფენომენის“ გამოვლენას: სიმტკიცის მაჩვენებლების მნიშვნელოვან ზრდას, პლასტიკურობის გარკვეულ დონეზე შენარჩუნებით. ალბათ, წარმოქმნილი მეორადი ფაზები ძალზე დისპერსიულია, რომლებიც არ წარმოადგენენ დისლოკაციებისათვის „გადაულახავ წინაღობებს“. „ახალი ფენომენი“ გამოვლენილია: განმალრუებელი (გამჭოლი) ღვანების სამართულების ექსპლუატაციის დროს (ფოლადი 10XH3MΦT), ფოლად 40AΓΦT-დან მიღებული მილნამზადების გლინვისას მილსავლინავ ავრევატ „140“-ზე (სატუმბო-საკომპრესორო მილები Φ 73X5,5 მმ; ქუროებისთვის Φ 89X13 მმ), 18AΦT-ტიპის ფოლადიდან არმატურის (NN 25; 18; 16 მმ) გლინვისას სორტსავლინავ ღვანზე. მოყვანილ მაგალითებზე ნაჩვენებია, რომ „შლეიფის“ არსებობას თან ახლავს „ახალი ფენომენის“ გამოვლენა. აღნიშნულის გამო, შესწავლის სტადიაშია, ჩვენს მიერ შემუშავებული შენადნობები, მაგალითად, 08XH3CΔMΦT, 200X20ΔH3ΦT, 350C1Ю1ΔH3MΦT, რომლებიც განკუთვნილია მილსავლინავი ღვანების ინსტრუმენტების საწარმოებლად. წარმოდგენილ ნაშრომში მოცემულია ფოლად 18AΦT-ზე მიღებული წინასწარი შედეგები. მათი ანალიზი საშუალებას გვაძლევს მიღებული გამოყენებული იქნეს ISO-ს მოთხოვნებით B500W - ტიპის, უნიფიცირებული, შესადულებელი

$(C \leq 0,22\%; CE \leq 0,43\%)$  არმატურის სანარმოებლად დენადობის ზღვრით  $\sigma_d \geq 5006/მმ^2$ , ცხლადგლინულ მდგომარეობაში-თერმული დამუშავების გარეშე. მნიშვნელოვანია აგრეთვე შედეგები მიღებული ამ ფოლადის თერმული დამუშავების შემდეგ.

**საკვანძო სიტყვები:** „შლეიფი“ და „ახალი ფენომენის“ გამოვლენა 18AΦT-დან არმატურის (NN 25; 18; 16მმ) გლინვისას B500W-ს მისაღებად სორტსაგლინავ დგანზე. თერმული დამუშავების შედეგები მიღებული იმავე ფოლადზე.

## შეჯამება

გასული საუკუნის ბოლოს, ISO -ს გადანყვეტილებით, ევროპის ქვეყნები გადა-ვიდნენ ერთი კლასის, უნიფიცირებული, შესაძლებელი არმატურის წარმოებაზე დენადობის ზღვრით  $\sigma_d \geq 5006/მმ^2$ , ჩვეულებრივი რკინაბეტონის სანარმოებლად - B500W (ISO 6935-2; EN10080; DIN 488; BS449; YSO 9655/2). მეზობელ ქვეყნებში (რუსეთი, უკრაინა, ბელორუსია და სხვა) ამ მიმართულებით ინტენსიურად დაიწყო კომპოზიციების შემუშავება და მათი სამრეწველო აპრობაციები. გამოჩნდა პირველი ცდების შედეგები: ჩუსოვსკის მეტალურგიულმა ქარხანამ (სხვებთან ერთად კოოპერირებით) აითვისა ახალი კომპოზიცია 20ГCΦ, რომელიც აკმაყოფილებს B500W-ს მოთხოვნებს [1] და ლეგირების ხარჯები არ აღემატება ღირებულებას (ხარჯებს) თერმომექანიკურ დამუშავებაზე. ამ მიმართულებით ჩვენს მიერ, შპს „რუსთავის ფოლადთან“ ერთად, შემუშავებული იქნა კომპოზიციები (13Г1C2ΦT, 13Г1C1ДΦT), რომლებიც აკმაყოფილებენ B500W-ს მოთხოვნებს ( $C_{max}=0.17\%; CE=0,36\%$ ). დამატებით, მეორე კომპოზიციაში გათვალისწინებულია კოროზიამდებობის საკითხებიც. ისე, რომ დასმული პრობლემური ამოცანა ამოხსნილია, რასაც ჭირდება კვალიფიციურად შესრულებული ბიზნესგეგმა.

ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით ტარდებოდა აგრეთვე სამუშაოები, რომელთა მიზანს შეადგენდა გარკვეულიყო ხომ არ არსებობს სხვა გზები ამ პრობლემური ამოცანის გადასაჭრელად.

გასული საუკუნის 70-იან წლებში სპი-ს (ახლა სტუ-ს) მასალათა თვისებების ჯერ სექტორში, შემდეგ „მასალათა თვისებების ლაბორატორიაში“ (ახლა: „მასალათა თვისებების სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი“-„მოსსც“) შეიქმნა ახალი მიმართულება, რომელიც ეხებოდა მილსაგლინავი დგანების ინსტრუმენტს (ახალი კომპოზიციების

შემუშავებას მათი ხანგამძლეობის გაზრდის მიზნით). დღეს (2013 წ) ცენტრის ცხოვრებაში აღნიშნული მიმართულება ითვლება ერთ-ერთ ძირითად მიმართულებად. პირველი სტარტი ეხებოდა განმარტებელი (გამჭოლო) დგანების სამართულების მედეგობის გაზრდას. შემუშავებული იქნა 12XH3A-ს ნაცვლად ახალი კომპოზიცია-10XH3MΦT ტიპის მცირენახშირბადიანი ბენიტური კლასის ფოლადი და მისი თერმული დამუშავების, ასევე ახალი-ორიგინალური რეჟიმები. ერთმაგი მონვა შეცვალა დაკომპაქტებულმა ორმაგმა მონვამ, რომელიც ხშირად მთავრდებოდა სამართულების გაცივებით გამოწვეულ ქვედგენორმალიზაციით. პირველი მონვით მიიღებოდა (სხვა მოსაგვარებელ საკითხებთან ერთად) ნიკელითა და სხვა ელემენტებით გაჯერებული მხურვალმედეგი შრე ( $t_{\text{შრე}} \approx 800^{\circ}\text{C}$ ). დაკომპაქტებულ რეჟიმში ჩატარებული მეორე მონვა ემსახურებოდა აუსტენიტის მარცვლის შემცირების საკითხებს, ხოლო, ბოლოს ჩატარებული ნორმალიზაცია იძლეოდა საშუალებას სამართულების გარე შრეებში მიღებული ყოფილიყო ბენიტური სტრუქტურა. სხვანაირად, მხურვალმედეგ გარე შრეს გაუჩნდა უფრო მტკიცე საყრდენი, ვიდრე ფერიტ-პერლიტურ სტრუქტურას ჰქონდა. შედეგი სახეზე იყო: განმარტებული-გაჭოლილი მასრათა რიცხვი გაიზარდა ორჯერ (250-300-ის ნაცვლად გახდა 500-600 მასრა). სისტემატური დაკვირვებების შედეგად დაფიქსირდა აგრეთვე, რომ სამართულების მედეგობა ზოგჯერ უტოლდებოდა 700, 800, 1000 მასრას. დაფიქსირებული იყო, ჩვენთვის უცნობი ფაქტორის მოქმედება, რომელიც მნიშვნელოვნად ცვლიდა, როგორც არსებულ წარმოდგენებს, ასევე, მიღებულ შედეგებს, საჭირო შეიქნა დანვრილებით და უფრო ღრმად შეგვესწავლა აღნიშნული პროცესი. ჩვენთვის ცნობილი იყო, რომ გამაცივებელი სისტემის ნორმალურ მუშაობისას სამართულების ტემპერატურა გაჭოლვის დროს არ აღემატებოდა  $600-650^{\circ}\text{C}$  -ს და A<sub>1</sub>-ის ქვემოთ თერმოციკლირებისას ფუძეს - რკინას არ გააჩნია ფაზური გარდაქმნები. შესაძლებელია ამ პროცესზე გარკვეული გავლენა ჰქონდა A<sub>1</sub>-ის ქვემოთ არსებულ რეკრისტალიზაციის ტემპერატურულ ინტერვალს. ჩვენს მიერ „ИМАШ“-ის ტიპის დანადგარზე, შემუშავებული ფოლადის (10XH3MΦT) ნი- მუშების თერმოციკლირებით ( $20^{\circ}\text{C} \longleftrightarrow 650^{\circ}\text{C}$ ), დრეკადობის ზღვრებში გამჭიმავი ძალის მუდმივად მოქმედებისას, იმიტირებული იქნა განმარტების- გაჭოლვის პროცესი [2-4]. ლაბორატორიულ პირობებში ჩატარებული ექსპერიმენტის (-ების) ერთი ციკლი გარკვეულად ეთანადებოდა

განღრუების-გაჭოლვის პროცესს. ფოლადის სტრუქტურა და მექანიკური თვისებების მახასიათებლების მნიშვნელობები ფიქსირდებოდა გარკვეული ციკლების (10; 100; 500; 1000) შემდეგ. მაგალითად: 1000 ციკლის შემდეგ დაფიქსირდა დენადობის ზღვრის (σ<sub>დ</sub>) სამჯერ მეტად ზრდა, პლასტიკურობის მაჩვენებლების მაღალ დონეზე შენარჩუნებით. ციკლთა რიცხვის გაზრდით ფუძის სისალე კლებულობდა (1000 ციკლის შემდეგ ფერიტის მიკროსისალე 13006/მმ<sup>2</sup>-დან შემცირდა 9006/მმ<sup>2</sup>-მდე). ამ პროცესს თან ახლდა მანამდე უცნობი განმტკიცების პროცესი (ჩვენი რედაქციით: „დისპერსიული განმტკიცების პროცესი“!). დღეს წარმოებაში ჩაშვებულია არსებულის (10XH3MΦT) ბაზაზე შექმნილი 08XH3CДMΦT ტიპის კომპოზიცია მრავალი სიახლით, მათ შორის „შლეიფით“-<Ti+N+V> და „ახალი ფენომენით“ გლობულარულ ბენიტში. ატომური აზოტის საჭირო რაოდენობა (N=0,007-0,014%) მიიღება სპონტანურად ლითონის ელექტრორკალურ ლუმელში დნობისას (ამოცანა მარტივდება, როცა გამოყენებულია დუპლექს-პროცესი ელექტრორკალური ლუმელი+ციცხვ-ლუმელი). გარდა ამისა, შესაძლებელია აგრეთვე სასურველი შედგენილობის კომპოზიცია გამოდნობილი იქნეს ინდუქციურ ლუმელებში აზოტის შემცველი შენადნობების გამოყენებით, მაგალითად: Fe+Si+N.

მცდელობა მოკვლეული განმტკიცების მეთოდოლოგია გამოგვეყენებინა პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად არ დამთავრებულა წარმატებით, მაგრამ „გაჩნდა“ ახალი იდეა: „შლეიფი“- <Ti+N+V> ხომ არ „იმუშავებს“-იმოქმედებს ჩვეულებრივი ტექნოლოგიის პირობებში (მაგალითად, წნევით დამუშავებისა და სხვადასხვა სახის დაძველების პირობებში და სხვა), თერმოციკლირების გარეშე. აღნიშნულის კარგი მაგალითია ფოლადი 40AГΦT, რომელიც ჩვენი რეცეპტით გამოდნობილი იქნა ვოლგოგრადის ქარხანა „Красный Октябрь“-ში, ხოლო მიღებულ მილნამზადებიდან (Φ110 მმ) მიღების გლინვა განხორციელდა რუსთავში, მილსაგლინავ აგრეგატ „140“-ზე (დნობები №253246 და №253247). გაიგლინა სატუმბო-საკომპრესორო მილები Φ 73X5,5მმ (ქუროებისათვის Φ 89X13 მმ). ჩატარებული კვლევებით დადასტურდა, რომ ძირითადი ამოცანა (სიმტკიცის „E“ ჯგუფის მილების მიღება) გადაწყვეტილი იყო ორივე ნაღობზე, ყველა მდგომარეობაში, წარმატებულად. რაც შეეხება ნაღობს №253246, მისგან მიღებული მილები (Φ 73X5,5მმ) პასუხობდა სიმტკიცის უფრო მაღალი დონის მოთხოვნებს

(ახლოს იყო სიმტკიცის „M“ დონესთან -  $\sigma_{\text{დ}} \geq 7606/\text{მმ}^2$ ;  $\sigma_{\text{დ}} = 7506/\text{მმ}^2$ ;  $\sigma_{\text{B}} = 10306/\text{მმ}^2$ ;  $\delta_5 = 14\%$ ;  $\psi = 54\%$ ). „შლეიფების„ შედარებამ, ალუმინთან ერთად, აჩვენა, რომ (№46- $\langle \text{Ti} = 0,014\% + \text{N} = 0,009\% + \text{V} = 0,10\% \rangle + \text{Al} = 0,034\%$ ; №47- $\langle \text{Ti} = 0,015\% + \text{N} = 0,014\% + \text{V} = 0,08\% \rangle + \text{Al} = 0,029\%$ ) პირველ შემთხვევაში აზოტი კარგადაა განონასწორებული ტიტანით, ვიდრე მეორის დროს. ასევე, უფრო აქტიურია პირველის დროს ვანადიუმისა და ალუმინის გავლენა სტრუქტურათა ჩამოყალიბების - ფორმირების დროს, ვიდრე ეს მოსალოდნელია დნობის №253247 დროს. რა თქმა უნდა, მოყვანილი მოსაზრებები ჰიპოთეზურია და საჭიროებს ფართომასშტაბიანი კვლევების ჩატარებას. მიუხედავად აღნიშნულისა, ფაქტი რჩება ფაქტად „შლეიფი“-  $\langle \text{Ti} + \text{N} + \text{V} \rangle$  „მუშაობს“ მიღების რედუცირებისას, რომლის გაძლიერება შეიძლება დამუშავებით „ნორმალიზაცია ნაკადში“. ჩვენი მარაგნაკეთით, აღნიშნული მოგვცემს საშუალებას სტაბილურად მივიღოთ სიმტკიცის „M“ ჯგუფის მიღები. ცხელი პლასტიკური დეფორმაციის დროს ფუძეში გამოყოფილი ულტრადისპერსიული ნაერთები განაპირობებენ სუბმარცვლის მცირე ზომას, რაც ფაზური  $\gamma \rightarrow \alpha$  გარდაქმნის შედეგად უფრო დისპერსიული სტრუქტურის წარმოქმნას უწყობს ხელს. მსგავსი პროცესები შეიძლება განხორციელდეს, ე.წ. „ნანო“ დანამატების (კარბიდები, ნიტრიდები, ოქსიდები, ბორიდები და სხვა) გამოყენებითაც.

### მასალა და კვლევის მეთოდიკა

საკვლევ მასალას წარმოადგენდა ფოლადი 3, განუანგული მხოლოდ სილიციუ- მითა და მანგანუმით, რომლისაგან მიიღება (მიკროდანამატების გამოყენებით) 18AΦT -ტიპის კომპოზიცია. ფოლადის დნობა წარმოებდა დუპლექს- პროცესის გამოყენებით (ელექტრორკალური ლუმელი+ციცხვ-ლუმელი). დნობისა და უნტვეტი ჩამოსხმის პროცესები ტარდებოდა არსებული დროებითი ინსტრუქციების მიხედვით [5,6]. გათვალისწინებული იყო ის მოთხოვნები, რომლებიც წაყენება საკაზმე მასალებს; განმუანგველებს, მალეგირებელ და სხვა ტიპის დანამატებს; გამოსაშვებ პროდუქციას და სხვას. ლუმელის ჩატვირთვის წინ ტრადიციულად ტარდებოდა მოსამზადებელი სამუშაოები. შემდეგ იწყებოდა მასალების ჩატვირთვა ლუმელში, რომელიც მთავრდებოდა ლუმელის ჩართვით. ფოლადის (18AΦT) გამოდნობის ყველა ეტაპი სრულდებოდა ტექნოლოგიური ინსტრუქციის მიხედვით, რაც მთავრდებოდა ფოლადის გაშვებით ციცხვ-ლუმელში. ამ პროცესს წინ უსწრებდა სინჯის აღება



ფოლადის შედგებილობის დასადგენად, ასევე, რეგულიარულად იზომებოდა ლითონის ტემპერატურა, განსაკუთრებით გაშვების წინ ( $t_{გაშ.}=1620-1630^{\circ}\text{C}$ ). ციცხვში წარმოებდა განმჟანგველების მიწოდება, არგონით შებერვის დაწყება, „შავი წილის“ მოხდა და ახალი-„თეთრი“ წილის ( $\text{CaO}\approx 95\%$ ) დაყენება. რის შემდეგ, არსებული წესით ციცხვ-ლუმელი ტრანსპორტირდებოდა აგრეგატთან „ლუმელი-ციცხვი“. ნახშირბადის, გოგირდის, ფოსფორის სასურველ დონეებზე დაყვანის შემდეგ ლუმელში მიეწოდებოდა საჭირო რაოდენობის 80%-იანი ვანადიუმის შემცველი FeV და 70%-იანი ტიტანის შემცველი FeTi. რეგულარულად იზომებოდა ტემპერატურა, იღებოდა სინჯები ფოლადის საერთო ქიმიურ ანალიზზე. ტარდებოდა გარკვეული კორექციები და ბოლოს სასურველი (საჭირო) ქიმიური შედგენილობის კომპოზიცია (ფლ 18AΦT დნ. № 7874: C=0,20%; Si=0,34%; Mn=0,80%; P=0,014%; S=0,023%; N=0,013%; Ti=0,019%; V=0,195% CE=0,37%.) მზად იყო. რა თქმა უნდა, ჩვენი მოქმედება აგრეგატთან „ლუმელი-ციცხვი“ კოორდინირებული იყო ფოლადის უწყვეტად ჩამოსხმის აგრეგატთან. სათანადო შეტყობინების შემდეგ ციცხვ-ლუმელი გადაცემული იქნა ფუჩმ-ს, გაგრძელდა ფოლადის უწყვეტად ჩამოსხმის პროცესი („ნაღნობი-ნაღნობზე“). უწყვეტი ჩამოსხმა ჩატარდა, ასევე არსებული ტექნოლოგიური ინსტრუქციის მიხედვით. განსხვავება ტრადიციულისაგან იყო ის, რომ კომპოზიცია 18AΦT წარმოადგენდა სრულად განუანგულ ( $\text{Si} + \text{Mn} + \text{Ti}$ ) ლითონს. ალუმინისაგან განსხვავებით ტიტანის არსებობას გართულებები არ მოყოლია, პირიქით, ის ჩამოსხმა უკეთ, ვიდრე ფოლადი განუანგული მხოლოდ  $\langle \text{Si} + \text{Mn} \rangle$ . ნაღნობიდან № 7874 მიღებულმა ნამზადებმა (Φ100მმ) გაიარა ტრადიციული შემოწმება. დაგეგმილი გვექონდა, რომ მაქსიმალურად გამოგვეყენებინა ექსპერიმენტული ნაღნობი არსებული პროფილებისათვის NN 32; 28; 25; 22; 20; 18; 16; 14; 12 მმ მისაღებად ცხლადგლინულ მდგომარეობაში-თერმული დამუშავების გარეშე და ამასთან, იმავე დიამეტრზე ჩაგვეტარებინა არსებული რეჟიმებით თერმუმექანიკური დამუშავება. აღნიშნული ამოცანა შესრულებულია დიამეტრებზე NN 25; 18; 16 მმ, ე.ი. გლინვა X უჯრიდან N 25მმ, გლინვა XII უჯრიდან N 18 მმ, გლინვა XIV უჯრიდან N16 მმ. თვისობრივი გავლენის დასადგენად დაგვრჩა N 14 მმ ან N 12 მმ, გლინვა XVI უჯრიდან, თუმცა გამოჭიმვის კოეფიციენტის გავლენა მიკრომალეგირებელ

ელემენტებთან ერთად, იქნება ძალზე მნიშვნელოვანი ამ რთული პროცესების სრულად ამოსახსნელად.

საკვლევი ლითონის მზა პროდუქციის მექანიკური გამოცდები გაჭიმვაზე და ღუნვაზე ტარდებოდა „გაუჩარხავ“ ნიმუშებზე. გაჭიმვაზე გამოცდები სრულდებოდა 100 ტონიან კომპიუტერული ტიპის მანქანაზე (ტაივანი), ხოლო ღუნვაზე გამოცდები ტარდებოდა ქარხნის თანამშრომლების მიერ ამ მიზნისათვის არსებულ მანქანებიდან კონსტრუირებულ დანადგარზე. მზადდებოდა ნიმუშები (შლიფები) მეტალოგრაფიული კვლევების ჩასატარებლად. მათი შესწავლა წარმოებდა Neophot 21- ტიპის მიკროსკოპის საშუალებით, სხვადასხვა გადიდებების (X 100; X 400; X 800<sub>3,8</sub>; X 2000) გამოყენებით. გადაღებას ვახდენდით ციფრული აპარატის გამოყენებით, შეისწავლებოდა ნიმუშების (შლიფების), როგორც გარე შრეები, ასევე ცენტრალური ნაწილი (გული) და გარდამავალი შრეები. იზომებოდა სისალე (მაკრო-, მიკრო-), განსაკუთრებით ეფექტური იყო შრეების შესასწავლად მიკროსისალის მეთოდი, ჩვენს შემთხვევაში IIIT-3-ის საშუალებით. აღნიშნულთან ერთად, იზომებოდა ფაზებისა და სტრუქტურული მდგენელების მიკროსისალები და სხვა.

### **ექსპერიმენტის შედეგები და მათი განხილვა**

ექსპერიმენტების შედეგები მოცემულია ცხრილებში 1-2 და სურ. 1-12. სურ. 1-4 მოცემულია სტრუქტურები არმატურიდან N 25 მმ (1- ცხლადგლინული გული; 2- ცხლადგლინული ნაპირი, გარე შრე; 3-თერმულად დამუშავებული გული; 4--თერმულად დამუშავებული ნაპირი, გარე შრე). ცალკეულ რეჟიმზე გადაღებულია ოთხი ფოტოსურათი სხვადასხვა გადიდებებით: ა- X 100; ბ-X 400; გ-X 800<sub>3,8</sub>; დ-X 2000. მოყვანილის ანალოგიურად მეტალოგრაფიული კვლევები ჩატარებულია არმატურებზე N 18 მმ, N 16 მმ (სურ. 5-8 ა, ბ, გ, დ მოცემულია N 18 მმ-ის სტრუქტურები მიღებული ცხლადგლინულ და თერმულად დამუშავების შემდეგ, ხოლო სურ.9-12 ა, ბ, გ, დ მოცემულია N 16 მმ არმატურის სტრუქტურები მიღებული თერმული დამუშავების გარეშე და თერმული- მაღალტემპერატურული თერმომექანიკური დამუშავების შემდეგ). თვითოეულ სურათს თან ახლავს მცირე კომენტარი, რომელიც გარკვეულად ასახულებს სტრუქტურების სხვადასხვა გადიდებებზე წარმოდგენას. ხშირად გადიდებები X 100; X 400 ემსახურება სტრუქტურის

დისპერსიულობის წარმოჩენას, ხოლო გადიდებებით X 800<sub>3.8.</sub>; X 2000 წარმოდგენილია ფოლადის 18AΦT სტრუქტურული მდგენელები. ასეთ მიდგომას უდავოდ გააძლიერებდა ფოტომასალა მიღებული დიდ გადიდებებზე „ნანო“ მდგენელების, დისლოკაციური აღნაგობის და სხვა დეტალების წარმოსაჩენად. დღეს მსჯელობა ნატიფ სტრუქტურაზე შეიძლება მხოლოდ ზოგადი წარმოდგენებით (მაგალითად, ფოლადი 40AΓΦT-ის გაჭიმვის მრუდებზე ცხლადგლინულ და ნორმალიზებულ მდგომარეობაში „ბაქნები“ არ შეიმჩნევა. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ სტრუქტურაში საკმარისი რაოდენობით არსებობს „თავისუფალი“ დისლოკაციები, რომელთა გადაადგილება არ იწვევს „ნახტომისებურ“ გადასვლას დრეკადობიდან პლასტიკურ დეფორმაციაში. რა თქმა უნდა, აღნიშნული დაკავშირებულია ფუძის დისლოკაციურ წყობაზე - აღნაგობაზე, მეორადი ფაზების დისპერსიულობაზე და სხვა).

პირველ ცხრილში მოყვანილი მონაცემების მიხედვით პარალელური კვლევების შედეგები, როგორც ცხლადგლინულ, ასევე, თერმული დამუშავების შემდეგ, ახლოსაა ერთმანეთთან. დეფორმაციის გაზრდით (N 25 მმ-  $\mu = 20$ ; N 18 მმ-  $\mu = 39$ ; N 16 მმ-  $\mu = 50$ ) შეინიშნება, აგრეთვე, სიმტკიცის მაჩვენებლების მატება ცხლადგლინულ მდგომარეობაში. რაც შეეხება იგივეს თერმული დამუშავების შემდეგ N 18 მმ გვაქვს კლება, რომელსაც მოსდევს გარკვეული მატება N 16 მმ-ის დროს. ამ პრობლემის მეცნიერულ დონეზე გადასაწყვეტად, ჩვენს მიერ რეკომენდებულია შეიცვალოს სუსტი ამძრავები უჯრებზე XIII, XIV, XV, XVI, რაც მოგვცემს

**ცხრილი 1. ფოლადი 18AΦT, დნობის № 7874; მექანიკური თვისებების მახასიათებლების ცვლილება ცხლადგლინული და მაღალტემპერატურული თერმომექანიკური დამუშავების შემდეგ**

არმატურის დიამეტრი, მმ და დამუშავების სახე	მექანიკური თვისებების მახასიათებლები		
	სიმტკიცის ზღვარი $\sigma_B$ , ნ/მმ <sup>2</sup>	დენადობის ზღვარი $\sigma_d$ , ნ/მმ <sup>2</sup>	ფარდობითი წაგრძელება $\delta_7$ , %
N 25 მმ ცხლადგლინული	660	526	27
N 25 მმ მთმდ	864	795	18
N 25 მმ ცხლადგლინული	657	511	30
N 25 მმ მთმდ	864	786	20

N 18 მმ ცხლადგლინული	684	561	31
N 18 მმ მთმდ	843	782	18
N 18 მმ ცხლადგლინული	689	559	35
N 18 მმ მთმდ	852	779	16
N 16 მმ ცხლადგლინული	699	575	27
N 16 მმ მთმდ	873	811	16,5
N 16მმ ცხლადგლინული	699	571	32
N 16 მმ მთმდ	865	796	19

ცხრილი 2. ფოლადი 18AΦT, დნობის № 7874, სისალე გამოილი IIIMT-3-ის საშუალებით-HV<sup>100</sup>,

კგძ/მმ<sup>2</sup>

არმატურის დიამეტრი, მმ	ცხლადგლინული		თერმულად დამუშავებული	
	ნიმუშის ცენტრი – გული	ნიმუშის ნაპირი	ნიმუშის ცენტრი – გული	ნიმუშის ნაპირი
N 25	220	223 <sub>Δ=3</sub>	288	303 Δ=15
N 18	256	281 <sub>Δ=25</sub>	267	297 Δ=30
N 16	234	245 <sub>Δ=14</sub>	279	298 Δ=19

საშუალებას პლასტიკური დეფორმაციის - გლინვის დამთავრება მიუახლოვოთ გამაცივებელ სისტემას (ყველა პროფილის გლინვა, გარდა NN 14, 12 მმ, დამთავრდეს XIV უჯრაზე). დეფორმირებული ლითონის აუცილებელი პაუზების უარყოფითი ეფექტი, განპირობებული მეტადინამიკური რეკრისტალიზაციის გავლენით, გარკვეულად კომპენსირდება მოჭიმვებით XIII-XIV უჯრებზე. ქვემოთ მოგვყავს დაჯგუფებული მონაცემები პირველ ცხრილიდან. ასეთი ფორმა უფრო კარგად წარმოაჩენს არსებულ შედეგებს.

ცხლად გლინული:

N 25 მმ -  $\sigma_B = 660 \text{ ნ/მმ}^2, 657 \text{ ნ/მმ}^2, \sigma_d = 526 \text{ ნ/მმ}^2, 5116/\text{მმ}^2, \delta_7 = 27\%, 30\%$ ;

N 18 მმ -  $\sigma_B = 684 \text{ ნ/მმ}^2, 689 \text{ ნ/მმ}^2, \sigma_d = 561 \text{ ნ/მმ}^2, 559 \text{ ნ/მმ}^2, \delta_7 = 31\%, 35\%$ ;

N 16 მმ -  $\sigma_B = 699 \text{ ნ/მმ}^2$ ,  $699 \text{ ნ/მმ}^2$ ,  $\sigma_{\text{ღ}} = 575 \text{ ნ/მმ}^2$ ,  $5716/\text{მმ}^2$ ,  $\delta_7 = 27\%$ ,  $32\%$ .

თერმული (თერმომექანიკური) დამუშავების შემდეგ:

N 25 მმ -  $\sigma_B = 864 \text{ ნ/მმ}^2$ ,  $864 \text{ ნ/მმ}^2$ ,  $\sigma_{\text{ღ}} = 795 \text{ ნ/მმ}^2$ ,  $7866/\text{მმ}^2$ ,  $\delta_7 = 18\%$ ,  $20\%$ ;

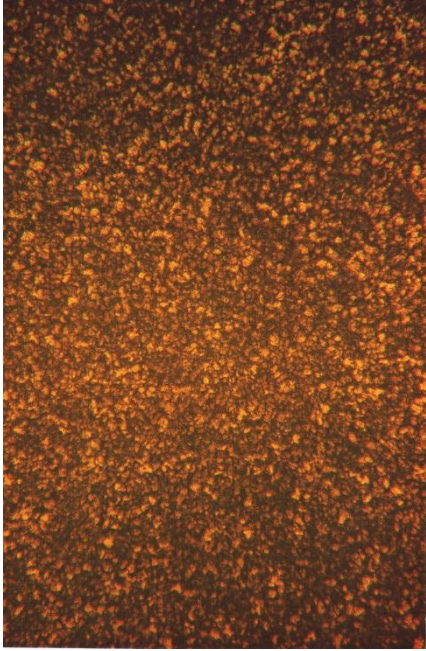
N 18 მმ -  $\sigma_B = 843 \text{ ნ/მმ}^2$ ,  $852 \text{ ნ/მმ}^2$ ,  $\sigma_{\text{ღ}} = 782 \text{ ნ/მმ}^2$ ,  $779 \text{ ნ/მმ}^2$ ,  $\delta_7 = 18\%$ ,  $16\%$ ;

N 16 მმ -  $\sigma_B = 873 \text{ ნ/მმ}^2$ ,  $865 \text{ ნ/მმ}^2$ ,  $\sigma_{\text{ღ}} = 811 \text{ ნ/მმ}^2$ ,  $7966/\text{მმ}^2$ ,  $\delta_7 = 16,5\%$ ,  $19\%$ .

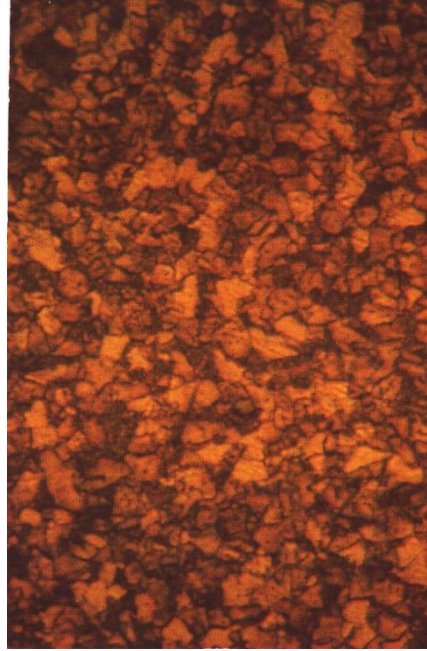
ცხრილში 2 მოცემული მონაცემები, გაზომილი PMT-3-ის საშუალებით ცხლადგლინულ მდგომარეობაში და თერმული დამუშავების შემდეგ, გარკვეულად ახასიათებენ შენადნობის მდგომარეობას. ამ მხრივ, შედარებით სტაბილურია სისაღეები გაზომილი ნაპირა შრეებში თერმულად დამუშავების შემდეგ  $HV^{100} = 297-303 \text{ კგძ/მმ}^2$ . იმავე არეებში გაზომილი სისაღეები ცხლადგლინვის შემდეგ ტოლია  $223-281 \text{ კგძ/მმ}^2$ .

როგორც გვეჩინდა აღნიშნული, კომენტარები მეტალოგრაფიული კვლევების შედეგებთან დაკავშირებით მოტანილია ცალკეულ სურათზე (ეს ჰედრემონის მიდგომა!). ჯამურად შეიძლება ითქვას, რომ სურათებზე 1-12 წარმოდგენილი სტრუქტურები თვისობრივად ახასიათებენ ფოლადის ( $18A\Phi T$ ) მდგომარეობას. მსჯელობა იქნებოდა უფრო დამაჯერებელი თუ არსებულთან ერთად გვეჩინებოდა მონაცემები სუბსტრუქტურაზე. მიუხედავად ამისა, ცალსახად არის ნაჩვენები, რომ ცხლადგლინულ მდგომარეობაში საარმატურო ფოლადზე ( $B500W$ ) მიღებული შედეგები უფრო სტაბილურია და მისი გამოყენება ჩვეულებრივ ბეტონში უდავოდ კონკურენტუნარიანია. ეს მაშინ, როცა ფერიტ-პერლიტურ სტრუქტურას გააჩნია ძალზე დიდი ენერგეტიკული მარაგი, რაც განაპირობებს მის ხანგამძლეობას. საკითხი კოროზიამდებლობაზე, ასევე, ყურადსაღებია არმატურის ხანგამძლეობისათვის. ჩვენს მიერ შემუშავებული კომპოზიცია  $13\Gamma C, \Delta \Phi T$  მოიცავს კოროზიამდებლობის საკითხებსაც, რაც გვაძლევს იმედს აღნიშნული გამოვიყენოთ ახალ კომპოზიციაში -  $18A, \Delta \Phi T$ -ში.

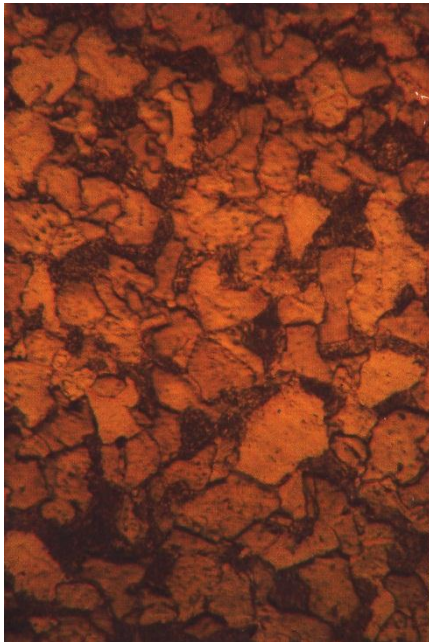
ჩვენს ხელთ არსებული მონაცემებით („შლეიფითა“ და მისი შედეგით - „ახალი ფენომენით“) ეს პრობლემური ამოცანა გადაჭრილია მარტივად და ეკონომიურად (1)  $\langle Ti=0,01-0,02\%; [N=0,008-0,014\%]; V=0,07-0,14\%, > 2) \langle Ti+N+V+Cu \rangle$ .



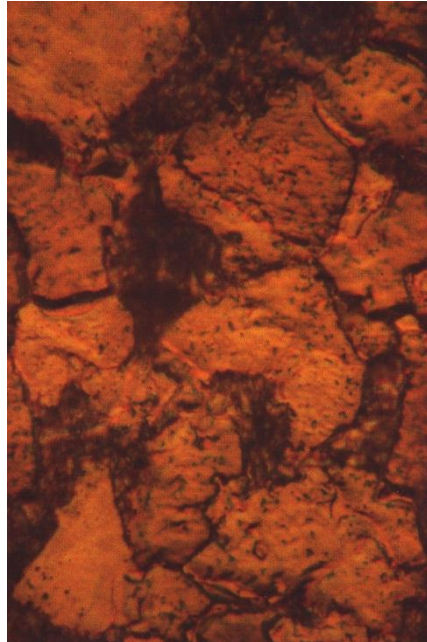
ა x100



ბ x400



გ X 800<sub>გ</sub>

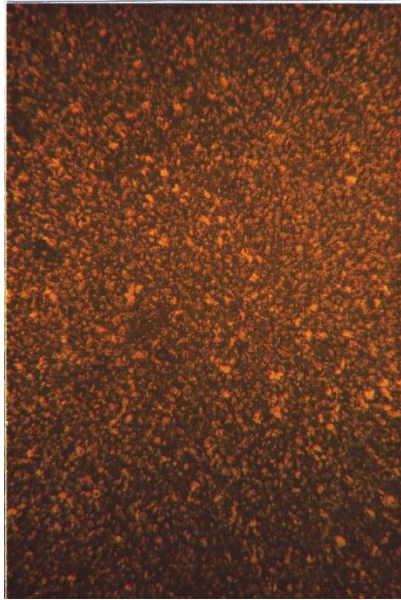


დ X 2000

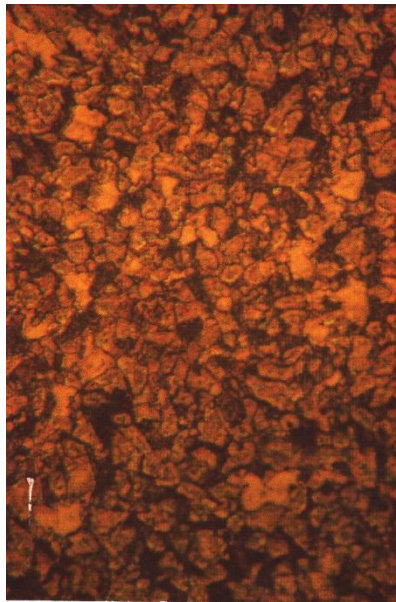
სურ. 1 ა, ბ, გ, დ. ფოლადი 18AΦT (№.გ. 7874)

არმატურა N 25 მმ, ცხლადგლინული (გული),  $\mu = 20$ . სხვადასხვა გადიდებებზე მოცემული სანყის მიკროსტრუქტურები, როგორც სხვა დანარჩენი. ფერიტ-პერლიტურია ( $\approx 75\%$  ფერიტი+25% პერლიტი). 1 ა,ბ (x100 და x400) ნათლად ჩანს ფოლადის წვრილ მარცვლოვანი აღნაგობა. დიდ გადიდებაზე 1 გ,დ (X 800<sub>გ</sub>; და X 2000) სახეზეა სტრუქტურული მდგენელების აღნაგობა. შედარებით სურ. 2-თან პირველი ნაკლებად მონესრიგებულია, თუმცა მიკროსისალები მცირედ განსხვავებულია.





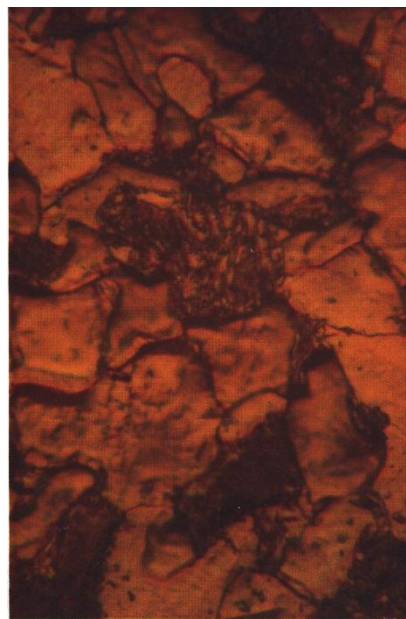
ა x100



ბ x400



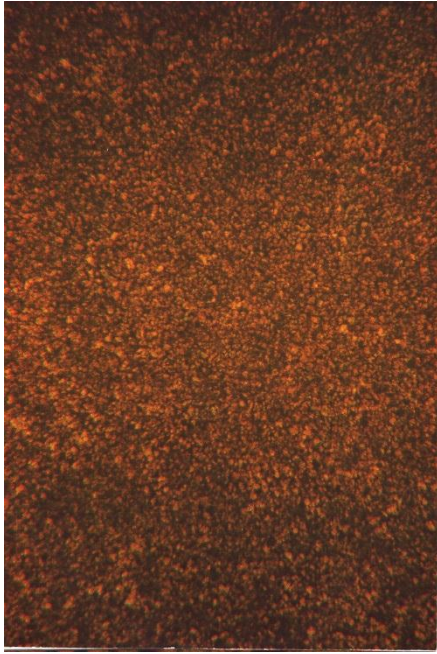
გ X 800<sub>კ.ა</sub>



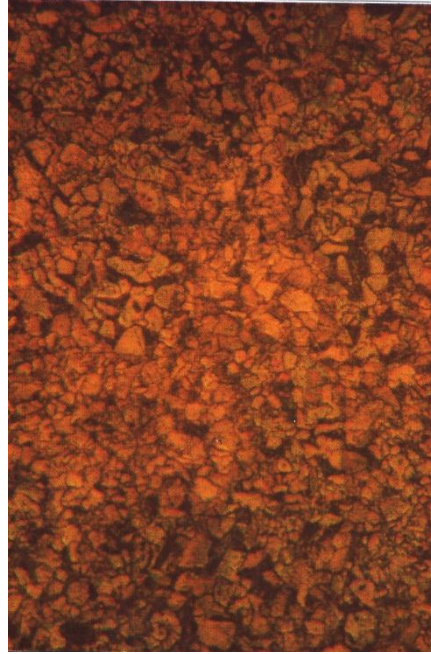
დ X 2000

სურ. 2 ა, ბ, გ, დ. ფოლადი 18AFT (№დგ. 7874)

არმატურა N 25 მმ, ცხლადგლინული (ნაპირი),  $\mu = 20$ .  $\sigma_{\text{ღ}} = 526 \text{ ნ/მმ}^2$ ;  $\sigma_{\text{ბ}} = 660 \text{ ნ/მმ}^2$ ;  $\delta_7 = 27\%$   $E_T = 163316.8$  მონაცემები აკმაყოფილებენ B500W-ს ყველა მოთხოვნას. „შლეიფის“ <Ti+N+V> გარეშე  $\sigma_{\text{ღ}} = 2506/\text{მმ}^2$ , ე.ი. ამ შემთხვევაში „შლეიფით“ განპირობებული „ახალი ფენომენი“ აორკვეცებს დენადობის ზღვარს. მოცემული ფერიტ-პერლიტური სტრუქტურა პირველის მსგავსია, თუმცა გადიდებაზე 800<sub>კ.ა</sub>. სტრუქტურის მდგენელები უფრო მონსრიგებულ შთაბეჭდილებას ტოვებენ.



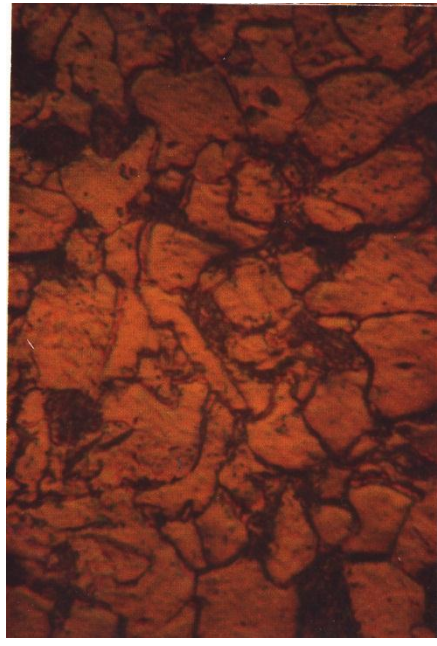
ა x100



ბ x400



გ X 800,8

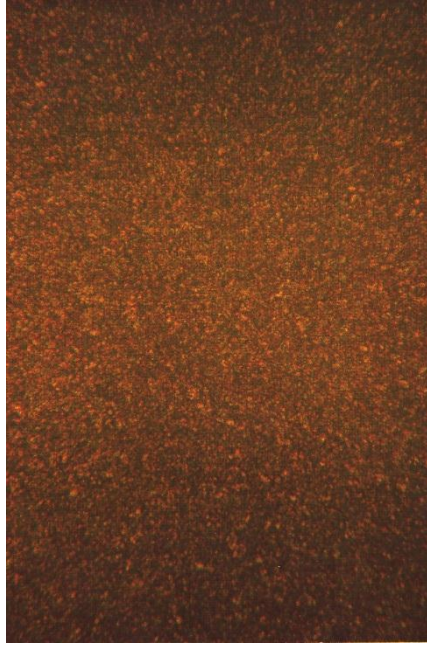


დ X 2000

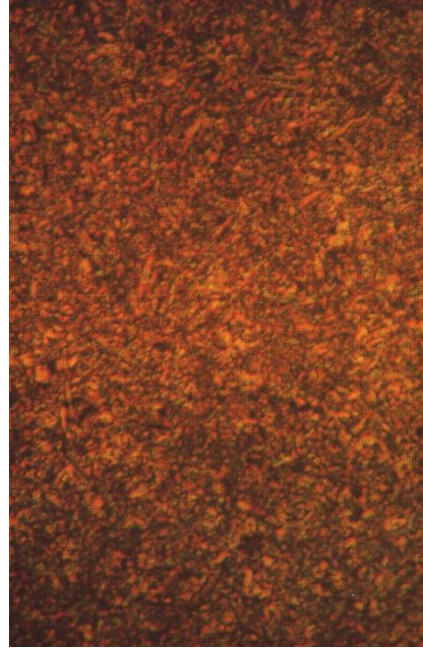
სურ. 3 ა, ბ, გ, დ. ფოლადი 18AΦT (№დგ. 7874)

არმატურა N 25 მმ, თერმულად დამუშავებული (გული),  $\mu = 20$ . დეფორმაციის დამთავრების შემდეგ (X უკრა) პაუზა გამაცივებელ სისტემამდე + „შენართობალობის“ სიღრმე, თავის კვალს ტოვებენ სტრუქტურის ჩამოყალიბებაში. ისე, რომ შენარჩუნებულია (თითქმის) ფერიტ-პერლიტური პოლიფიდრული სტრუქტურა. აღნიშნული მნიშვნელოვნად იცვლება ზედაპირულ შრეებში (სურ. 4ა,ბ,გ,დ).

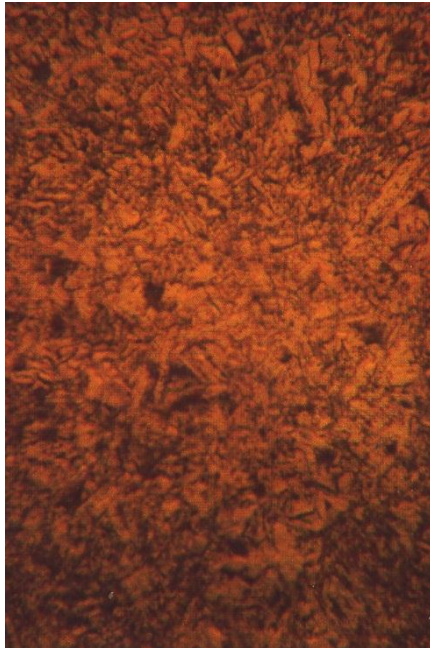




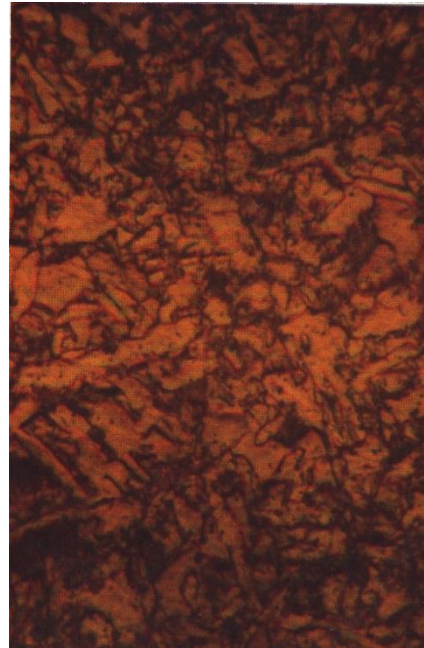
ა x100



ბ x400



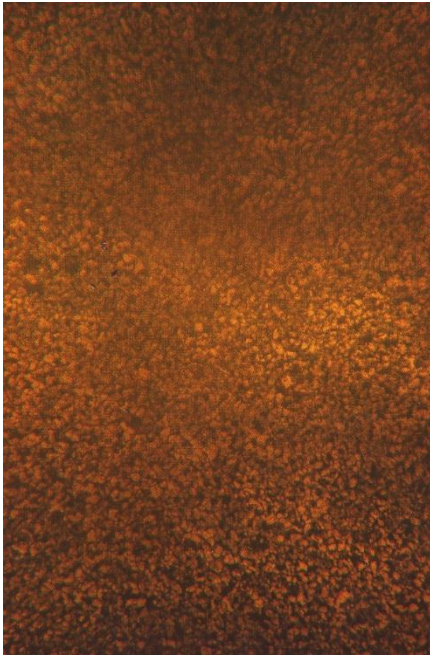
გ X 800<sub>გ</sub>



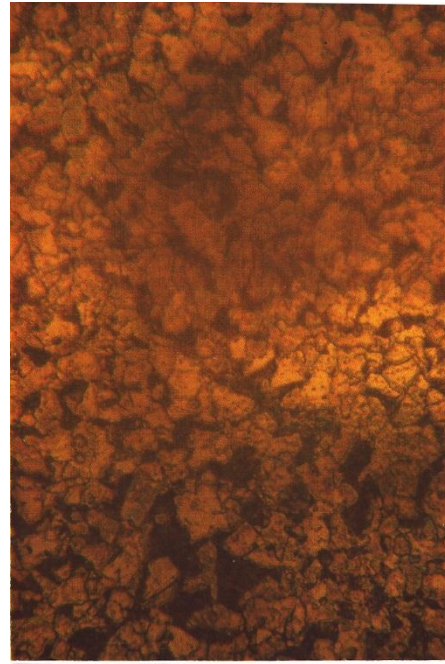
დ X 2000

სურ.4 ა, ბ, გ, დ. თოლადი 18AΦT (№დგ. 7874)

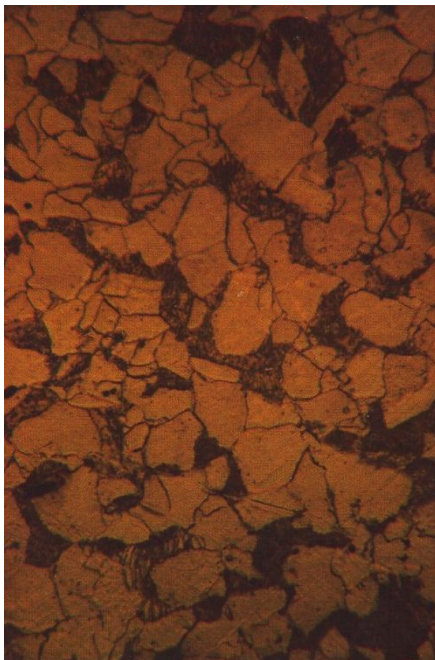
არმატურა N 25 მმ, თერმულად დამუშავებული (ნაპირი),  $\mu = 20$ .  $\sigma_{\text{ღ}} = 795$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\sigma_{\text{ბ}} = 864$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\delta_7 = 18\%$   $E_T = 162646$ . მ მიღებული თვისებების შედარება ცხლადგლინულთან იძლევა ასეთ სურათს:  $\Delta \sigma_{\text{ღ}} = 269$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\Delta \sigma_{\text{ბ}} = 204$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\Delta \delta_7 = -9\%$ , ე.ი. 9%, პლასტიკურობა განაპირობებს სიმტკიცის მაჩვენებლების ასეთ მნიშვნელოვან ზრდას. სტრუქტურა „ძალზე“ დისპერსიულია, გარკვეულად ორიენტირებულია. რომ ყოფილიყო  $C \geq 0,24\%$ . უკვე გვეჩვენოდა ლარტყისებური მარტენსიტი, შესაბამისი უარყოფითი მოვლენებით.



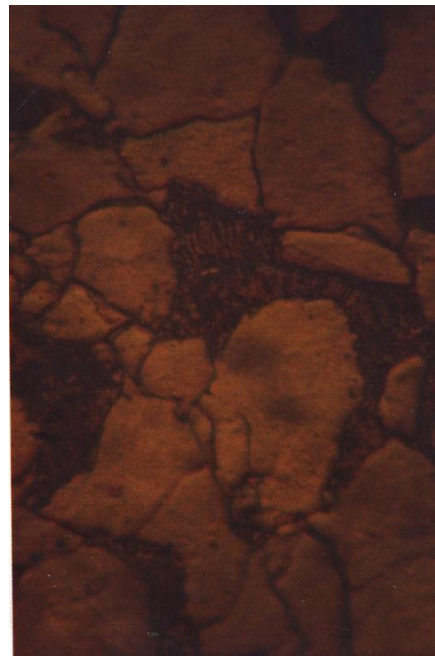
ა x100



ბ x400



გ X 800<sub>გ</sub>

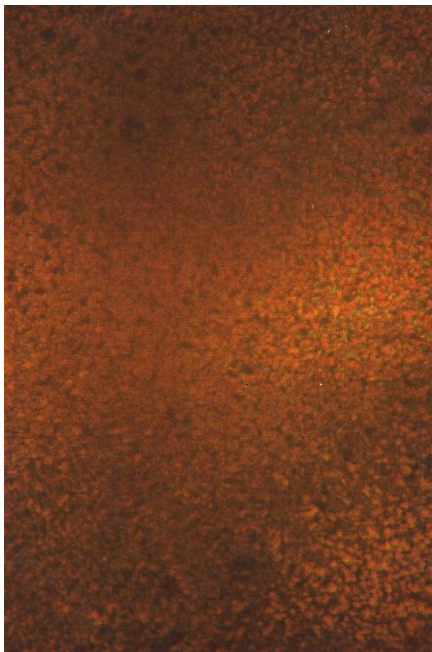


დ X 2000

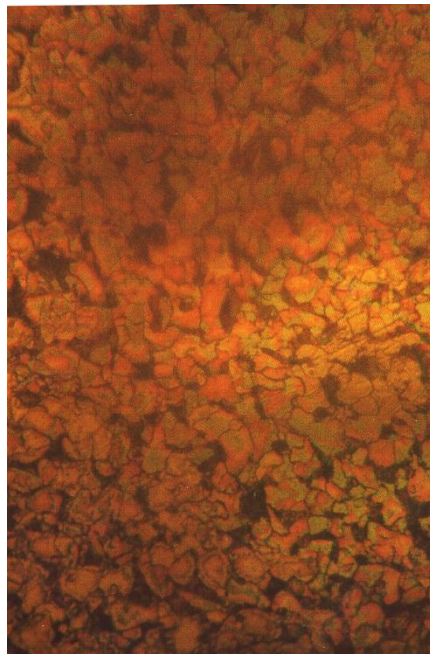
სურ.5 ა, ბ, გ, დ. ფოლადი 18AΦT (№დნ. 7874)

არმატურა N 18 მმ, ცხლადგლინული (გული),  $\mu = 39$ ; სტრუქტურები ფერიტ-პერლიტურია. დეფორმაციის ხარისხის გაზრდა ( $\Delta \mu = 19$ ) თავის კვალს ტოვებს სტრუქტურათა ჩამოყალიბებაში (5 გ,დ-X 800<sub>გ</sub>; და X 2000). მარცვლის ზომა 1 $\phi$ - სთან შედარებით შემცირებულია, უფრო მეტად შეიმჩნევა ახალი ფრაგმენტები, პერლიტი უფრო კომპაქტურია და სხვა.

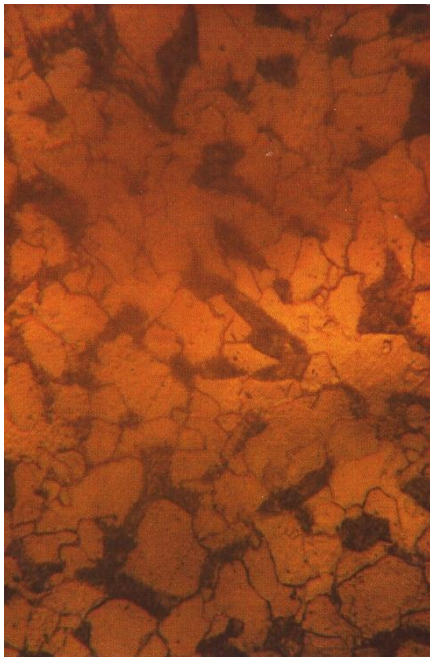




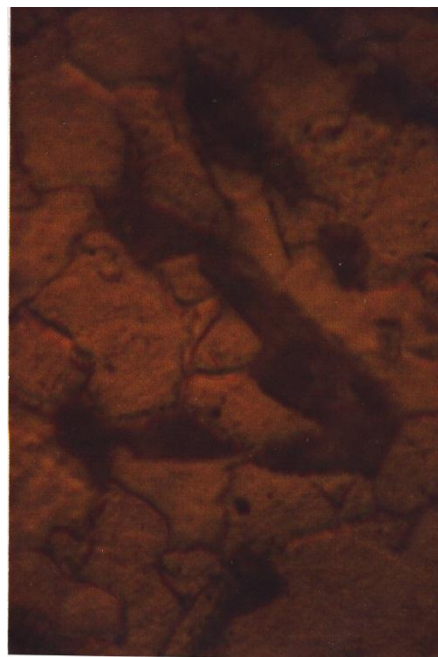
ა x100



ბ x400



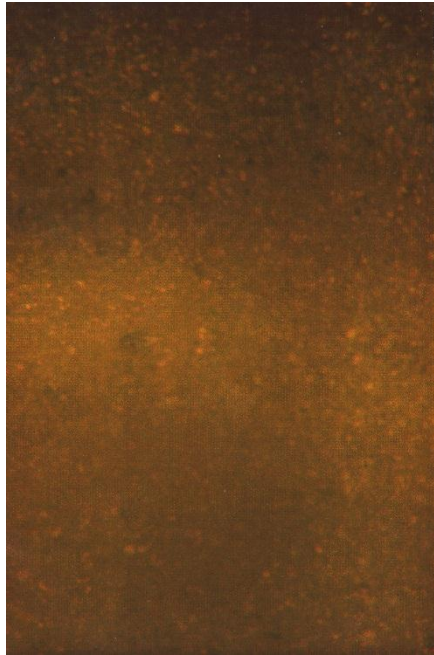
გ X 800<sub>გ</sub>



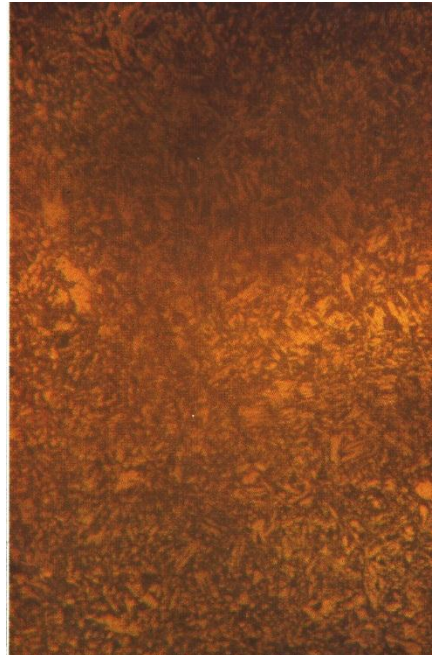
დ X 2000

სურ. 6 ა, ბ, გ, დ. ფოლადი 18AΦT (N<sup>ლფ</sup>. 7874)

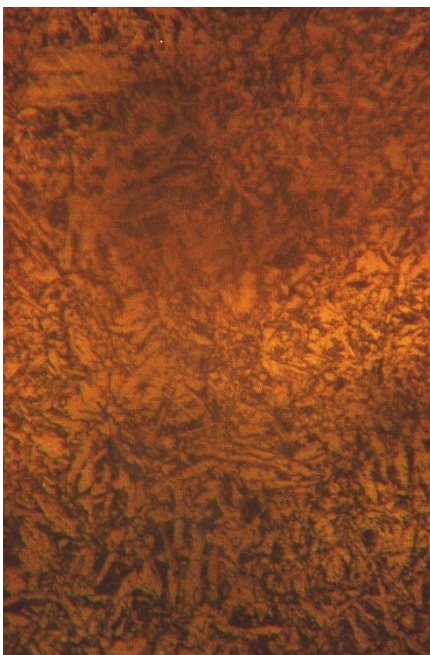
არმატურა N 18 მმ, ცხლადგლინული (ნაპირი),  $\mu = 39$ .  $\sigma_{\text{ღ}} = 561$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\sigma_{\text{ბ}} = 684$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\delta_7 = 31\%$   $E_T = 74356$ .მ მიღებული მონაცემები წარმატებულად აკმაყოფილებენ B500W-ს მოთხოვნებს. დეფორმაციის გავლენა (დადებითი) სახეზეა ნაზრდით ( $\Delta \sigma_{\text{ღ}} = 35$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\Delta \sigma_{\text{ბ}} = 24$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\Delta \delta_7 = 4\%$ ), როგორც  $\Delta = 6-2$ , ასევე, განსხვავებულია სტრუქტურა მიღებული N 18 მმ არმატურის გარე შრეებში N 25 მმ-თან შედარებით.



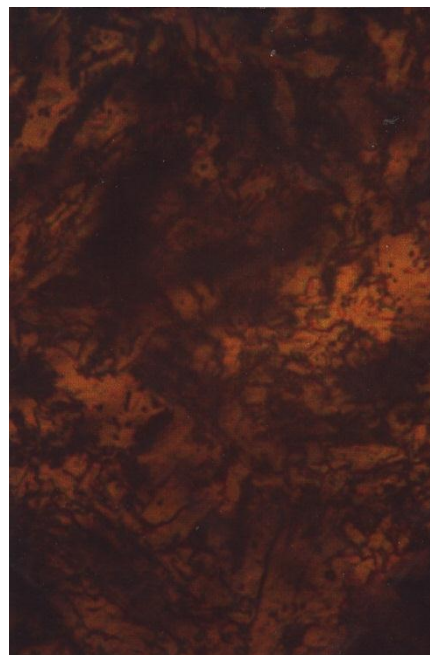
ა x100



ბ x400



გ X 800<sub>კ</sub>

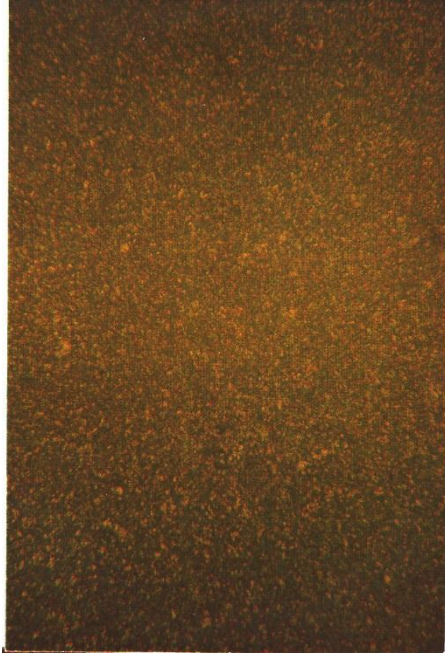


დ X 2000

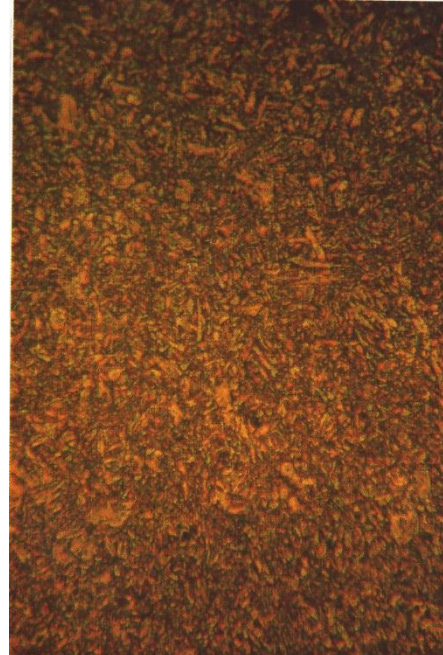
სურ.7 ა, ბ, გ, დ. ფოლადი 18AΦT (№დ. 7874)

არმატურა N 18 მმ, თღ-ის შემდეგ (გული),  $\mu=39$ ; გამოჭიმვის კოეფიციენტის გაზრდა  $\Delta\mu=19$ -ით N 25 მმ-იან შედარებით და პაუზის შემცირება გამაცივებელ სისტემამდე, ძირეულად ცვლიან სტრუქტურათა წარმოქმნის პირობებს ორივე (გული+ნაპირი) არეში, ნაპირა არეებში განსაკუთრებით. ადგილი აქვს პოლიედრული სტრუქტურის ნაცვლად ნემსისებური სტრუქტურის წარმოქმნას.

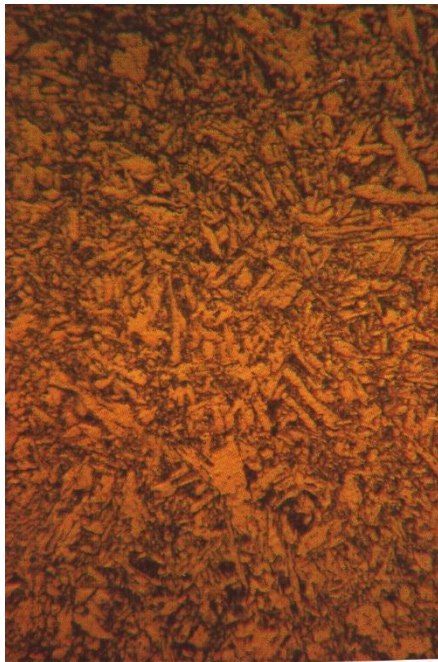




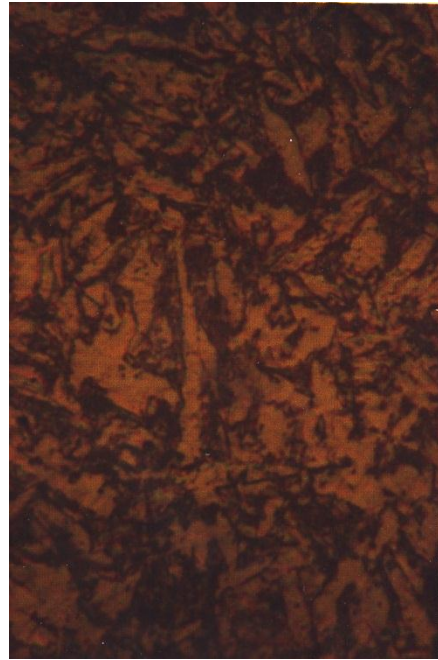
ა x100



ბ x400



გ X 800<sub>კა</sub>

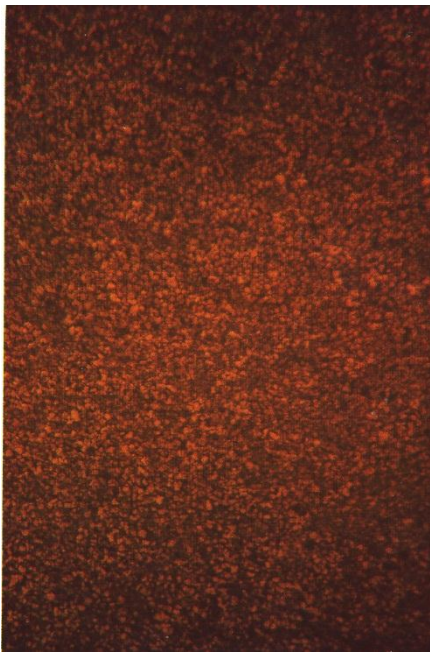


დ X 2000

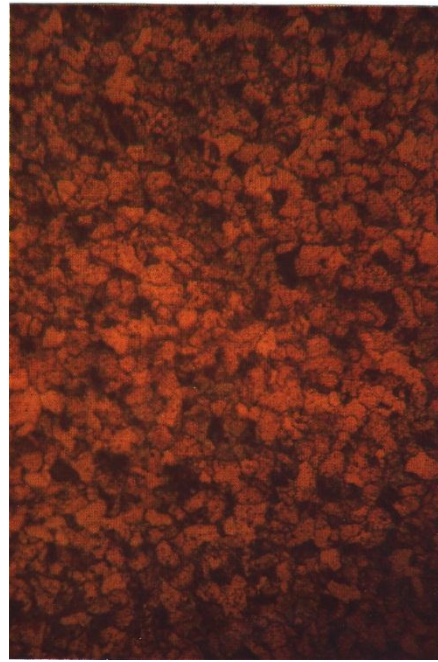
სურ.8 ა, ბ, გ, დ. თოლადი 18AΦT (№დწ. 7874)

არმატურა N 18 მმ, თღ-ის შემდეგ (ნაპირი),  $\mu = 39$ .  $\sigma_{\text{ღ}} = 782$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\sigma_{\text{ბ}} = 843$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\delta_7 = 18\%$   $E_T = 57716$ .მ., სიმტკიცის მაჩვენებლები იზრდება სურ. 6-თან შედარებით  $\Delta \sigma_{\text{ღ}} = 221$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\Delta \sigma_{\text{ბ}} = 159$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\Delta \delta_7 = -13\%$ . სხვადასხვა ზომის ორენტირებულ კრისტალებში განლაგებულია, ასევე სხვადასხვა დისპერსიულობის მქონე წახნაგოვანი, ზოგჯერ სფეროს მსგავსი კრისტალები. რა თქმა უნდა, „ამინდის“ შემქმნელი ფაზები მოქცეულია ოპტიკური მიკროსკოპის გარჩევისუნარიანობის ზღვარს იქით.

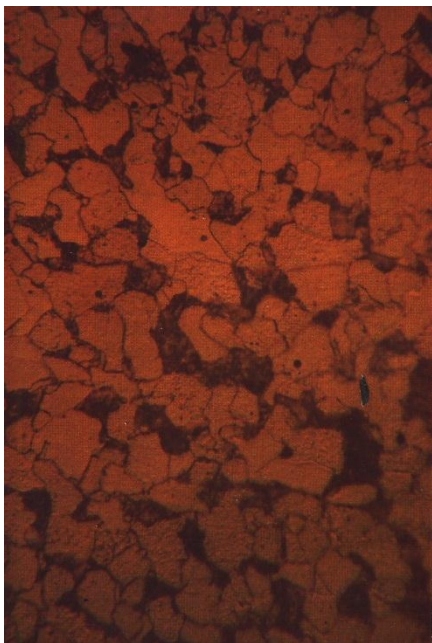




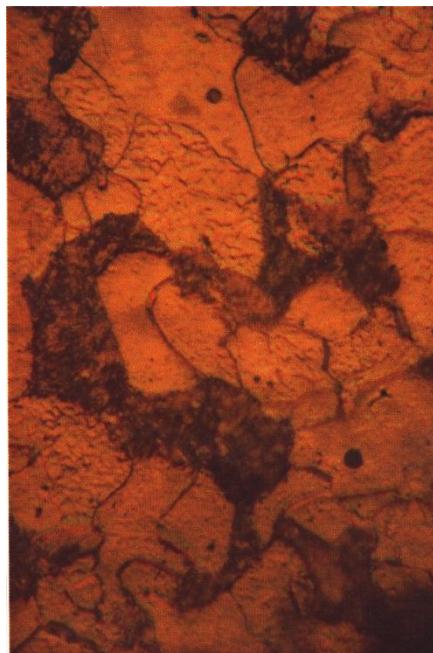
ა x100



ბ x400



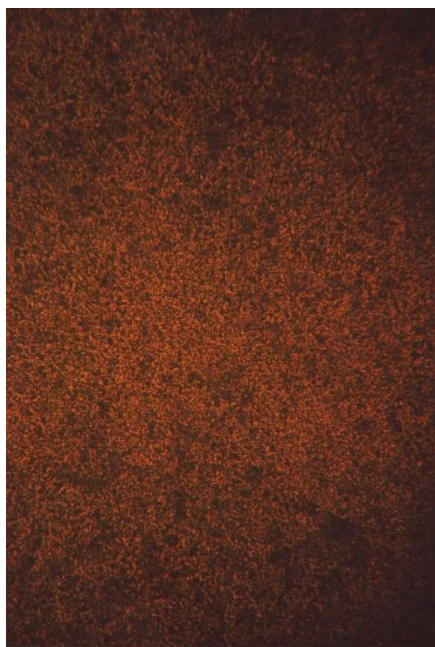
გ X 800<sub>კ,გ</sub>



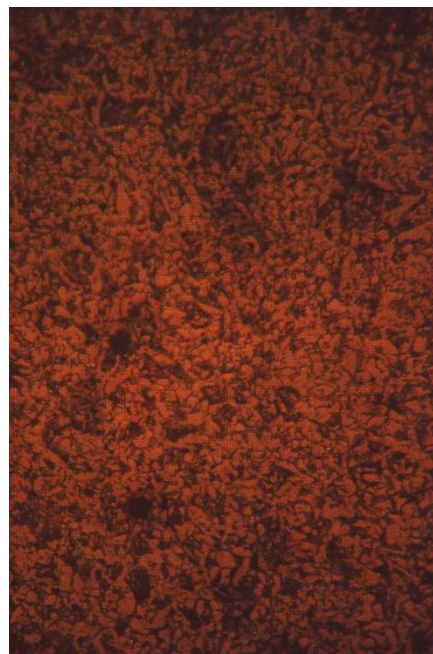
დ X 2000

სურ. 9 ა, ბ, გ, დ. ფოლადი 18AΦT (№დგ. 7874)

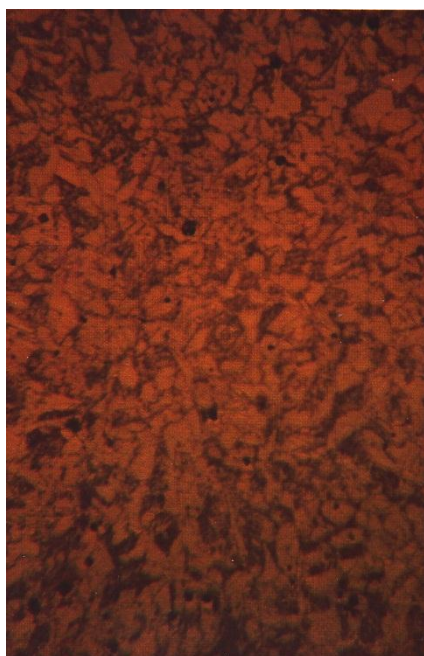
არმატურა N 16 მმ, ცხლადგლინული (გული),  $\mu = 50$ ; სხვადასხვა გადიდებებზე წარმოდგენილია ფერიტ-პერლიტური სტრუქტურა მაღალი დისპერსიულობით. სტრუქტურების 9 გ, დ-ს შედარება 10 გ, დ-სთან ასეთ სურათს იძლევა: სტრუქტურის ჩამოყალიბება-ფორმირება ნაპირა შრეებში უფრო ორგანიზებულად სრულდება ვიდრე ცენტრალურ შრეებში. დიდი დეფორმაციები და „შლეიფის“ არსებობა ხელს უწყობს განხორციელებას მაღალტემპერატურული კონტროლირებადი გლინვა.



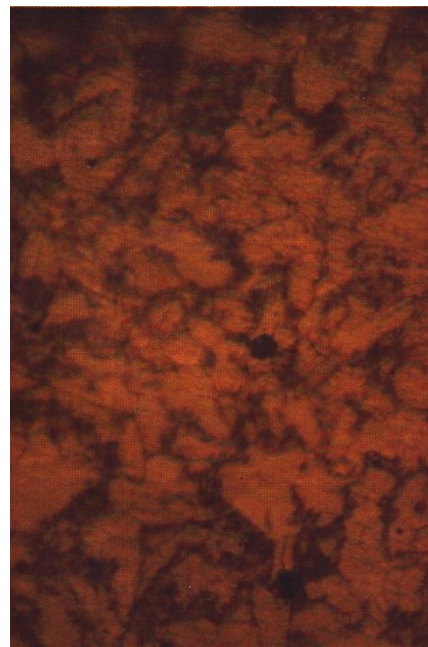
ა x100



ბ x400



გ X 800<sub>კ,გ</sub>



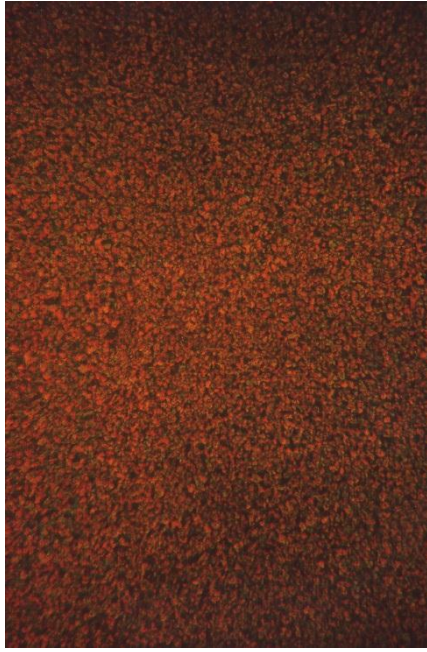
დ X 2000

სურ. 10 ა, ბ, გ, დ. ფოლადი 18AΦT (№დგ. 7874)

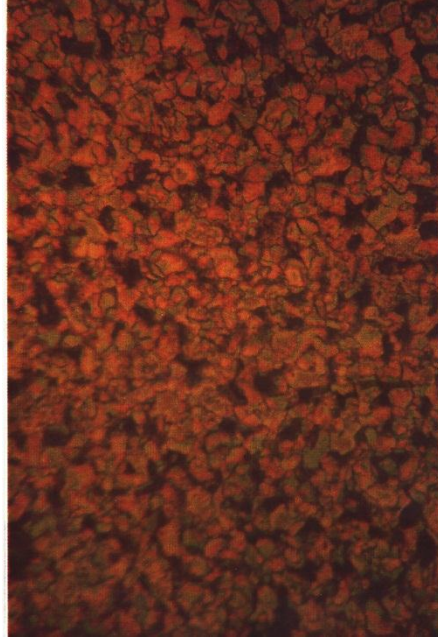
არმატურა N 16 მმ, ცხლადგლინული (ნაპირი),  $\mu = 50$ .  $\sigma_{\phi} = 575$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\sigma_B = 699$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\delta_7 = 27\%$   $E_T = 48716.8$  სურ10.

-ის შედარება სურ.2-თან ასეთ სურათს იძლევა: გაზრდილი დეფორმაცია ( $\Delta \mu = 30$ ) განაპირობებს უფრო მონესრიგებულ ფერიტ-პერლიტურ სტრუქტურას, რაც განაპირობებს მნიშვნელოვან სხვაობას სიმტკიცის მაჩვენებლებს შორის  $\Delta \sigma_{\phi} = 49$  ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\Delta \sigma_B = 39$  ნ/მმ<sup>2</sup>.

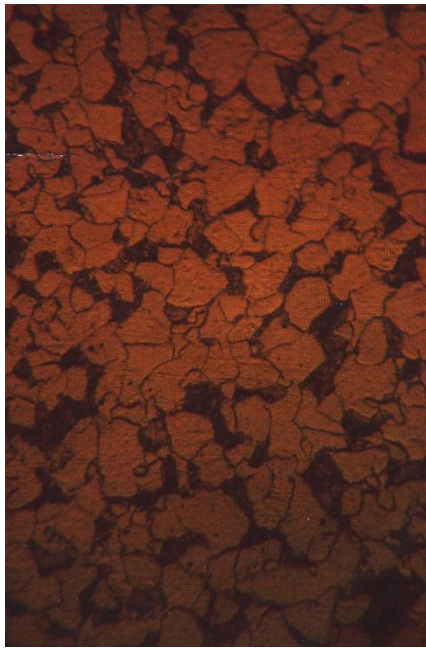




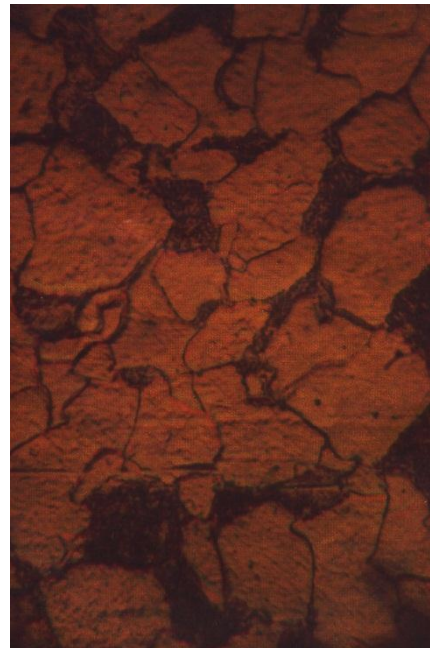
ა x100



ბ x400



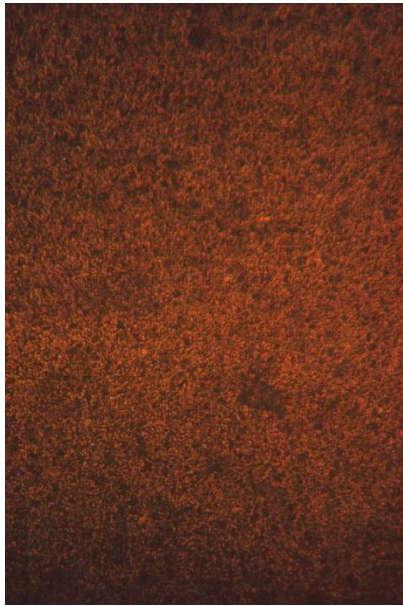
გ X 800<sub>გ</sub>



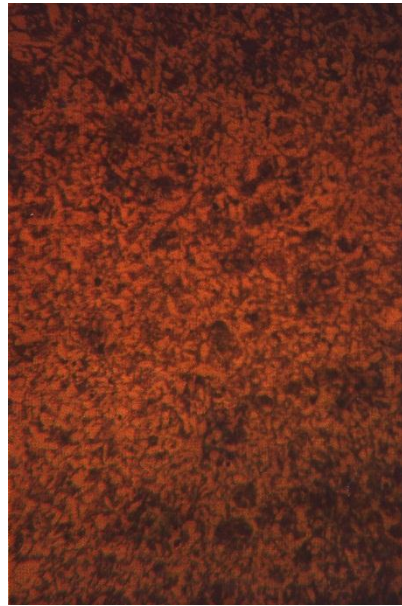
დ X 2000

სურ. 11 ა, ბ, გ, დ. ფოლადი 18AΦT (№დნ. 7874)

არმატურა N 16 მმ, თერმულად დამუშავებული (გული),  $\mu = 50$ ; თერმული დამუშავების გავლენით ტრადიციულად გაზრდილია დისპერსიულობა, ასევე, ტრადიციულია ნემსისებური აღნაგობა, რაც სურათებზე 11 და 12 არ არის მკვეთრად წარმოდგენილი.



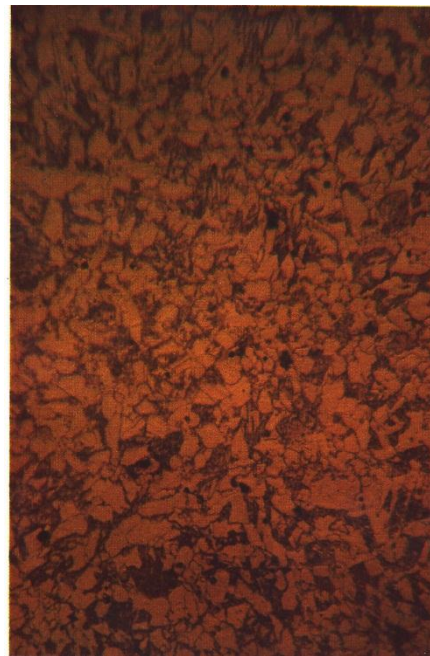
ა x100



ბ x400



გ X 800<sub>გ</sub>



დ X 2000

სურ.12 ა, ბ, გ, დ. ფოლადი 18AΦT (№ღ. 7874)

არმატურა N 16 მმ, თერმულად დამუშავებული (ნაპირი),  $\mu = 50$ .  $\sigma_{\text{ღ}} = 811 \text{ ნ/მმ}^2$ ;  $\sigma_{\text{ბ}} = 873 \text{ ნ/მმ}^2$ ;  $\delta_7 = 16\%$   $E_T = 42706 \text{ მ}$ .  
თავიდან ცხელი პლასტიკური დეფორმაციის გავლენით მიმდინარეობს განმტკიცების პროცესი, რომელიც აღწევს მაქსიმუმს, რასაც მოსდევს დინამიკური პოლიგონიზაცია და დინამიკური რეკრისტალიზაცია, ჩნდება დაღმავალი უბანი. დეფორმაციის გაგრძელებით მყარდება წონასწორობა განმტკიცება-„დარბილების“ პროცესებს შორის. დეფორმაციის დამთავრება XIV უჯრაზე ქმნის ზ/ა პირობებს. სახეზეა დაღმავალი უბნის სტრუქტურები, რასაც ადასტურებს  $\Delta = \text{სურ.12} - \text{სურ 10}$  ( $\Delta \sigma_{\text{ღ}} = 236 \text{ ნ/მმ}^2$ ;  $\Delta \sigma_{\text{ბ}} = 174 \text{ ნ/მმ}^2$ ;  $\Delta \delta_7 = -11\%$ ).

## დასკვნა

1. ნაჩვენებია, რომ თუ კომპოზიციის სტრუქტურაში არის, ე.წ. „შლექიტი“ < Ti+N+V>, მაშინ სხვადასხვა პირობებში ვლინდება, ე.წ. „ახალი ფენომენი“ (მაგალითად: 1) ფოლად 10XH3MΦT-დან დამზადებული გამჭოლი დგანების სამართულების ექს-პლუატაციის დროს; 2) ფოლად 40AΓΦT-დან მიღებული მილნამზადების გლინვისას, სატუმბო-საკომპრესორო მილების მისაღებად, მილსაგლინავ აგრეგატ „140“-ზე; 3) 18AΦT-ტიპის ფოლადიდან არმატურის, NN 25, 18, 16 მმ, გლინვისას სორტსაგლინავ დგანზე), შენადნობების სიმტკიცის მაჩვენებლები მნიშვნელოვნად იზრდება, პლასტიკურობის საკმაოდ მაღალ დონეზე შენარჩუნებით. აღნიშნულის გამო, შესწავლის სტადიაშია ჩვენს მიერ შემუშავებული, მილსაგლინავი დგანების ინსტრუმენტების სანარმოებლად განკუთვნილი შენადნობები: 08XH3CДMΦT, 200X20ДH3ΦT, 350C1Ю1ДH3MΦT. ვფიქრობთ, რომ კიდევ უფრო გაფართოვდება „ახალი ფენომენის“ მოქმედების არე.

2. NN 25, 18, 16 მმ არმატურებზე მიღებული შედეგები დამატურებად ადასტურებენ:

(N 25 მმ-  $\sigma_B = 660$  ნ/მმ<sup>2</sup>, 657 ნ/მმ<sup>2</sup>,  $\sigma_{\text{დ}}=526$  ნ/მმ<sup>2</sup>, 511 ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\delta_7=27\%$ , 30%);

(N 18 მმ-  $\sigma_B = 684$  ნ/მმ<sup>2</sup>, 689 ნ/მმ<sup>2</sup>,  $\sigma_{\text{დ}}=561$  ნ/მმ<sup>2</sup>, 559 ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\delta_7=31\%$ , 35%);

(N 16 მმ-  $\sigma_B = 699$  ნ/მმ<sup>2</sup>, 699 ნ/მმ<sup>2</sup>,  $\sigma_{\text{დ}}=575$  ნ/მმ<sup>2</sup>, 571 ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\delta_7=27\%$ , 32%);

რომ ფოლადი 18AΦT საშუალებას იძლევა ISO-ს მოთხოვნების დაცვით (ცხლად გლინვით, თერმული დამუშავების გარეშე!), მიღებული იქნას უნიფიცირებული, შესადულებელი არმატურა B500W-ტიპის, დენადობის ზღვრით -  $\sigma_{\text{დ}} \geq 500$  ნ/მმ<sup>2</sup>.

მნიშვნელოვანი შედეგებია აგრეთვე არმატურის თერმული დამუშავების შემდეგ

(N 25 მმ-  $\sigma_B = 864$  ნ/მმ<sup>2</sup>, 864 ნ/მმ<sup>2</sup>,  $\sigma_{\text{დ}}=795$  ნ/მმ<sup>2</sup>, 786 ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\delta_7=18\%$ , 20%);

(N 18 მმ- $\sigma_B = 843$  ნ/მმ<sup>2</sup>, 852 ნ/მმ<sup>2</sup>,  $\sigma_{\text{დ}}=7826/მმ^2$ , 779 ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\delta_7=18\%$ , 16%);

(N 16 მმ- $\sigma_B = 873$  ნ/მმ<sup>2</sup>, 865 ნ/მმ<sup>2</sup>,  $\sigma_{\text{დ}}=811$  ნ/მმ<sup>2</sup>, 796 ნ/მმ<sup>2</sup>;  $\delta_7=16,5\%$ , 19%);), რაც თავისი

მასშტაბით დამოუკიდებელ შესწავლის საგანს წარმოადგენს.

ორივე მდგომარეობაში (ცხლადგლინული და თერმულად დამუშავებული) ჩატარებული მეტალოგრაფიული კვლევების შედეგები კარგად ავსებენ მექანიკური გამოცდების მონაცემებს.

## ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. В.В. Дегтярев, Л.А. Зборовский, А.Е. Демидов, А.А. Карпов, Е.А. Васин, А.А. Каменских. НИИЖБ, ОАО „Чусовский металлургический завод“, ЗАО „Объединенная металлургическая компания“ Горячекатаная свариваемая арматурная сталь 20ГСФ класса А500С. ISSN 0038-920X. „Сталь“, №, 2001г.-С. 58-59.



2. დ. კოპალეიშვილი, გ. რაზმაძე, ვ. კოპალეიშვილი  $A_1$ -ის ქვემოთ თერმოციკლირების გამოყენება ნახშირბადმცირე ლეგირებული ფოლადის საკონსტრუქციო სიმტკიცის გასაზრდელად. სტუ-ი 75-ე წლისთავისადმი მიძღვნილი პროფესორ-მასწავლებელთა ღია სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის თეზისები. 2-4/VI, 1997, თბილისი, ნაწ. II გვ. 160-161.
3. დ. კოპალეიშვილი, გ. რაზმაძე, ვ. კოპალეიშვილი ტემპერატურული ციკლური გავლენის შეანავლა 10XH3MΦT ფოლადის თვისებებზე მადეფორმირებელი ძალის ( $P = 0,7 P_{\text{წმ}}$ ) მოქმედების პირობებში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. შრომები. თბილისი. 1997, №3 (44), გვ. 409-412.
4. Копалейшвили В.П., Квирикадзе Ю. Л., Копалейшвили Д.В. Размадзе Г.Л., Ананиашвили Х.О., Абрущелашвили И.Т. Термоциклирование низколегированных сталей ниже  $A_1$  под напряжением, Проблемы сварки металлургии и родственных технологии. Сборник трудов X международной научно-технической конференции. 19-21/X, Кутаиси, 2005. С. 212-218.
5. ООО „Рустავი Стил“ (Rustavi Metallurgical Plant) Выплавка стали в дуговой сталеплавильной печи (Временная технологическая инструкция) რფ-ეფსს-ტი 13-2013, 23ს.
6. სს „ქართული ფოლადი“ ნამზადის უწყვეტი ჩამოსხმა ელექტროფოლადსადნობი საამქროს ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის მანქანაზე (ფ.უ.ჩ.მ.); დროებითი ტექნოლოგიური ინსტრუქცია. ქფ-ეფსს-ტი-უწყვჩამ-10; ქ. რუსთავი, 2010წელი, 10გვ.

## USING OF "A NEW PHENOMENON" FOR PRODUCTION OF B 500W TYPE REINFORCEMENT

**V. Kopaleishvili, N. Mumladze, Z. Tabatadze, M. Tabagari, B. Kerdzevadze,  
O. Barbakadze**

### Summary

The compositions developed by us contain so-called "loop"  $\langle Ti + N + V \rangle$  under the influence of which in different conditions the "New phenomenon" (considerably grow durability indicators and plasticity remains at rather high level) is exposed. Apparently, phases created in these conditions are very dispersive and don't create "absolute obstacles" for dislocations. "The new phenomenon" is revealed:

- 1) at operation of piercing mandrels (the pipe-rolling unit „400"), made of steel 10XH3MΦT;
- 2) when rolling of the pipe billet on pump-compressor pipes (the pipe-rolling unit „140"), from steel 40AГΦT;

3) when rolling on a section mill of the reinforcement ((NN 25,18,16) from steel 18АФТ.

These examples specify that "loop" is accompanied by "A new phenomenon". Therefore in a stage of studying there are all our developed compositions, for e.g., the alloys intended for making of the instrument of pipe-rolling mills (08ХНЗСДМФТ, 200Х20ДНЗФТ, 350С1Ю1ДНЗМФТ). In the presented work the preliminary results received on steel 18АФТ are given. The analysis of these data allows to recommend composition 18АФТ for production (on ISO) the unified welded B 500W type reinforcements with a limit of fluidity  $\sigma_T \geq 500 \text{ N/mm}^2$  in the hot-rolled condition (without application of thermal processing!). Except noted, results received on steel 18АФТ after heat treatment are considerable.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ “НОВОГО ФЕНОМЕНА“ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРЫ ТИПА В 500W**

**В. Копалейшвили, Н. Мумладзе, З. Табатадзе, М. Табагари, Б. Кердзевадзе,  
О. Барбакадзе**

### **Резюме**

Разработанные нами композиции содержат так называемый “шлейф”  $\langle \text{Ti} + \text{N} + \text{V} \rangle$  под влиянием которого в разных условиях выявляется “Новый феномен” (значительно растут показатели прочности, а пластичность сохраняется на достаточно высоком уровне). Повидимому, фазы сформировавшиеся в этих условиях очень дисперсны и не создают для дислокаций “непреодолимых препятствий”. “Новый феномен” выявлен:

- 1) при эксплуатации прошивных оправок (трубопрокатный агрегат „400”), изготовленных из стали 10ХНЗМФТ;
- 2) при прокатке трубной заготовки на насосно-компрессорные трубы (трубопрокатный агрегат „140”), из стали 40АГФТ;
- 3) при прокатке на сортовом стане арматуры ((NN 25,18,16) из стали 18АФТ.

Эти примеры указывают, что “шлейфу” сопутствует “Новый феномен”. Поэтому в стадии изучения находятся все наши разработанные композиции, например, сплавы предназначенные для изготовления инструмента трубопрокатных станов (08 ХНЗСДМФТ, 200Х20ДНЗФТ, 350С1Ю1ДНЗМФТ). В представленной работе приводятся предварительные результаты, полученные на стали 18АФТ. Анализ этих данных позволяет рекомендовать композицию 18АФТ для производства (по ISO) унифицированной свариваемой арматуры типа В 500W с пределом текучести  $\sigma_T \geq 500 \text{ Н/мм}^2$  в горячекатаном состоянии (без применения термической обработки!). Кроме отмеченного, значительны результаты полученные на стали 18АФТ после термической обработки.



შპს 656.259.1

**ბაღამწოდების მბრძანებლობის მიხედვით სხვადასხვა  
ხელშეწყობილი ფაქტორების გამოკვლევა**

ნ. მღებრიშვილი, გ. შარაშენიძე, ა. ღუნდუა, ა. ნოდია, ნ. კვაჭაძე,

გ. მღებრიშვილი, მ. ტატანაშვილი

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

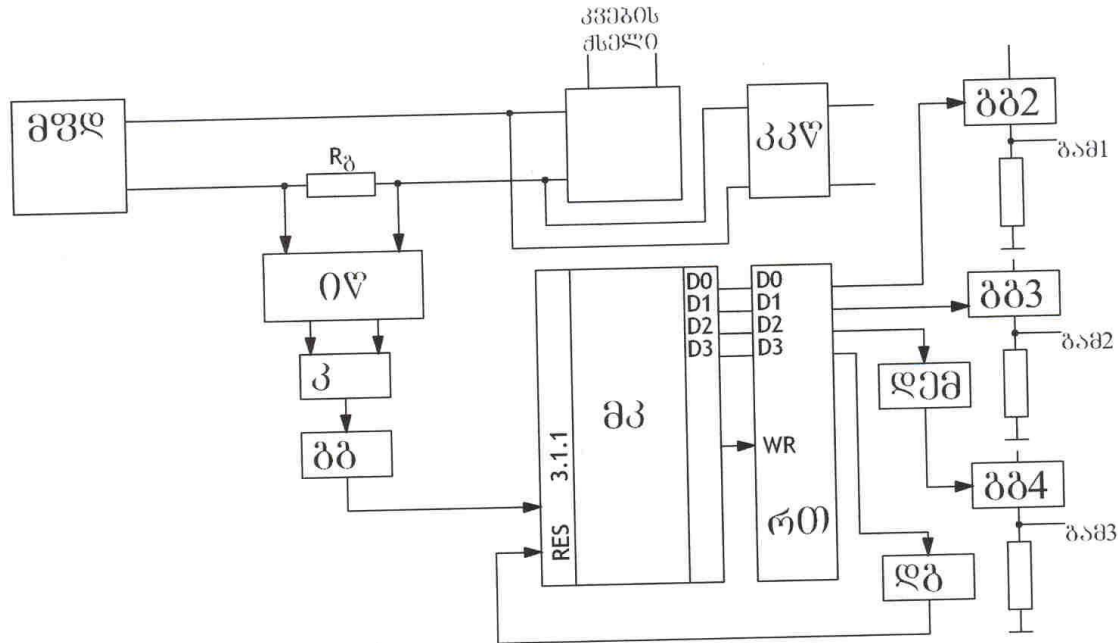
**სტატია მომზადებულია რუსთაველის  
ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მხარდაჭერით**

**რეზიუმე:** ნაშრომში მოცემულია ინტელექტუალური გადაწყვეტილების საშუალებით გოგორწყვილების გორვის ზედაპირებისა და დაზიანებათა თეორიული ანალიზი და ჩამოყალიბებულია გაზომვის დროს შემოქმედი ფაქტორების გამოკვლევა. მიღებული შედეგების ბაზაზე დადგენილია გაზომვითა და სიზუსტის პარამეტრები დროის ნებისმიერი მომენტისათვის. დამუშავებულია პრაქტიკულად გასაზომი სისტემები, რომელთა გამოყენებით შესაძლებელია საგრძნობი ეკონომიური ეფექტის მიღება.

**საკვანძო სიტყვები:** ინტელექტუალური გადაწყვეტილება, გოგორწყვილი, გაზომვა, მგრძნობიარობა, სიზუსტე.

ინტელექტუალური გადაწყვეტილების საშუალებით წარმოებს არამართო რკინიგზის მოძრაობის შემადგენლობის დაფიქსირება არამედ მისი სხვადასხვა პარამეტრების განსაზღვრა (გოგორწყვილის გორვის ზედაპირების არათანაბარი და აბრაზიული ცვეთა, ნაცოცების არსებობა თვლების გორვის ზედაპირზე და კონუსური ცვეთები, სხვადასხვა სიდიდის ამონაგლეჯები რელსის გორვის ზედაპირის დაზიანების გამო, თვლის ქიმისა და კონუსური გორვის ზედაპირის საკონტაქტო წერტილში ცრუ ქიმის არსებობა, ბუქსების გახურება და სხვა სახის დაზიანებანი), რომლებიც

აღიწერებიან ცნობილი მათემატიკური ფუნქციების საშუალებით. ჩვენს მიერ გაანგარიშებული იქნა გადამწოდის სიგნალი / ხმაურის ფარდობა და მისგან გამომდინარე სხვა სახის უკვე ჩამოთვლილი ცდომილებანი. შეიქმნა სქემა რომელიც უზღუდველყოფს ამ ცდომილებათა მნიშვნელობებს გაზომვების დროს. ნახ.1



ნახ. 1

ინტელექტუალური გადამწოდი იკვებება ქსელის კვების წყაროდან (კკვ) გამზომი  $R_0$  რეზისტორით და ორგამტარიანი შემაერთებელი ხაზით. გამზომ რეზისტორზე გამოიყოფა ძაბვა, რომელსაც განსაზღვრავს ინტელექტუალური გადამწოდის მოხმარების დენი და მისი გამოძავალი მართკუთხა დენის იმპულსები. კონვერტორის კვების წყარო (კკვ) ფორმირებას უკეთებს სხვა ელემენტების კვების ძაბვას.

ინტეგრირებად წრედში (ივ) იმპულსების გავლის შემდეგ მართკუთხა მიმდევრობა გარდაიქმნება ხერხისმაგვარ მიმდევრობაში. ეს იძლევა კომპარატორის (კ) ოპტიმალური მიღების რეჟიმში დაყენების საშუალებას და გალვანოგანმუხტვით (გგ), იმპულსების ფორმირებას მიკროპროცესორის ATMEGA8A-PU (მკ) პორტ 3.1 შესასვლელზე.

მკ დაამუშავეს ინტელექტუალური გადამწოდის სინშირული სიგნალის მყისიერ მნიშვნელობას იმ დროში, რომელიც ტოლია 3.1 პორტის შემაგალი იმპულსების.

ინტელექტუალური გადამწოდის სიგნალების დამუშავების ალგორითმი მოიცავს პერიოდის მიმდინარე მნიშვნელობებისა და იმპულსების ხანგრძლიობის გაზომვას, მათ შედარებას საწყის მნიშვნელობასთან და სინშირის შეცვლის (შეუცვლელობის) ფაქტის დადგენას. ყველა პერიოდში მკ-ში მიიღება გადაწყვეტილება ღერძის მოძრაობის შესახებ, რისთვისაც ერთმანეთს ადარებენ

იმპულსების პერიოდულობის, ხანგრძლიობის და მუშაობის შედეგებს. საბოლოო გადაწყვეტილება მიიღება სხვადასხვა პერიოდების შედარების შედეგების მიხედვით. ასეთი მეთოდი გადამწოდის სიგნალების სხვადასხვა არხებით დამუშავების ექვივალენტურია და ქმნის ინფორმაციულად საიმედო სისტემას. გოგორწყვილის გადამწოდზე მოძრაობისას მკ-ში აღინიშნება გადამწოდის გამომავალი სიხშირის ცვლილება გრადიურებადი მახასიათებლის შესაბამისად და განისაზღვრება ქიმის მოძრაობის დრო ინტელექტუალური გადამწოდის მგრძნობიარე ზონაში. გოგორწყვილის გავლის შემდეგ ფორმირდება ღერძის ძაბვის იმპულსი, რე რეგისტრის DO თანრიგით.

კონვერტერის გამომავალი ინფორმაციული სიგნალები სისტემაში გადაიცემა გგ2-გგ4 გალვანური განართით, რომელიც შესრულებულია AOT 123 ტიპის ოპტოელექტრონულ წყვილებზე. ოპტოწყვილის გამომავალი ფოტოტრანზისტორი იმართება შესაბამისი ბიტის ჩაწერით რთ რეგისტორის გამომავალ თანრიგებში.

ღერძის იმპულსის ხანგრძლიობა დგინდება პროგრამულად. KTCM-02 სისტემისათვის საჭიროა ბიპოლარული იმპულსი, რომლის ხანგრძლიობა ტოლია ქიმის გადამწოდზე მოძრაობის დროისა. გამოსასვლელ 2-ზე სხვა პოლარობას იმპულსის ფორმირებას უზრუნველყოფს კვების 2 წყარო, რომელსაც გააჩნია 1-ის საწინააღმდეგო პოლარულობა. გამ. 1-ის იმპულსის DI თანრიგის დამთავრებისას (DO-ს თანრიგში დაყენებული ლოგიკური O) კონტროლერი ჩაწერს ლოგიკურ 1-ს, ამით ფორმირებას უკეთებს საწინააღმდეგო პოლარობის იმპულსს გამ. 2-ზე. ამ იმპულსის ხანგრძლივობაც ასევე ტოლია გოგორწყვილის მოძრაობის დროისა გადამწოდზე. KTCM-02 სისტემისათვის ორივე გამოსასვლელი ერთიანდება.

კონვერტორის მესამე გამოსასვლელი გამ. 3 განკუთვნილია ინტელექტუალური გადამწოდის და კონვერტორის შრომის უნარიანი მდგომარეობის დიაგნოზირებისათვის.

როგორც ცნობილია შემადგენლობის მოძრაობისას რელსის მიმართ სრულდება გოგორწყვილის გორვითი და სრიალით გადაადგილებანი. განსაკუთრებით საზიანოა სრიალით გადაადგილება, რაც წარმოშობს ნაცოცის და კონუსური ცოცვის მოვლენებს. აქედან გამომდინარე განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა ენიჭება გადამწოდის ისეთი ფუნქციონალური ჩვევის შექმნას რომლის გაზომვის სიზუსტეზე აღნიშნული გადაადგილებები არ იმოქმედებენ. ამისათვის შემუშავდა ისეთი მგრძნობიარე გადამწოდი რომელიც ვიბრირებს გოგორწყვილის ქიმის ზიგზაგური და განივი მოძრაობის პარალელურად და სინქრონულად.

ჩვეულებრივად, ასეთი ინტელექტუალური გადამწოდის გაზომვის (მუშაობის) პროცესი აღიწერება დიფერენციალური განტოლებით:

$$I\varphi + \alpha\varphi = -\lambda(\varphi - \varphi') + M\varphi \quad (1),$$

სადაც I – წარმოადგენს გადამწოდის დაყვანილი ინერციის მომენტს,

$\alpha$  – ვიბრატორის დემპფირების საკუთარი კოეფიციენტი,

$\varphi$  – გადაადგილების სიჩქარე,

$(\varphi - \varphi I)$  – განთანხმობა სიჩქარის მიხედვით,

$\lambda$  – განთანხმობის სიგნალის გაძლიერების კოეფიციენტი,

$M$  – დატვირთვის მომენტი.

გადამწოდის რეგულირება აღიწერება შემდეგი განტოლებით:

$$I\varphi + \alpha\varphi = -\lambda(\varphi - \varphi I) + M\text{sign}(\varphi - \varphi I) + M\varphi \quad (2),$$

სადაც  $M$  – მმართავი მომენტის სიდიდეა.

ცლომილების რეგულირება  $\varphi = \varphi - \varphi I$ , შეიძლება წარმოდგენილი იყვეს სახით:

$$I\varphi + (\alpha + \lambda)\varphi = \Delta M \quad (3),$$

სადაც  $\Delta M$  - აღგზნები მომენტი.

ვიბრაციის ცლომილების გათვალისწინებით, ჩვენს მიერ შემუშავებული სისტემის საშუალებით, ცლომილებათა განტოლება (3) მიიღებს სახეს:

$$I\varphi + (\alpha + \lambda)\varphi = M\text{sign}\varphi + \Delta M \quad (4),$$

$\Delta M$  სიდიდის გათვალისწინებითა და მხედველობაში მიღებით ადგილი აქვს გაზომვის ცლომილების ორ შემთხვევას. პირველი შემთხვევისათვის შეცდომა გაზომვაში აღიწერება დროის მიხედვით შემდეგი კანონით:

$$\varphi(t) = \varphi(0)e^{-(\alpha+\varphi)t} \quad (5),$$

მეორე შემთხვევისათვის ეს კანონი მიიღებს სახეს:

$$\varphi(t) = \varphi(0)e^{-(\alpha+\lambda)t} = \frac{M}{\alpha + \lambda}(1 - e^{-(\alpha+\lambda)t}) \quad (6),$$

პირველი შემთხვევისათვის გარდამავალი პროცესის დრო შეიძლება გამოთვალოს განტოლებით:

$$\gamma(t_1) = 0.05\varphi(0) \quad (7),$$

მეორე შემთხვევისათვის გამოსახულებით:

$$\varphi(0)e^{-(\alpha+\lambda)t_2} = \frac{M}{\alpha + \lambda}(1 - e^{-(\alpha+\lambda)t_2}) \quad (8),$$

(1) და (2) განტოლებების ანალიზური შედარების შედეგად განისაზღვრება  $t_1$  -ის მნიშვნელობა შემდეგი გამოსახულებების მიხედვით:

$$t_1 = -\frac{1}{\alpha + \varphi} \ln 0.05 = \frac{3}{\alpha + \lambda} \quad (9),$$

თუ შევარჩევთ ისეთ მმართველ მომენტს, როცა

$$1 + \frac{M}{\varphi(o)(\alpha + \lambda)} = \frac{M}{\varphi(o)(\alpha + \lambda)} e^{(\alpha + \lambda)t_2} \quad (10),$$

მაშინ მივიღებთ: 
$$t_2 = \frac{1}{\alpha + \lambda} \quad (11).$$

(5) და (11) განტოლებების შედარებით ირკვევა, რომ  $\frac{t_1}{t_2} = 3 \quad (12)$

ჩატარებული თეორიული კვლევის შედეგების მიხედვით ცხადი ხდება, რომ გაზომვის სიზუსტე დროის მიხედვით გაიზარდა სამჯერ.

უნდა აღინიშნოს, რომ ინტელექტუალური გადამწოდის და კონვერტორების საფუძველზე დამზადებულია, ყოველმხრივ გამოცდილია და შეყვანილი ექსპლუატაციაში აპარატურის კომპლექტი KTCM-02 სისტემისათვის, გადასარბენის დაკავებულობის კონტროლის ინფორმაციული სისტემა, აპარატურის კომპლექტი ახსნილი ვაგონების დასათვლელად. აღსანიშნავია, რომ მფგ-ს და KTCM-02 სისტემიანი კონვერტორების ექსპლუატაცია ერთ ბლოკუბანზე საშუალებას იძლევა მივიღოთ შესამჩნევი წლიური ეკონომია.

შემუშავებული და მიღებული ტექნიკური გადაწყვეტილება მოწმობს, რომ იმ ღერძების მთვლელი გადამწოდების გამოყენება, რომელსაც გააჩნია სინშირულ-მოდულირებული გამომავალი სიგნალი, იძლევა სისტემების ინფორმაციული უზრუნველყოფისათვის ოპტიმალური გადაწყვეტის მიღების საშუალებას, საექსპლუატაციო დანახარჯების არსებითი შემცირებით.

### ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. მღებრიშვილი ნ. ნ., ელიზბარაშვილი მ. ი., –სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის ღერძებისა და მოძრავი ერთეულების მთვლელი მოწყობილობა - საავტორო მოწმობა გამოგონებაზე. ს.მ. №1418149 სსრკ, გ.ბ. №31 08. 88წ.
2. მღებრიშვილი ნ. ნ., გურგენიძე მ. ზ. - სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის ღერძებისა და მოძრავი ერთეულების მთვლელი მოწყობილობა - საავტორო მოწმობა გამოგონებაზე. რუსეთის ფედერაციის პატენტი №2003540, გ.ბ. №43-44 11. 93წ.
3. მღებრიშვილი ნ. ნ., გოგიშვილი მ. ს., - სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის ღერძებისა და მოძრავი ერთეულების მთვლელი მოწყობილობა - საავტორო მოწმობა გამოგონებაზე. საქართველოს პატენტი №1214, გ.ბ. №15(24) 97წ.

4. თავხელიძე დ. დ., მღებრიშვილი ნ. ნ. - სარკინიგზო მოძრაობის შემადგენლობის ამოკითხავი მოწყობილობა –სტატია. „სტუ-ს 75 წლისთავისადმი მიძღვნილი ღია სამეცნიერო კონფერენცია“. 2-4 ივნისი, თბილისი, 1997წ.

5. მღებრიშვილი ნ., ბერიძე ა., ღუნდუა ა., კვაჭაძე ნ., ნოდია ა., - თანამედროვე რკინიგზისათვის ინტელექტუალური სალიანდაგო გადამწოდების დამუშავება – ჟურნალი “ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა” №2(27) გვ. 56-70, თბილისი, 2013.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМУЩАЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ДЕЙСТВИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ**

**Н. Мгебришвили, Г. Шарашенидзе, А. Дундуа, А. Нодия, Н. Квачадзе,  
Г. Мгебришвили, М. Татанашвили**

### **Резюме**

В статье представлен теоретический анализ повреждения поверхностей прокатки колесных пар и проведены исследования воздействующих факторов при измерении. На базе полученных результатов установлены точности измерительных параметров на данный момент. Практически разработаны измерительные системы, при использования которых возможны получения значительный экономический эффект.

## **STUDY OF DISTURBING FACTORS ON THE ACTION SENSITIVITY INTELLECTUAL SENSOR**

**N. Mgebrishvili, G. Sharashenidze, A. Dundua, A. Nodia, N. Kvachadze,  
G. Mgebrishvili, M. Tatanashvili**

### **Summary**

The paper presents a theoretical analysis of surface damage rolling wheel sets and conducted research in the measurement of exposure factors. On the basis of the results established the accuracy of measurement parameters at the moment. Practically developed measuring systems, the use of which may produce a significant economic effect.

შპს 629. 45/075

## თვლიანი მობილური მანქანის გამავლობის გაუმჯობესების საშუალება

რ. კენკიშვილი, პ. დოლიძე, დ. ნიჟარაძე, ზ. მაისურაძე

(რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი, ე. მინდელის ქუჩა 10, 0186, თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** სტატიაში აღწერილია მობილური მანქანებისათვის განკუთვნილი ვერტიკალური წინააღმდეგობის გადასახლავი სპეციალური მოწყობილობის ფიზიკური მოდელი. წარმოდგენილია მისი მუშაობის თეორია და გამოცდების შედეგები. კონსტრუქცია დამუშავდა, დაპროექტდა და შეიქმნა მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტში და შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც ეფექტური საშუალება სრულამძრავიანი თვლიანი მობილური მანქანების გამავლობის გაუმჯობესებისათვის.

**საკვანძო სიტყვები:** მობილური მანქანა, გამავლობა, თვალი, ვერტიკალური წინააღმდეგობა.

## შესავალი

გამავლობა წარმოადგენს მობილური მანქანის უნარს გადალახოს სხვადასხვა სახის საგზაო წინააღმდეგობები. მისი მნიშვნელობა დამოკიდებულია მანქანის ისეთ მაჩვენებლებზე, როგორც არის: საყრდენ-წვეითი ხარისხი, გეომეტრიული პარამეტრები, ტრანსმისიის ცალკეული ელემენტების კონსტრუქციები, მდგრადობა და მანევრულობა.

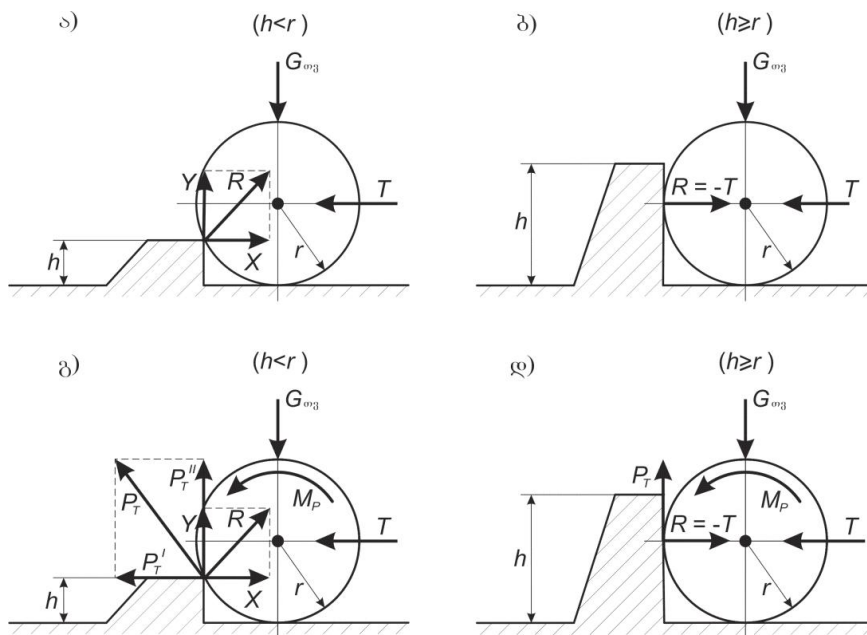
მობილური მანქანის გამავლობის შეფასების ერთ-ერთ კრიტერიუმს წარმოადგენს მანქანის მიერ ვერტიკალური წინააღმდეგობის გადალახვის უნარი. ავტომობილების თეორიიდან ცნობილია, რომ დამატებითი მოწყობილობის გარეშე მობილურ მანქანას არ შეუძლია დაძლიოს თვლის რადიუსზე მაღალი სიდიდის ვერტიკალური წინააღმდეგობა, რაც მკვეთრად ზღუდავს მანქანის გამავლობის ხარისხს.



ამყლი თვლის მიერ ვერტიკალური წინააღმდეგობის დაძლევის სქემაზე (სურ. 1, ა და 1, ბ)  $r$  - თვლის რადიუსია,  $h$  - ვერტიკალური წინააღმდეგობის სიმაღლე,  $G_{თვ}$  - თვალზე მოსული ავტომობილის წონაა,  $R$  - წინააღმდეგობის რეაქციაა,  $Z$  და  $X$  - წინააღმდეგობის რეაქციის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მდგენელებია შესაბამისად,  $T$  - ძრავას მიერ გამოძევა და ტრანსმისიის (გადაცემათა კოლოფი, კარდანული გადაცემა, მთავარი გადაცემა) მიერ თვლის ღერძზე გადაცემული მბიძგველი ძალაა, რომელსაც მოძრაობაში მოჰყავს მობილური მანქანა. მისი მნიშვნელობა ამყლი თვლისათვის გამოითვლება ცნობილი გამოსახულებიდან [3]:

$$T = \frac{\sqrt{2rh - h^2}}{r - h} G_{თვ}$$

როგორც მოცემული ტოლობიდან ჩანს როდესაც  $h \rightarrow r$ , მაშინ  $T \rightarrow \infty$ , რაც იმას ნიშნავს, რომ მობილური მანქანის მიერ თვლის რადიუსის ტოლი ვერტიკალური წინააღმდეგობის გადალახვისათვის საჭიროა ძრავმა განავითაროს უსასრულოდ დიდი სიმძლავრე, რაც პრაქტიკულად შეუძლებელია.



სურ. 1. მობილური მანქანის თვლების მიერ ვერტიკალური წინააღმდეგობის გადალახვის დროს მოქმედი ძალები.

მობილური მანქანის მიერ თვლის რადიუსზე ნაკლები სიღრმის ვერტიკალური კედლის გადალახვისას (სურ. 1, გ) წამყვან თვალზე მოქმედი მბიძგველი  $T$  და ავტომობილის წონით გამოწვეული  $G_{თვ}$  ძალების გარდა თვალზე აგრეთვე მოქმედებს მატრუნი მომენტისაგან  $M_p$  წარმოქმნილი  $P_T''$  ვერტიკალური ძალა, რომელიც მიმართულია  $G_{თვ}$  ძალის საწინააღმდეგოდ და  $P_T'$  ძალა, რომელიც მოქმედებს მბიძგველი  $T$  ძალის თანხვედრი მიმართულებით [1]. აღნიშნული

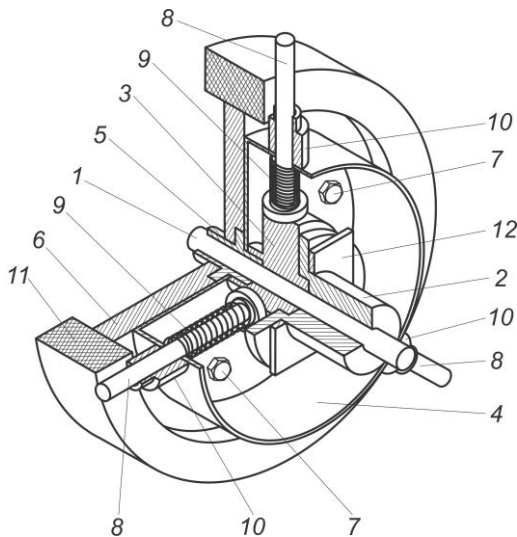
ძალები განაპირობებენ წამყვანი თვლის მიერ, თვლის რადიუსის ტოლი სიდიდის ვერტიკალური წინააღმდეგობის დაძლევას.

იმისათვის, რომ თვალმა გადალახოს თვლის რადიუსის ტოლია ან მეტი სიმაღლის ვერტიკალური წინააღმდეგობა (სურ. 1, დ), აუცილებელია თვლის მიერ კედელზე განვითარებული  $T \cdot f_{ხახ}$  (სადაც  $f_{ხახ}$  ხახუნის კოეფიციენტი) ძალის სიდიდე აღემატებოდეს თვალზე მოსული სიმძიმის  $G_{თვ}$  ძალის სიდიდეს, ან გამოყენებული იქნას სპეციალური მოწყობილობა.

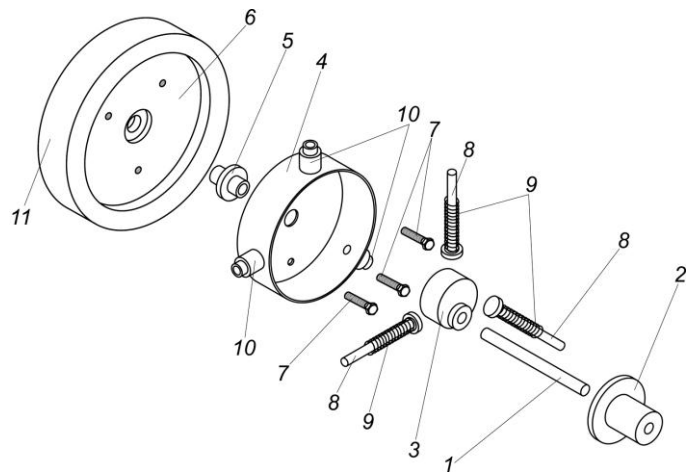
### ძირითადი ნაწილი

მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტში დამუშავდა, დამზადდა და გამოიცადა ვერტიკალური წინააღმდეგობის გადასალახი ორიგინალური მოწყობილობის ფიზიკური მოდელი. კონსტრუქცია აღჭურვილია სპეციალური თათებით რომლებსაც შესწევთ უნარი საგზაო პირობების მიხედვით თვლის საყრდენი ზედაპირის მიმართ შეიცვალონ როგორც სიგრძე, ასევე მდგომარეობა.

სურათებზე 2 და 3 მოცემულია ამ მოწყობილობის კონსტრუქცია. ქურო 2 დასმულია მობილური მანქანის ძალურ საკიდზე (კორპუსზე) 12 აქვს ერთი თავისუფლების ხარისხი, შეუძლია თავისი ღერძის გარშემო ბრუნვა და გააჩნია სხვადასხვა ფიქსირებული წერტილები. მასზე ხისტად არის მიმაგრებული მუშტა 3. საბურავი 11 აძვრას იღებს ღერძიდან 1 ქუროს 5 და დისკის 6 საშუალებით. დისკზე 6 დასმულია დოლი 4 თათების მიმმართველებით 10. თათები 8 ბრტყელი ძირით დაყრდნობილი არიან მუშტაზე 3 და მოძრაობენ მიმმართველებში 10. ზამბარები 9 უზრუნველყოფენ მუდმივ კონტაქტს მუშტასთან 3.

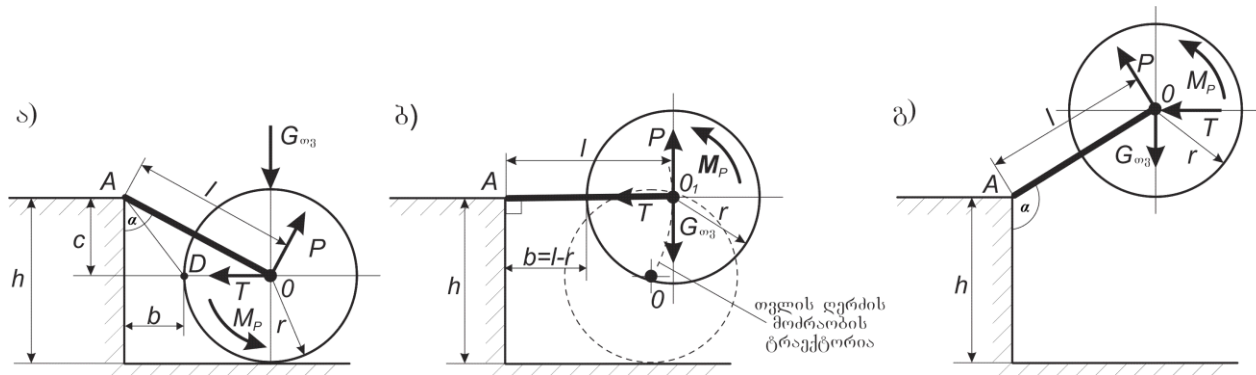


სურ. 2. ვერტიკალური წინააღმდეგობის გადასალახი მოწყობილობის ძირითადი კვანძი.



სურ. 3. ვერტიკალური წინააღმდეგობის გადასალახი მოწყობილობის დეტალები.

მაძრავიდან საბურავს 11 მამრუნი მომენტი გადაეცემა დისკის 6, ქუროსა 5 და ღერძის 1 საშუალებით. დისკთან 6 ერთად ბრუნვას იწყებს დოლი 4 და მოძრაობაში მოყავს თათები 8. თათები 8 სრიალებს რა მუშტაზე 3, ამ უკანასკნელის პროფილიდან გამომდინარე, იწყებს წინსვლით - უკუსვლით მოძრაობას. მუშტას 3 მდგომარეობა დისკის 6 მიმართ განსაზღვრავს მოწყობილობის ფუნქციას, კერძოდ, მუშტას 3 შემობრუნების კუთხის მიხედვით თათები 8 შეიძლება დაგრძელდეს უშუალოდ ვერტიკალური წინააღმდეგობის წინ (ამ შემთხვევაში გზის საფართან საბურავის შეხების დროს თათები 8 შემალულია და იძლევა მობილური მანქანის მაღალი სიჩქარით მოძრაობის საშუალებას), ან რთულ რელიეფზე თათები 8 შეიძლება დაგრძელდეს საფართან უშუალო კონტაქტის შექმნის მიზნით (ეს უკანასკნელი იძლევა კარგ ჩაჭიდებას გზის საფართან და ზრდის მანქანის გამავლობას). დამატებითი კონსტრუქციული ჩარევით მარტივად შესაძლებელია თათების 8 სრული გამორთვა.



**სურ. 4. ვერტიკალური წინააღმდეგობის გადასალახავი მოწყობილობის გამოყენებით თვლის რადიუსზე მეტი სიმაღლის წინაღობის გადალახვის დინამიკის სქემატური გამოსახულება.**

თათის ვერტიკალურ წინააღმდეგობაზე დაყრდნობისა და შესაბამისად თვლის საყრდენი ზედაპირიდან მოწყვეტის მომენტში (სურ. 4, ა) ქრება ამ თვლის მიერ განვითარებული მბიძგველი ძალა. ასეთ შემთხვევაში თვლის ღერძზე მოქმედებს სხვა წამყვანი თვლების მიერ განვითარებული ჯამური მბიძგველი ძალა  $T$ , მანქანის წონით გამოწვეული სიმძიმის ძალა  $G_{თვ}$  და ამძრავიდან თვლის ღერძზე მოქმედი მამრუნი მომენტი  $M_P$ . მომენტების წონასწორობის პირობიდან გამომდინარე:

$$M_P = M_T + M_G \quad (1)$$

აქ,  $M_P$  არის თვლის ღერძზე არსებული მამრუნი მომენტი,

$$M_P = P \cdot l \quad (2)$$

$M_T$  - მბიძგველი ძალით გამოწვეული მომენტი,

$$M_T = T \cdot l \cdot \cos \alpha \quad (3)$$

$M_G$  - სიმძიმის ძალით გამოწვეული მომენტი,

$$M_G = G_{\text{თვ}} \cdot l \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

$\alpha$  - კუთხე ვერტიკალურ წინააღმდეგობასა და თათს შორის,

$l$  - თათის სიგრძე.

(2), (3) და (4) გამოსახულებების გათვალისწინებით (1) დამოკიდებულებას ექნება შემდეგი სახე:

$$P \cdot l = T \cdot l \cdot \cos \alpha + G_{\text{თვ}} \cdot l \cdot \sin \alpha \quad (5)$$

როდესაც  $0 < \alpha < 90^\circ$ , მბიბველი ძალით წარმოქმნილი მახრუნი მომენტი ეწინააღმდეგება თვლის აწევას და როგორც (5) გამოსახულებიდან ჩანს მისი მნიშვნელობა ნულის ტოლი ხდება მაშინ, როდესაც  $\alpha = 90^\circ$ . თვლის ღერძი ასრულებს რთულ მოძრაობას კანონით:

$$b = l \cdot \sin \alpha - r.$$

თათის  $l$  სიგრძის მუდმივი მნიშვნელობის შემთხვევაში და მისი საყრდენ A წერტილში ფიქსირებულ მდგომარეობაში ყოფნისას ხდება თვლის ღერძისა და შესაბამისად მანქანის, მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით გადაადგილება (სურ. 4, ბ), რომლის მაქსიმალური მნიშვნელობაც,  $b = l - r$ , მიიღება როცა  $\alpha = 90^\circ$ . ამ შემთხვევაში თვლის საყრდენ ზედაპირთან შეხება მოხდება მაშინ, როცა  $\alpha = 270^\circ$  (სურ. 4, გ). აქედან გამომდინარე ცხადია, რომ ვერტიკალური წინააღმდეგობის გადალახვისას თათის სიგრძის მუდმივი მნიშვნელობის შენარჩუნება გამოიწვევს არა მარტო მანქანის მოძრაობის ტრაექტორიის გართულებას, არამედ თათის მნიშვნელოვან დატვირთვებს. აღნიშნული უარყოფითი მოვლენის აღმოფხვრა შესაძლებელია თათის მართვის მუშტას პროფილის ისე შერჩევით, რომ თვლის ღერძი გადაადგილდეს AD წრფის პარალელური ტრაექტორიით (ნახ. 4, ა). ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია შესრულდეს პირობა:

$$\frac{f(b_x)}{f(c_y)} = k$$

სადაც,

$$k = \text{const.}$$

შესაბამისად

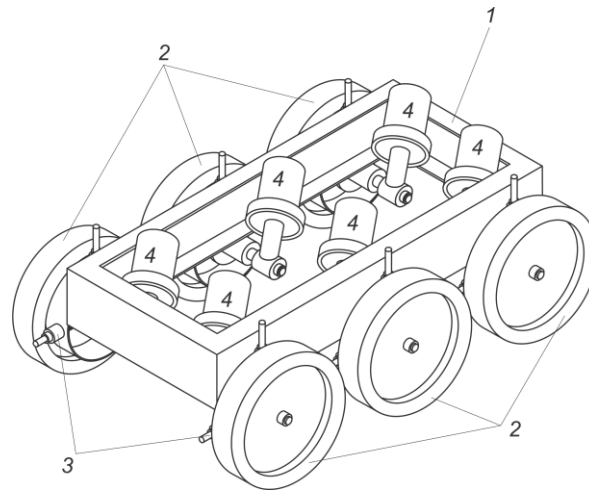
$$\frac{l \cdot \sin \alpha - r}{l \cdot \cos \alpha} = k$$

და

$$l = \frac{r}{\sin \alpha - k \cdot \cos \alpha}$$

მიღებული დამოკიდებულება საშუალებას იძლევა თათის მართვის მუშტას პროფილი შეირჩეს ისე, რომ თვლის  $90^\circ$ -იანი კუთხით შემობრუნების შემთხვევაში, როდესაც თვლის ღერძი

გაუსწორდება გადასალახი ვერტიკალური წინააღმდეგობის მაქსიმალურ მნიშვნელობას, დაშორება თვალსა და წინააღმდეგობას შორის იყოს  $b = 0$ . უცვლელი სიგრძის თათების გამოყენება ასევე საკმაოდ კარგ ეფექტს იძლევა მანქანის რბილ ნიადაგებზე (ნახნავი, ქვიშა, ტალახი და ა.შ.) მოძრაობის დროს. ასეთ შემთხვევებში მნიშვნელოვნად უმჯობესდება მანქანის გამავლობა.



**სურ. 5. მობილური მანქანის ფიზიკური მოდელი.**

მოწყობილობის ეფექტურობის შემოწმების მიზნით შეიქმნა და გამოიცადა მობილური მანქანის ფიზიკური მოდელი (სურ. 5). იგი წარმოადგენს პლატფორმას ზომით 62X40X19 სმ. მისი შემადგენელი ელემენტებია ჩარჩო 1, ექვსი წამყვანი თვალი 2 თითოეული ინდივიდუალური დამოუკიდებელი აძვრით. თვლები აღჭურვილია ვერტიკალური წინააღმდეგობის გადასალახავი მოწყობილობებით 3. ამპრავებად გამოყენებულია MЭ241 ტიპის მუდმივი დენის ძრავა-რელექტორები 4, რომელთა პარამეტრებია:

- ძრავას სიმძლავრე ..... 60 ვტ.
- ძრავას კვება ..... 14 ვ. მუდმივი დენით.
- რელექტორის ლილვზე გამოძავალი მაქსიმალური  
ეფექტური მობრუნის მომენტი ..... 2 ნ.მ.
- რელექტორის ლილვის ბრუნთა რიცხვი ..... 50 ბრ/წთ.
- გამშვები მომენტი რელექტორის ლილვზე ..... 12 ნ.მ.
- საბურავების დიამეტრი ..... 0,19 მ.
- სიჩქარე ..... 2,58 კმ/სთ.

გამოცდებმა (სურ. 6) აჩვენა, რომ თვლის რადიუსზე მაღალი ვერტიკალური წინააღმდეგობის ცალი მხრით გადალახვის დროს მარცხენა და მარჯვენა მხარეებზე არსებულ



წამყვან თვლებზე ვითარდება სხვადასხვა სიდიდის მბიძგველი ძალები, რაც წინააღმდეგობის გადამლახი თვლის მიმართ ქმნის მახრუნ მომენტს. ამ პროცესს აძლიერებს სიმაღლის დაძლევის დროს წამყვან თვლებზე წონების გადანაწილებით გამოწვეული წევის ძალების ცვალებადობა.

ვერტიკალურ წინააღმდეგობაზე თათის დაყრდნობისას (სურ. 7) მოხდება რა თვლის გზის

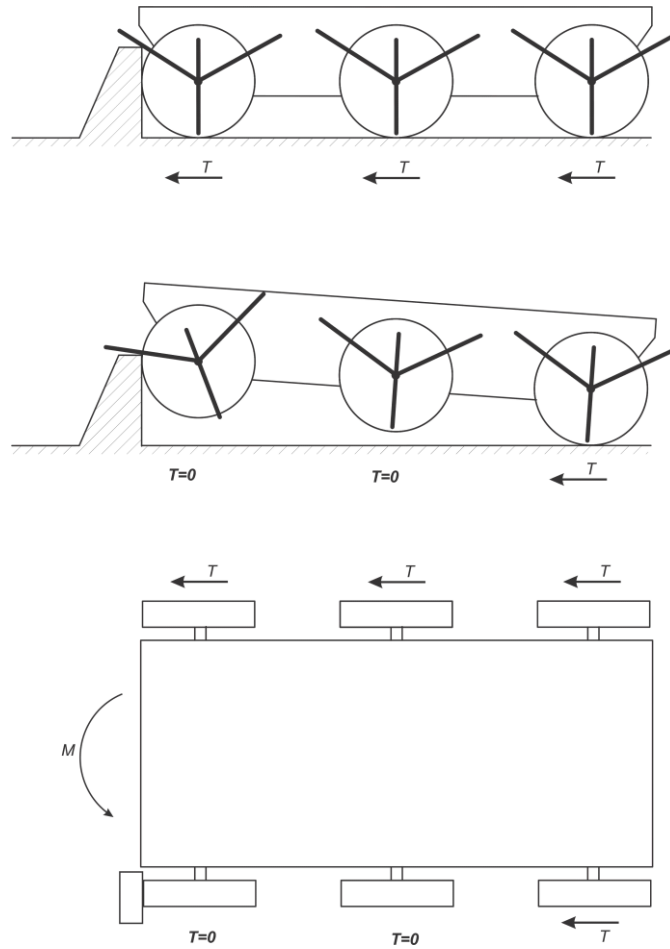


ზედაპირიდან მოწყვეტა, დაირღვევა თვლებზე მოსული მბიძგველი ძალების ბალანსი, რაც გამოიწვევს მობილური მანქანის გრძივი ღერძის მიმართ დამატებითი მახრუნი მომენტის წარმოქმნას და მანქანის მართვის დაკარგვას.

აღნიშნული უარყოფითი მოვლენის (მანქანის მართვადობის დაკარგვის) გამოსწორება და მართვის შენარჩუნება შესაძლებელია წამყვანი თვლების ბრუნვის სიხშირის ელ. მართვით ისე დარეგულირებით, რომ საპირისპიროდ განლაგებულ თვლებში მოსული წევის ძალების მნიშვნელობები ტოლი იყოს.

გამავლობის გაზრდისა და მართვის მდგრადობის თვალსაზრისით საკმაოდ კარგ შედეგს იძლევა მანქანის მოძრაობა საბურავების გარეშე თათებით.

*სურ. 7. მობილური დანღვარის ფიზიკური მოდელის მიერ ვერტიკალური წინააღმდეგობის გადალახვის დინამიკა.*



**სურ. 7. მობილური მანქანის მიერ ვერტიკალური წინააღმდეგობის გადალახვის სქემატური გამოსახულება.**

მაღალი გამავლობის (4x4, 6x6) ავტომობილებს შეიძლება ჰქონდეთ წამყვანი ხიდებს შორის კავშირის ორი სახე [2]: დიფერენციალით და დიფერენციალის გარეშე (ბლოკირებული ხიდები). ბლოკირებული ხიდებით ავტომობილის გარკვეულ პირობებში მოძრაობის დროს ტრანსმისიაში წარმოიქმნება ე.წ. რეაქტიული წინააღმდეგობა, რომელიც ითხოვს დამატებით სიმძლავრეს, ტვირთავს წამყვან თვლებზე მოქმედ ამძრავებს, იწვევს ტრანსმისიის დეტალების გაძლიერებულ ცვეთას და ზოგიერთ შემთხვევაში მათ გატეხვას. აღნიშნული დამატებითი

სიმძლავრე შეიძლება წარმოიქმნას წინა და უკანა ხიდების კინემატიკური შეუთავსებლობით. ეს შეიძლება მოხდეს წინა და უკანა თვლების არათანაბარი ხაზოვანი სიჩქარეების გამო, მაგ.



თვლების არათანაბარი რადიუსები, საბურავებში სხვადასხვა წნევები და მათზე სხვადასხვა დატვირთვები, არათანაბრად გაცვეთილი პროტექტორები და სხვ.

მაღალი გამავლობის მობილური მანქანის შემოთავაზებულ კონსტრუქციაში ყველა თვალს აქვს ინდივიდუალური ამძრავი, რის გამოც მექანიკურ ამძრავიანი მანქანებისგან განსხვავებით უსწორმასწორო გზებზე მოძრაობისა და თვლებზე წონების არათანაბარი გადანაწილებისას, გზასთან ჩაჭიდების ძალის შემცირების გამო რეაქტიული წინააღმდეგობის ნაცვლად შეიძლება ადგილი ჰქონდეს თვლების ასრიალებას.

აღნიშნული მოვლენა ნათლად დაფიქსირდა მანქანის ფიზიკური მოდელის გამოცდის დროს. ამ შემთხვევაში მცირდება მოსრიალე დაუტვირთავი თვლის ამძრავზე დენის ძალა. თვალი წვევის ძალას არ აწვითარებს, ადგილი აქვს დენის ზედმეტ ხარჯს. აღნიშნული ფიზიკური მოვლენა შეიძლება ჩაითვალოს როგორც უარყოფითი. მისი აღმოფხვრა შესაძლებელია თითოეულ თვალზე დენის ძალის და ბრუნვის სიხშირის კონტროლით.

## დასკვნა

ვერტიკალური წინააღმდეგობის გადასალახავი მოწყობილობის შემოთავაზებული კონსტრუქცია შეიძლება განხილული იქნას როგორც ეფექტური საშუალება სრულამძრავიანი თვლიანი მობილური მანქანების გამავლობის გაუმჯობესებისათვის.

## ბამოყენებული ლიტერატურა

1. **დეალი რ.** ავტომობილის საექსპლუატაციო თვისებების თეორია. თბილისი, “თბილისის უნივერსიტეტი”, 1986.
2. **Гладов Г.И.** и др. Конструкции многоцелевых гусеничных и колесных машин. Москва, «Академия», 2010.
3. **Скотников В.А., Машенский А.А., Солонский А.С.** Основы теории и расчета трактора и автомобиля . Москва, «Агропромиздат», 1986.

# **КОНСТРУКЦИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ КОЛЁСНОЙ МОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ**

**Р. КЕНКИШВИЛИ, Р. ДОЛИДЗЕ, Д. НИЖАРАДЗЕ, З. МАЙСУРАДЗЕ  
(ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ МАШИН ИМ. РАФАЭЛЯ ДВАЛИ)**

## **Р е з ю м е**

В работе описывается физическая модель специального устройства мобильной машины предназначенного для преодоления вертикального сопротивления. Представлена теория её работы и результаты испытаний. Конструкция разработана, спроектирована и создана в Институте механики машин и может быть эффективно использована для улучшения проходимости полноприводных колесных мобильных машин.

# **DESIGN FOR DEVELOPMENT OF CROSS-COUNTRY CAPABILITY OF THE WHEELED MOBILE VEHICLE**

**R. KENKISHVILI, P. DOLIDZE, D. NIZHARADZE, Z. MAISURADZE  
(RAPHIEL DVALI INSTITUTE OF MACHINE MECHANICS)**

## **S u m m a r y**

This article describes the physical model of the custom device of mobile vehicle designed to overcome transverse resistance. It presents the theory of its operation and the test results. The design is developed, projected and built at the Institute of Machine Mechanics and can be effectively used to improve cross-country capability of all-wheel drive wheeled mobile vehicles.

---

УДК 621.791.3

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПАЙКИ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ  
ГЕРМОВВОДОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ ПУШЕК**

**В.В. Квасницкий<sup>1</sup>,**

**А.М. Костин<sup>2</sup>, А.В. Лабарткава<sup>2</sup>, Ал.В. Лабарткава<sup>2</sup>**

**(<sup>1</sup>Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев, Украина**

**<sup>2</sup>Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, Николаев,  
Украина)**

**Резюме:** *Исследованы краевые углы смачивания активных припоев по керамике и ковару. Разработана технология пайки под постоянным давлением и ступенчатым охлаждением металлокерамических узлов.*

**Постановка проблемы.** В настоящее время широкое применение находят конструкции из металла и керамики, соединяющиеся пайкой или диффузионной сваркой [1, **Error! Reference source not found.**], например, гермовводы для электронно-лучевых пушек, состоящие из колец ковара (сплав 29НК) и керамики марки ВК 94-1 [3]. При этом одной из проблем является остаточное напряженно-деформированное состояние изделия, которое может привести к его разрушению после пайки, обусловленные различием термических коэффициентов линейного расширения керамики и ковара [2] и плохое смачивание керамики.

Для пайки керамики, в настоящее время, широко применяют активные припои типа СТЕМЕТ и активную контактно-реактивную пайку с использованием фольги титана и меди [4]. Несмотря на многочисленные исследования посвященные соединению разнородных материалов, выполненные отечественными и зарубежными специалистами, в литературе

практически отсутствуют сведения по смачиванию и технологии пайки ковара с керамикой ВК 94-1, поэтому данная работа является **актуальной**.

**Целью настоящей работы** является исследование смачивания по ковару, керамики марки ВК 94-1 активного припоя СТЕМЕТ-1203, припоя 50%Ti-50%Cu (по объему), фаз паяных соединений и разработка технологии пайки металлокерамических гермовводов.

**Изложение основного материала.** Высоковольтные гермовводы электронно-лучевых пушек применяются в установках для сварки и напыления, для обжатия электронного пучка электромагнитным полем. Общий вид гермоввода показан на рис. 1.

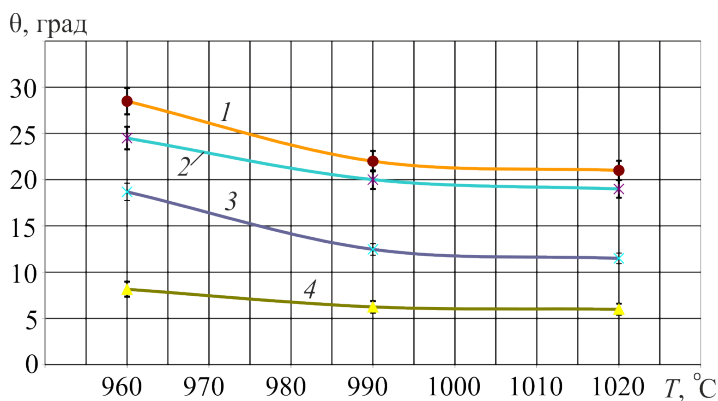


**Рис.1. Общий вид гермоввода для электронно-лучевых пушек**

В работе исследовался аморфный припой СТЕМЕТ-1203 и расплав фольги титана и меди (50%Ti-50%Cu по объему) образующийся за счёт контактно реактивного плавления.

Смачивание исследовали методом покоящейся капли в вакуумной печи СНВ-1-3-1/16Н1. Исследования проводились при температурах 960, 990, 1020 °С; выдержка 3 мин; скорость нагрева составляла 20 °С в минуту; вакуум  $4 \cdot 10^{-2}$  Па.

Припой СТЕМЕТ-1203 при  $T=960^{\circ}\text{C}$  имеет краевой угол смачивания  $\theta = 22 \dots 26$  град по керамике ВК 94-1, при  $T=1020^{\circ}\text{C}$  составляет 19...23 град. Сплав 50 %Ti-50%Cu имеет краевой угол смачивания при  $T=960^{\circ}\text{C}$  17...21 град по керамике ВК 94-1. Наилучшее смачивание по прецизионному сплаву 29НК наблюдается у сплава 50 %Ti-50%Cu при  $T=960^{\circ}\text{C}$ , угол смачивания  $\theta$  на 10 град. ниже чем у СТЕМЕТ-1203 и составляет 6...10 град. При увеличении температуры, краевой угол смачивания сплава 50 %Ti-50%Cu по ковару изменяется не значительно, и при  $T=1020^{\circ}\text{C}$  составляет 4...8 град (рис. 2).



**Рис. 2. Краевые углы смачивания исследуемых материалов:**  
**1 – СТЕМЕТ 1203 по ВК 94-1; 2 – Ti-Cu по ВК 94-1; 3 – СТЕМЕТ 1203 по (29НК); 4 – Ti-Cu по (29НК)**

Анализ рис. 2 показал, что для изготовления гермоввода в качестве припоя наилучше использовать контактно-реактивное плавление фольги меди и титана в процессе пайки, поскольку краевой угол смачивания при 960°С на 5...10 град меньше чем у СТЕМЕТ-1203. Поскольку пайка фольгой меди и титана происходит при меньших температурах, чем пайка СТЕМЕТ-1203 то это приведет к уменьшению остаточного напряженно-деформированного состояния паяного узла [5].

Нами была разработана технология активной пайки гермоввода с помощью фольги титана и меди толщиной 0,1 мм каждая (50 %Ti-50%Cu по объёму) под постоянным давлением и ступенчатым охлаждением на режимах указанных в работах [6,7], что позволило повысить качество продукции по сравнению с зарубежными аналогами и разработать технологию пайки гермовводов в Украине.

**Выводы.** 1. Исследование краевых углов смачивания показало, что для пайки ковара с керамикой марки ВК 94-1 целесообразно применять активную контактно-реактивную пайку с использованием фольги 50 %Ti-50%Cu по объёму, поскольку краевые углы смачивания меньше на 5...10 град по сравнению с припоем СТЕМЕТ 1203 при 960°С. 2. Разработанная технология пайки гермоввода под постоянным давлением и ступенчатым охлаждением позволила повысить качество продукции по сравнению с зарубежными аналогами и наладить производство гермовводов на Украине.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология сварки, пайки и резки. Т. III-4[Текст] / **В.К. Лебедев, С.И. Кучук-Яценко, А.И. Чвертко** и др.; Под.ред. Б.Е. Патона. Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. // Машиностроение. Энциклопедия. – 2006. – 768 с.
2. Капиллярные и контактные процессы при взаимодействии Nb-содержащих расплавов с материалами системы Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> при пайке оксидной керамики с тугоплавкими металлами[Текст] / **В.С. Журавлёв, Н.Ю. Таранец, А.Ю. Коваль, М.В. Карпец, Ю.В. Найдич** // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК. – 2009. – № 3 (426). – С. 38-46.
3. **Квасницкий, В.В.** Оптимизация конструкции металлокерамического узла на основе моделирования напряженно-деформированного состояния [Текст] / **В.В Квасницкий, Ал.В. Лабарткава** // Проблемитехніки: Наукововиробничій журнал, – Одеса: Одеський національний морський університет, Хмельницький національний університет. 2009. – №1. – С. 82-89.



4. Особенности пайки металлокерамических гермовводов [Текст] / **В.В. Квасницкий, А.М. Костин, А.В. Лабарткава, Ал.В. Лабарткава** // Матеріали VI науково-технічної конференції молодих учених та спеціалістів. Зварювання та споріднені технології. 25-27 травня 2011 р. Київ. – С. 36.

5. Напруження та деформації при зварюванні [Текст] / **В.І.Махненко, Г.В. Єрмолаєв, В.В. Квасницький, А.В. Лабарткава.** – Миколаїв: НУК, 2011. – 236 с.

6. Спосіб паяння оксидної кераміки з металом [Текст] / **В.Ф. Квасницький, В.В. Квасницький, О.М. Костін, Г.В. Єрмолаєв, Б.В. Бугаєнко, О.В. Лабарткава, А.В. Лабарткава** // Патент на корисну модель № 72197. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. Заявл. 31.01.2012, № u 2012 01005. В23К 1/00, В23К 35/30. Опубл. 10.08.2012, Бюл. № 15.

7. Спосіб паяння металокерамічних вузлів [Текст] / **В.Ф. Квасницький, В.В. Квасницький, О.М. Костін, Б.В. Бугаєнко** // Патент на корисну модель № 67071. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. Заявл. 23.08.2011, № U 2011 10301. В23К 1/00, В23К 35/30. Опубл. 25.01.2012, Бюл. № 2.

## **DEVELOPMENT OF METAL-CERAMIS SEALS SOLDERING PROCEDURE FOR ELECTRONIC BEAM GUNS**

**V. Kvasnitski, A. Kostini, A. Labartkava, Al. Labartkava**

### **Summary**

Are investigated the limiting wetting angles of active solders on ceramics and kovar. The soldering procedure under constant pressure and step-wise cooling of metal-ceramic units is developed.

## **ლითონკერამიკული ჰერმეტიკების ჩრჩილვის ტექნოლოგიის დამუშავება ელექტრონულ-სხივური ხარბახნებისათვის**

**ვ. კვასნიცკი, ა. კოსტინი, ა. ლაბარტყავა, ალ. ლაბარტყავა**

### **რეზიუმე**

გამოკვლეულია აქტიური სარჩილის დასველების სასაზღვრო კუთხეები კერამოკაზე და კოვარზე. დამუშავებულია ჩრჩილვის ტექნოლოგია მუდმივი დაწნევის ქვეშ და ლითონკერამიკული კვანძების საფეხირებრივი გაგრილებით.

შპს. 625.1

**ლიანდაგის ტემპერატურული გაზღების ძირითადი ნიშნები და მასზე  
გავლენის მომხდენი ფაქტორები**

**ნ. რურუა, შ. გელაშვილი**

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

**რეზიუმე:** სტატიაში დასაბუთებულია უპირაპირო ლიანდაგის ტემპერატურული გავლების გამო-  
მწვევი მიზეზები, თუ რას წარმოადგენს სინამდვილეში ლიანდაგის გავლება, და მისი შედარება  
იმასთან, რასაც ხშირად აიგივებენ მატარებლების მარცხისა და ავარიების შემთხვევაში ლიანდაგის  
გავლებასთან სამსახურებრივი გამოძიების დროს. აღწერილია ლიანდაგის გამრუდების ფორმები  
სალიანდაგო გისოსის ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ სიბრტყეში გავლებისას. დადგენილია  
შპალების და მიმოფანტული ღორღის განლაგება ლიანდაგის გავლებისას. გამახვილებულია  
ყურადღება მარცხის ან ავარიის „არასალიანდაგო“ ფაქტორებზეც.

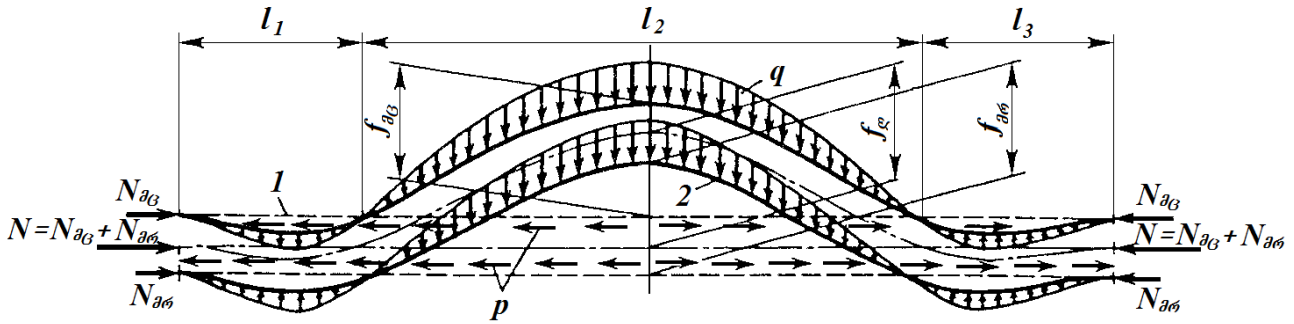
**საკვანძო სიტყვები:** უპირაპირო ლიანდაგი, ლიანდაგის ტემპერატურული გავლება, ლიანდაგის გა-  
მრუდება, სიგრძივი წინალობა, გრძივი მკუმშავი ძალა, რელსის ჩამაგრების ტემპერატურა, მატა-  
რებლის ავარია და მარცხი, ლოკომოტივის სიჩქარეში ლენტი, სამსახურებრივი გამოძიება.

**შეჯამება**

ლიანდაგის ტემპერატურული გავლების მოვლენა ცნობილი იყო უკვე რკინიგზის არსებობის  
დასაწყისში. ლიანდაგში ჩაგებული რელსები, რომელთაც არა აქვთ სიგრძის თავისუფალი ცვა-  
ლებადობის შესაძლებლობა, ტემპერატურის მატებისას, არახელსაყრელ შემთხვევაში იწვევს  
ლიანდაგის გამრუდებას, შპალებისა და ბალასტის გადაადგილებით.

ლიანდაგის გამრუდება სქემატურად წარმოდგენილია ნახ.1-ზე, რომელზეც ნაჩვენებია ტემ-  
პერატურული გავლებისას სალიანდაგო გისოსის დეფორმაცია, მარცხენა და მარჯვენა

სარელსო ძაფებზე გრძივი მკუმშავი ძალების ზემოქმედებისას. ეს ძალები წარმოიშვება ტემპერატურის მატების შედეგად  $\Delta t_{აგ}$  და  $\Delta t_{აგ}$  ღრეჩოების დაკეტვის მომენტიდან:



ნახ. 1. სალიანდაგო გისოსის სქემატური გეგმა სწორ უბნებზე, ტემპერატურული გვერდითი გაგდების დაწყებამდე (1) და გაგდების შემდეგ (2):  $l_1, l_2, l_3$  - სალიანდაგო გისოსის ჩაღუნვის შესაბამისად პირველი შექცეული, სწორი და მეორე შექცეული ტალღების სიგრძეები;  $q$  და  $p$  - სალიანდაგო გისოსის ბალასტში გადაწევის სიგრძივი წინაღობა შესაბამისად ლიანდაგის ღერძის განივად და მის გასწვრივ;  $N_{აგ}$  და  $N_{აგ}$  - გრძივი მკუმშავი ტემპერატურული ძალები, შესაბამისად მარცხენა და მარჯვენა სარელსო ძაფებისათვის;  $f_{აგ}$ ,  $f_{აგ}$  და  $f_{აგ}$  - ლიანდაგის ღერძის და მარცხენა და მარჯვენა სარელსო ძაფების უდიდესი ჩაღუნვის ისრები.

$$N_{tაგ} = -\alpha EF \Delta t_{აგ}; \quad N_{tაგ} = -\alpha EF \Delta t_{აგ}$$

სადაც  $\alpha$  - სარელსო ფოლადის ხაზობრივი გაფართოების კოეფიციენტი,  $\alpha = 0,000118/^\circ C$ ;

$E$  - სარელსო ფოლადის დრეკადობის მოდული,  $E = 210$  გპა, ხოლო  $\alpha E = 2,5$  გპა/ $^\circ C$ ;

$F$  - ერთი რელსის განივი კვეთის ფართობი, (P65 ტიპის რელსისათვის  $F = 82$  სმ<sup>2</sup>).

ჩვეულებრივ მიიღება, რომ  $\Delta t_{აგ} = \Delta t_{აგ} = \Delta t$ . მაშინ  $N_{tაგ} = N_{tაგ}$ , ხოლო საერთო (თანა-

ბარმოქმედი) გრძივი ძალა, რომელიც კუმშავს სალიანდაგო გისოსს  $N_t = -2\alpha EF \Delta t$  (P65 ტიპის რელსებისათვის  $N_t = -40 \Delta t$ , კნ).

ასეთ აქტიურ ძალებს წინააღმდეგობას უწევს რეაქტიული ძალები, განპირობებული თვით რელსების გვერდითი სიხისტით, ბალასტში შპალების ლიანდაგის გასწვრივ და განივად გადაადგილების წინაღობით და რელსების მობრუნების წინაღობით შპალების მიმართ ჰორიზონტალურ სიბრტყეში, შუალედური სამაგრების კვანძებში.

ამის გამო დიდი ხნის განმავლობაში რელსების სტანდარტული სიგრძე მიიღებოდა 10-15 მეტრის ფარგლებში. პირაპირებში კონსტრუქციული ღრეჩოს მნიშვნელობა არ იყო 20 მმ-ზე ნაკლები, ხოლო ზესადებების მიჭერა რელსის ყელის უბნებში უნდა ყოფილიყო მინიმალური,

რათა შენარჩუნებულიყო ურთიერთსრიალის შესაძლებლობა ტემპერატურის ცვალებადობისას. ასეთი მოთხოვნები რგოლურ ლიანდაგზე შენარჩუნებულია ამჟამადაც.

ლიანდაგის ზედა ნაშენის ახალი მძლავრი კონსტრუქციების შექმნამ, ფართო კვლევების შედეგებმა ლიანდაგში გრძელი რელსების გამოყენების შესაძლებლობა მოგვცა - რამდენიმე კილომეტრიდან მთლიანი გადასარბენის სიგრძემდე. ერთ-ერთ მთავარ გარემოებას, რომელმაც ხელი შეუწყო იმას, რომ უპირაპირო ლიანდაგი გახდა ზედა ნაშენის ძირითადი ვარიანტი, არის გაგდების წინააღმდეგ მისი მდგრადობის პრობლემების ყოველმხრივი შესწავლა. თეორიულმა და ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა საშუალება მოგვცა რაოდენობრივად განგვესაზღვრა ლიანდაგის გაგდების მთელი პროცესი და შეგვეფასებინა მასში მოქმედი ყველა ფაქტორის როლი. ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით დამუშავებულ და მიღებულ იქნა უპირაპირო ლიანდაგის მოწყობისა და მოვლა-შენახვის ძირითადი ნორმები, რომლებიც უზრუნველყოფს მისი მდგრადობის საკმარის მარაგს.

## ძირითადი ნაწილი

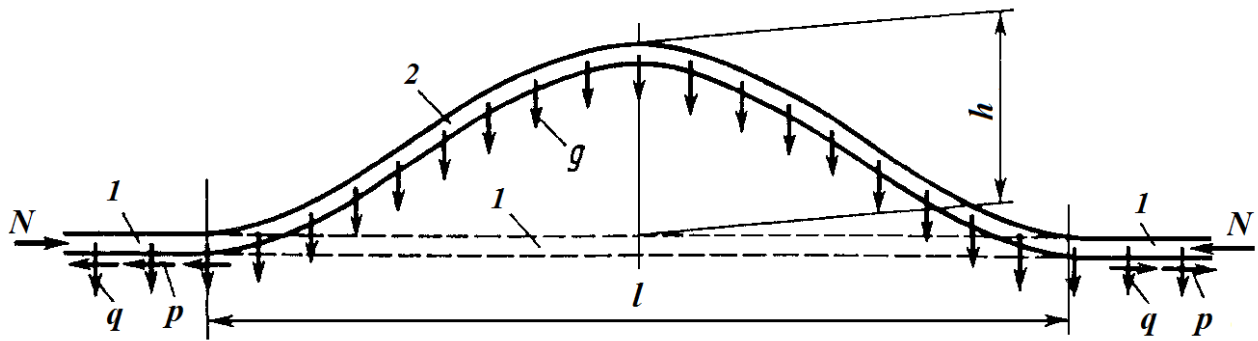
სხვადასხვა ტიპის, კონსტრუქციის და მდგომარეობის უპირაპირო ლიანდაგის გაგდებაზე ჩატარებული მრავალრიცხოვანი ცდების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, თუ რას წარმოადგენს სინამდვილეში ლიანდაგის გაგდება, და მისი შედარება იმასთან, რასაც ხშირად აიგივებენ მატარებლების მარცხისა და ავარიების შემთხვევაში ლიანდაგის გაგდებასთან სამსახურებრივი გამოძიების დროს.

უპირაპირო ლიანდაგის გაგდება არის მთელი სალიანდაგო გისოსის (ერთდროულად ორივე სარელსო ძაფის) გამრუდება ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ სიბრტყეში გრძივი მკუმშავი ძალების ზემოქმედების შედეგად. მაშასადამე, პირველ რიგში, რაც აუცილებლად უნდა იქნას გამოკვლეული და დოკუმენტალურად დაფიქსირებული სამსახურებრივი გამოძიების დროს - ეს არის ლიანდაგის გამრუდების ფორმა.

გრძივი ძალების სიდიდეები, რომელთაც შეეძლება გამოიწვიონ უპირაპირო ლიანდაგის გაგდება, უნდა შეესაბამებოდეს რელსების ტემპერატურის აწევას მისი ჩამაგრების ტემპერატურასთან („ნეიტრალური“ ტემპერატურა) შედარებით 1,8–2,0-ჯერ მეტად, ვიდრე ეს დაშვებულია უპირაპირო ლიანდაგის დაგებისა და მოვლა-შენახვის ინსტრუქციის მიხედვით, რადგანაც მდგრადობის ასეთი მარაგი უკვე თავიდანვეა გათვალისწინებული ზემოთ აღნიშნულ ინსტრუქციაში.

ამიტომ მეორე რიგში სავალდებულოა, რომ მატარებლის მარცხის ან ავარიის ადგილზე დაფიქსირებულ იქნას - რელსების ფაქტიური ტემპერატურა შემთხვევის მომენტში.

ვერტიკალურ სიბრტყეში ტემპერატურული გაგდების შემთხვევაში ლიანდაგის გამრუდების ფორმა (ნახ.2) ჰგავს „შერეულ“ სინუსოიდას: ერთი ტალღა სიგრძით 8–12 მ, შუა ნაწილში 20–30 სმ-იანი ჩაღუნვის ისრით უპირატესად შესაძლებელია მსუბუქი ტიპის ლიანდაგებში. ლიანდაგის წამოწევის სიგრძივი წინაღობა  $q$  შედგება სალიანდაგო გისოსის წონისაგან (რელსები, სამაგრები, შპალები, ნაწილობრივ ბალასტი) და შპალების გვერდით წახნაგებთან ბალასტის შეჭიდულობისაგან. ნაწილობრივ მოქმედებს  $p$  სიგრძივი წინაღობა განპირობებული სალიანდაგო გისოსის მოჭიმვით ლიანდაგის გასწვრივ, პერიფერიიდან გამრუდების ადგილისაკენ. სალიანდაგო გისოსის აწევა შეიძლება გახდეს ლიანდაგის გვერდზე გაგდების მიზეზი.



ნახ. 2. სქემატური გრძივი პროფილი სალიანდაგო გისოსის ტემპერატურული ვერტიკალური გაგდების დაწყებამდე (1) და გაგდების შემდეგ (2):  $p$  და  $q$  - სიგრძივი წინაღობაა შესაბამისად სალიანდაგო გისოსის გრძივი მოჭიმვისას და ბალასტიდან მისი წამოწევისას;  $N$  - გრძივი მკუმშავი ძალა;  $h$  - სალიანდაგო გისოსის უდიდესი ჩაღუნვის ისარი;  $l$  - ლიანდაგის გამრუდებული ნაწილის სიგრძე.

მაშასადამე, უპირაპირო ლიანდაგის სავარაუდო გაგდების ადგილზე აუცილებლად უნდა დაფიქსირდეს ორთავე სარელსო ძაფის ერთდროულად წამოწევის ფაქტი (ზოგჯერ სხვადასხვა სიმაღლეზე) შპალების ზედათავის ბალასტიდან სავალდებულო ამოწევით. გამრუდების ბოლოებში ამოწევა მინიმალურია, ხოლო შუაში - მაქსიმალური. ასევე უნდა შემოწმდეს, დაძრულია თუ არა შპალები ლიანდაგის გასწვრივ (შემოწმება შესაძლებელია „ღრეჩოების“ არსებობით ბალასტში შპალების გვერდით წახნაგებთან).

სალიანდაგო გისოსის ფორმის გამრუდება ჰორიზონტალური გაგდების დროს ლიანდაგის სწორ და მრუდე უბნებში რამდენადმე განსხვავებულია. სწორ უბნებში რელსების გახურებისას თავიდან ლიანდაგი არ მრუდდება, ის მხოლოდ ამ მოვლენის ბოლო ფაზაში ჩაისახება და სწრაფად იზრდება უპირატესად ერთ - ყველაზე უფრო სუსტ ადგილზე. შედეგად უპირაპირო ლიანდაგის უმეტეს სიგრძეზე გვერდითი უსწორობები ძალიან ცოტაა (პრაქტიკულად თვალთ არ შეიმჩნევა),



მაშინ როდესაც საკუთრივ გაგდების ზონაში (სიგრძით 20 - 40 მ) მისი სიდიდე აღწევს ათეულ სმ-ს.

მრუდებში კი გვერდითი გადაადგილება იწყება საკმაოდ ადრე (რელსების 15 – 20°C -ით გახურებისას ჩამაგრების ტემპერატურასთან შედარებით) და ხდება მრუდის თითქმის მთელ სიგრძეზე, ამასთან წარმოიქმნება სალიანდაგო გისოსის გვერდითი გამრუდების (ორივე სარელსო ძაფისა ერთ მხარეს) რამდენიმე ადგილობრივი კერა. შემდგომში რელსების კიდევ უფრო მეტად გახურებისას სალიანდაგო გისოსის გადაწევა ერთ-ერთ კერაში „ასწრებს“ სხვა გადაწევებს და ამ ადგილზე იწყება ლიანდაგის გაგდება. ამასთან დაკავშირებით სამსახურებრივი გამოძიების დროს უნდა ვეცადოთ, როგორც სწორ ისე მრუდე უბნებზე გაიზომოს სალიანდაგო გისოსის (სარელსო გადაბმების) გვერდითი დეფორმაციების სიდიდეები, ლიანდაგის გაგდების სავარაუდო ზონაში და მისგან 100 მ-ის მანძილზე ორთავე მხარეს. თუ არ გამოვლინდება აშკარა ბევრი ორმხრივი ტალღა, რომელთა ჩალუნვის ისარი თანდათანობით მინელდება ცენტრალური ტალღიდან დაშორების მიხედვით, მაშინ შეიძლება ვამტკიცოთ, რომ ამ შემთხვევაში ლიანდაგის ტემპერატურულ გაგდებას ადგილი არ ჰქონია, ხოლო რელსების გამრუდება ხდება გარეგანი გვერდითი ძალების ზემოქმედებით, გამოწვეული ლიანდაგზე გამავალი მატარებლის ან რელსებიდან ჩამოსული მატარებლის მიერ.

სალიანდაგო გისოსის ტემპერატურული გაგდებისას ხდება შპალების წინსვლითი გადაადგილება ლიანდაგის განივად (ერთიმეორის პარალელურად). ამიტომ სამსახურებრივი გამოძიების დროს დაფიქსირებული უნდა იყოს შპალების მდებარეობა. თუ ისინი ალაგია ქოტურად, არაპარალელურად (მოცილებულია რელსებს), მისი ბოლოების განლაგება არ იმეორებს რელსების ჩალუნვის ფორმას („სინუსოიდას“), მაშინ გაგდებას ადგილი არ ჰქონია და ლიანდაგის გამრუდება გამოწვეულია მატარებლის ჩავარდნით გარეგანი განივებით და არა შინაგანი გრძივი ძალების შედეგად.

ლიანდაგის გაგდების სხვადასხვა ზონაში შპალების გადაადგილება არ არის ერთნაირი: უდიდესია - ჩალუნვის ტალღის წვეროში (სწორი და შექცეული), უმცირესი - ტალღის ნიშნის შეცვლის ადგილზე (მინდვრის ან ლიანდაგშორისის მხარეს). მაშასადამე, თუ სამსახურებრივი გამოძიების დროს დადგენილ იქნა, რომ შპალების გადაადგილება ქოტურია, მიმართული მხოლოდ ლიანდაგის ერთ მხარეს, არ იმეორებს ორივე სარელსო ძაფის ჩალუნვის ფორმას, მაშინ გაგდებას ადგილი არ ჰქონია და ჩალუნვა გამოწვეულია მატარებლიდან გადაცემული განივი ძალების ზემოქმედების შედეგად.

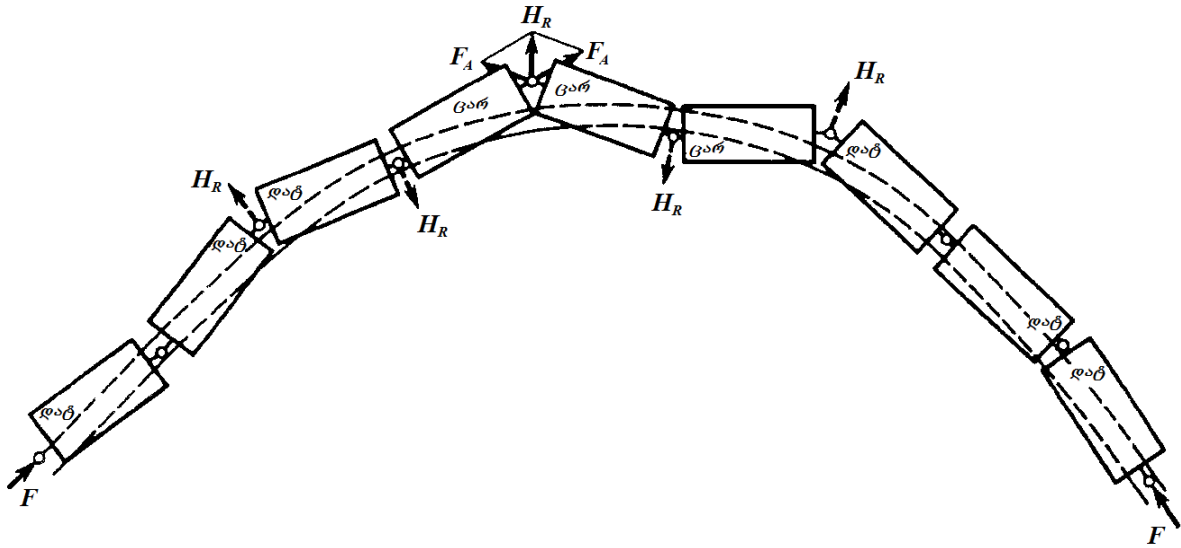
ლიანდაგის გაგდების გამო სალიანდაგო გისოსის მკვეთრი გადაადგილებისას ღორღი შპალების ტორსებიდან მიმოიფანტება მნიშვნელოვან მანძილზე და განლაგდება მიწის ვაკისის

გვერდულზე ან ლიანდაგშორისში, ისე რომ მომობნეული მასის კიდეები თითქმის პარალელურია გალუნული ლიანდაგის ღერძისა. უდიდესი „მიმოფანტვა“ - არის ტალღის ჩალუნვის წვეროში, ხოლო უმცირესი - გამრუდების ნიშნის შეცვლის ადგილებში. თუ ღორღი მატარებლის მარცხის დროს მიმოფანტულია ქაოტურად და არ იმეორებს რელსების გალუნვის ფორმას - მაშინ ლიანდაგის გაგდებას ადგილი არ ჰქონია.

დამაჯერებლად იმის თქმა, რომ მატარებლის მარცხამდე ადგილი ჰქონდა ლიანდაგის გაგდებას, ანუ მსჯელობა იმაზე, როგორც ჩავარდნის მიზეზზე, შესაძლებელია მხოლოდ რელსებზე თვლის ზემოქმედების კვალის შესწავლის შემდეგ. როცა ლიანდაგის გაგდება მოხდა მატარებლის მოსვლის მომენტამდე, რელსებიდან თვლის ჩამოსვლის საწყისი კვალი აუცილებლად უნდა იყოს ერთ გასწორში ორივე სარელსო ძაფზე, რაზედაც შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა რელსის გორვის ზედაპირზე არსებული შენატყლეუების, საკლემე ჭანჭიკების „დამოქლონილი“ ტორსების და შპალების ზედაპირზე დატოვებული კვალის საფუძველზე. თუ სამსახურებრივი გამოძიების დროს ასეთი კანონზომიერება ვერ დადგინდა, მაშინ დამაჯერებლად ვერ გავაკეთებთ განაცხადს ლიანდაგის გაგდებაზე, როგორც ამ შემთხვევაში მარატებლის მარცხის მიზეზზე.

მარცხის „სალიანდაგო“ მიზეზების გარკვევის გარდა, სამსახურებრივი გამოძიების დროს აუცილებელია შეძლებისდაგვარად თანმიმდევრულად შეფასებულ იქნეს „არასალიანდაგო“ ფაქტორებიც, რომლებიც შესაძლოა განმსაზღვრელი ყოფილიყო ამ საქმეში, ან ყოველ შემთხვევაში – თანამდევნი.

ლოკომოტივის სიჩქარეშომის ლენტის მიხედვით უნდა განისაზღვროს მატარებლის მოძრაობის სიჩქარე მარცხის ადგილზე და მასთან მისასვლელზე, შემოწმდეს დამუხრუჭების ფაქტიური რეჟიმები. მატარებელში სასწრაფო დამუხრუჭება ჰქმნის და ლიანდაგს გადასცემს გარეგან ძალებს, რომელიც ბევრად აღემატება ტემპერატურულს, რაზედაც გაანგარიშებულია უპირაპირო ლიანდაგი. ასეთი სახის დამუხრუჭება ძირითადად ხორციელდება სალოკომოტივო მუხრუჭებით, ხოლო დანარჩენი შემადგენლობა კი აგრძელებს ასე თუ ისე თავისუფალ მოძრაობას ლოკომოტივზე „დაწოლით“, რომელიც ამ შემთხვევაში მოქმედებს, როგორც საბჯენი. ვაგონები, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია სახსრულად, ჩამწყრივდება ზიგზაგისებურად, ახდენს ლიანდის გაბჯენას ან სალიანდაგო გისოსის ძთლიანად გადაადგილებას (ნახ.3).



ნახ. 3. ვაგონების ზიგზაგისებური განლაგება მრუდებში მატარებლის შეკუმშვისას გრძივი ძალებით  $F$ : დატ. და ცარ. - შესაბამისად დატვირთული და ცარიელი ვაგონები;  $F_A$  - გრძივი ძალა ავტოგადაბმულობის კვანძში;  $H_R$  - ჰორიზონტალური ძალების რადიალური მდგენელი ავტოგადაბმულობის კვანძში.

მდგომარეობა კიდევ უფრო რთულდება, მოძრავი შემადგენლობის არასწორი ფორმირების შემთხვევაში, ცარიელი ვაგონებით შემადგენლობის შუაში, რომლებიც რელსებიდან „ამოწეხილ“ იქნება სხვა ვაგონებზე უფრო ადრე.

### დასკვნა

უპირაპირო ლიანდაგის ტემპერატურული გაგდების დასადგენად სამსახურებრივი გამოძიების დროს გამოკვლეული და დოკუმენტალურად დაფიქსირებული უნდა იქნას ლიანდაგის გამრუდების ფორმა სალიანდაგო გისოსის გაგდებისას ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ სიბრტყეში. დადგენილ უნდა იქნეს შპალების და მიმოფანტული ღორღის მდებარეობა. უნდა განისაზღვროს უნდა იქნეს გრძივი ძალების სიდიდეები, რომლთა სიდიდეები 1,8–2,0-ჯერ მეტად მაინც უნდა აღემატებოდეს ე.წ. „ნეიტრალურ“ მდგომარეობაში არსებულ ძალებს. თუ ლიანდაგის გამრუდების ფორმა და ძალების სიდიდეები არ აღემატება უპირაპირო ლიანდაგის დაგებისა და მოვლა-შენახვის ინსტრუქციით დასაშვებ ნორმებს, მაშინ უპირაპირო ლიანდაგის ტემპერატურულ გაგდებას ადგილი არ ჰქონია და მარცხი ან ავარია შეიძლება გამოწვეული იყოს მატარებლიდან გადაცემული განივი გვერდითი ძალების ზემოქმედების შედეგად.

### **ბამოყენებული ლიტერატურა:**

1. **Лысюк В.С.** Причины и механизм схода колеса с рельса. Проблема износа колёс и рельсов. М.: Транспорт, 1997. 189 с.
2. **Н. Руруа, М.Швелидзе, Г. Маисурадзе.** Влияние плана и профиля пути на продольную квазистатическую сжимающую силу в поезде. “Транспорт”, Тбилиси. 2010, #3-4 (39-40) стр. 4-6.
3. **ნ. რურუა, მ. შველიძე, გ. მაისურაძე, ა. მოისწრაფიშვილი.** კვანისტატიკური დატვირთვები ლოკომოტივის, სატვირთო და სამგზავრო ვაგონების სრიალებზე მრუდში მოძრაობისას. “ინტელექტი”, №1(36). – თბილისი, 2010. – გვ.48–51.

## **ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВЫБРОСА ПУТИ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НЕГО**

**Н. Руруа, Ш. Гелашвили**

### **Резюме**

В статье обоснованы основные причины температурного выброса пути, что такое действительно температурный выброс пути и сравнение с тем, что инагда выдается за выброс пути прм служебных расследованиях крушений и аварий поездов. Описани флрмы искривления пути при выбросе в вертикальном и горизонтальном плоскостях. Установлено положение шпал и щебня при выбросе пути. Подробно оценено „непутейские“ факторы при крушений и аварий поездов.

## **KEY FEATURES OF TRACK BUCKLING AND CAUSING FACTORS**

**N. Rurua, Sh. Gelashvili**

### **Summary**

The article substantiates the reasons of track buckling under the influence of the heat, explains the process of buckling and compares it with failure causes analysis at the time of official investigation. The forms of rail curving during track buckling is described in horizontal and vertical plane. The position of sleepers and ballast during the track buckling is determined. The attention is directed to the failure time not on the „rail-track“ factors.

---

შპს 621.01

**კონუსურ სამსხვრეველებში ამძრავებად გამოყენებული ღრეჩობიანი  
სფერული ოთხრგოლა მრუდმხარა-მხრეულიანი მექანიზმის  
დინამიკური კვლევა**

**ა. თალაკვაძე**

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

**რეზიუმე:** ნაშრომში მოცემულია კონუსურ სამსხვრეველაში ამძრავებად ღრეჩობიანი სფერული ოთხრგოლა მრუდმხარა-მხრეულიანი მექანიზმის გამოყენების უპირატესობა სხვა ამძრავთან შედარებით და ჩატარებულია მისი დინამიკური კვლევის მოკლე ანალიზი.

**საკვანძო სიტყვები:** კონუსური სამსხვრეველა, მრუდმხარა-მხრეულიანი მექანიზმი, დინამიკური კვლევა, კინეტიკური კვლევა, ღრეჩობიანი სფერული ოთხრგოლა მექანიზმი.

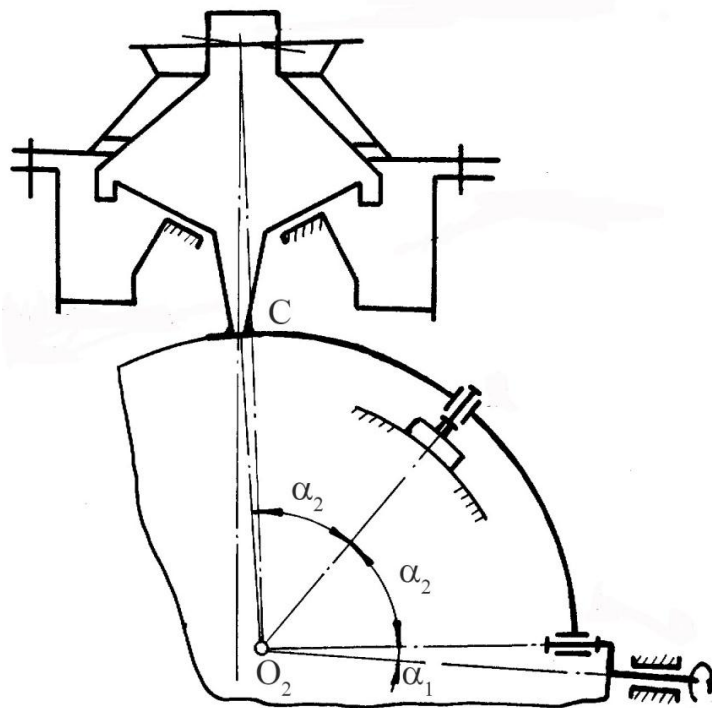
საყოველთაოდ ცნობილია რომ მანქანათმშენებლობის განვითარების დონე დიდად არის დამოკიდებული მეურნეობის სწრაფ რეკონსტრუქციასა და განახლებაზე, რაც მოითხოვს საწარმოების და ქარხნების თანამედროვე ტექნოლოგიებით და ახალი მიღწევებით აღჭურვას, ახალი კონსტრუქციების დამუშავებას, გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენებას და სრულყოფილი მანქანების და მექანიზმების შექმნას.

მრეწველობის სხვადასხვა დარგში გამოყენებული მანქანები და მექანიზმები ასრულებენ უამრავი სახის ტექნოლოგიურ ოპერაციებს და მუშაობენ სხვადასხვა დინამიკურ პირობებში. ეს მნიშვნელოვნად ეხება მძიმე დინამიკურ პირობებში მომუშავე კონუსურ სამსხვრეველებს, რომელთა ყველაზე დატვირთულ და საპასუხისმგებლო კვანძს წარმოადგენს ამძრავი და ექსცენტრული ნაწილი. ძალიან ხშირად წყობილებიდან გამოდიან კბილანები, ბრინჯაოს საკისრები, სწრაფად ცვდება ექსცენტრიკული ძვირად ღირებული ანტიფრიქციული წყვილები, რის გამოც ჩერდება ტექნოლოგიური ხაზი. ეს კი წარმოებას დიდ ზარალს აყენებს.

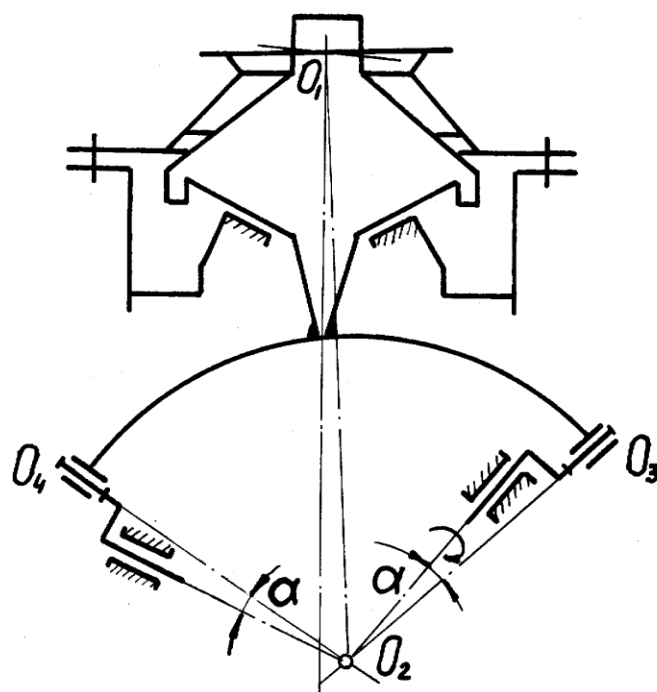


კონუსურ სამსხვრევლებს ნორმალური, ხანგამძლე მუშაობისათვის საჭირო გახდა ისეთი ამბრავის შექმნა და დამზადება, რომელიც საიმედო იქნება მუშაობაში.

ამ მიზნით კონუსური სამსხვრევლების ამბრავებად გამოყენებულია სფერული ოთხრგოლა მექანიზმები (ნახ. 1, 2).



ნახ. 1. კონუსური სამსხვრევლა სფერული მრუდმხარა-ცოცია მექანიზმის ამბრავით



ნახ. 2. კონუსური სამსხვრევლა სფერული მრუდმხარა-მხრეულიანი მექანიზმის ამბრავით

ამ მექანიზმების გამოყენება განპირობებული იყო იმითაც, რომ მანქანას უნდა გააჩნდეს ერთი უძრავი წერტილი – სფეროს ცენტრი, რომლის მიმართაც ბრუნავს მოძრავი კონუსი. სფერული მექანიზმების გამოყენება მნიშვნელოვნად ამარტივებს არსებული სამსხვრეველების კონსტრუქციას და ზრდის მათ ნაყოფიერებას.

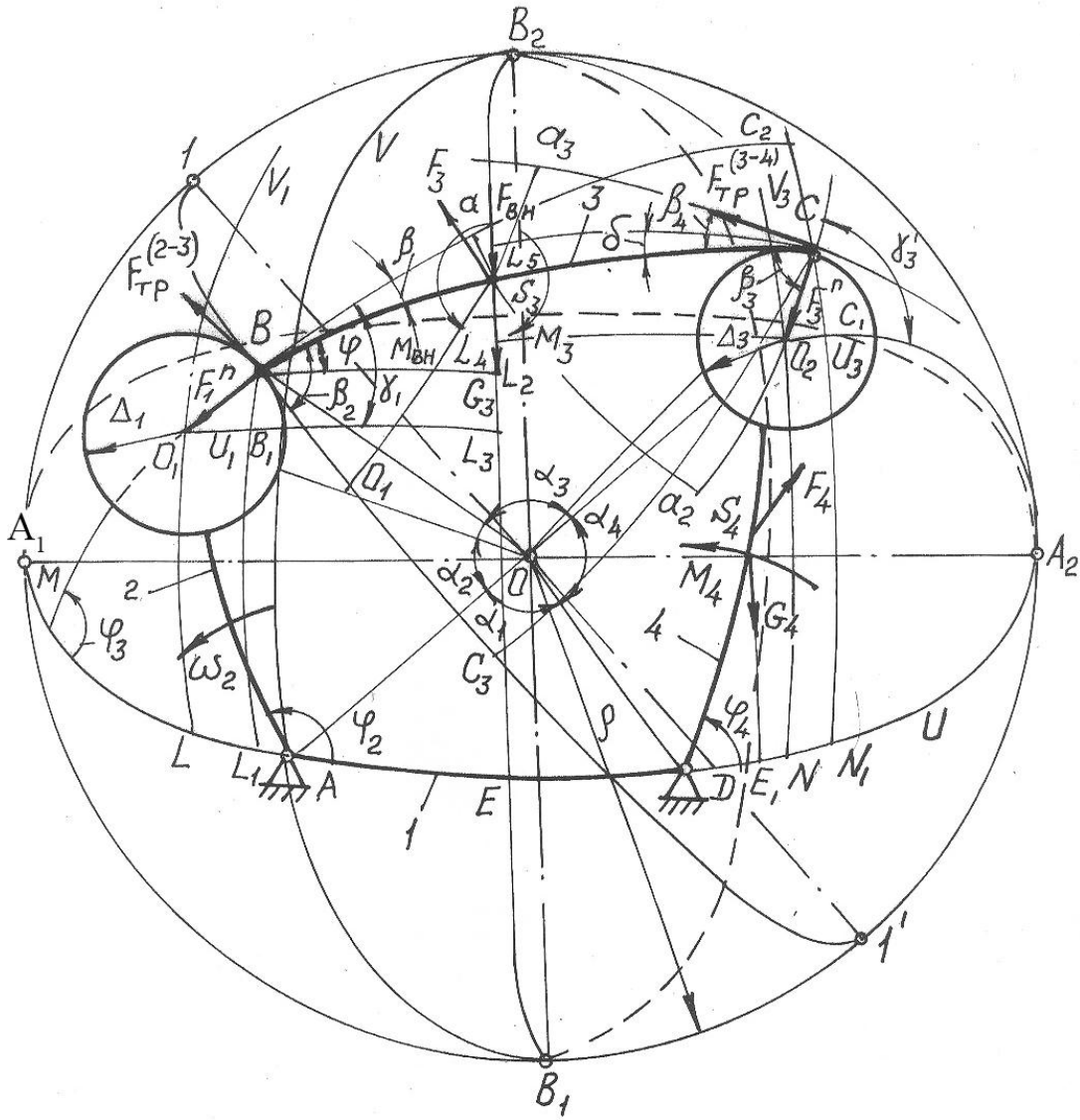
ოთხრგოლა სფერული მექანიზმი ასევე ფართოდ შეიძლება გამოყენებული იქნას მოცულობითი ორნამენტის და საზეთი ღარაკების მოსაჭრელად სფერულ ზედაპირზე. კონუსური სამსხვრეველები, რომლებშიაც სამსხვრევედ გამოყენებულია სფერული მექანიზმები, მოცემულ ტექნოლოგიურ ოპერაციებს აწარმოებენ მაღალი ნაყოფიერებით და საიმედონი არიან მუშაობაში მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ აღმოფხვრილი იქნება ის მავნე დინამიკური ფაქტორები, რომლებიც აღიძვრებიან მექანიზმის კინემატიკურ წყვილებში ღრეჩობის სახით და რგოლებში კი დრეკადი დეფორმაციების სახით.

სფერული მექანიზმების აწყობის გამარტივებისა და ჭარბი ბმების აღმოფხვრის მიზნით, ძალიან ხშირად, მათი დამზადებისას კინემატიკურ წყვილებში დაუშვებენ განსაზღვრული სიდიდის ღრეჩოს. დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ოპტიმალური ღრეჩოს შერჩევას, რომლის არსებობის დროსაც მექანიზმის ძირითადი დინამიკური მახასიათებლები და გამავალი რგოლების სიზუსტის ფუნქცია თავსდება დასაშვები ნორმების ზღვრებში.

როგორც აღვნიშნეთ სფერული მექანიზმების კინემატიკური და დინამიკური მახასიათებლები დამოკიდებულია ღრეჩოს სიდიდეზე კინემატიკურ წყვილებში, რომლის არსებობაც ნაკარნახევა როგორც ჭარბი ბმების აღმოსაფხვრელად, ისე ტექნოლოგიური აწყობისა და მუშაობის პროცესით.

სფერული ABCD მრუდმხარა-მხრეულიანი მექანიზმის (ნახ. 3) დინამიკური კვლევის ჩასატარებლად მოცემულია ორი  $\Delta_1$  და  $\Delta_3$  ღრეჩოს სიდიდე შესაბამისად ორ კინემატიკურ წყვილში: მრუდმხარა-ბარბაცა (2-3) და ბარბაცა მხრეულა (3-4). განსახილველი მექანიზმის შემავალი რგოლის მოძრაობის კანონი მოცემულია (2.1)-ის სახით. ამასთან მექანიზმის რგოლები ჩათვლილია აბსოლუტურად ხისტ რგოლებად და წარმოადგენენ ერთგვაროვანი ფორმის თანაბრად განაწილებულ მასიანს. მექანიზმის რგოლებს გააჩნიათ განსაზღვრული სისქე და მათი მასა თავმოყრილია შესაბამისი გეომეტრიულ  $S_3$  და  $S_4$  ცენტრებში.

$F_{TP}^{2-3}$  და  $F_{TP}^{3-4}$  ხახუნის ძალები მოდებულია 2-3 და 3-4 კინემატიკური წყვილების ელემენტების კონტაქტის წერტილებში, მიმართულია შიდა ელემენტების გარეს მიმართ ბრუნვის საწინააღმდეგოდ და წარმოქმნის სწორ კუთხეს რეაქციის ძალის ნორმალური  $F_1^n$  და  $F_3^n$  შემდგენების მიმართ.



ნახ. 3. ღრეჩოებიანი სფერული მრუდმხარა-მხრეულიანი მექანიზმის დინამიკური მოდელი

განსახილველ მექანიზმებზე მოქმედებს  $G_3$  და  $G_4$  წონის ძალები,  $F_3$  და  $F_4$  ინერციის ძალები,  $F_{BM}$  გარე ძალა,  $M_{BH}$  გარე მომენტი,  $M_3$  და  $M_4$  ინერციის წვევილძალის მომენტი და  $M_2$  ამძრავი მომენტი.

ღრეჩოებიან სფერულ მრუდმხარა-მხრეულიან მექანიზმში შეინიშნება ოთხი სახის დამატებითი მოძრაობა (კკ, კწ, წკ და წწ), რომლებიც აღიწერება 12 დიფერენციალური განტოლებებით. ამ განტოლებების ერთ სახიდან მეორეზე გადასვლის პირობები არსებობს. გარდა ოთხი სახის დამატებითი მოძრაობებისა მექანიზმის ყოველ მოძრაობას თან ახლავს ძირითადი მოძრაობაც.

ამრიგად, აღნიშნული მექანიზმებისათვის გვაქვს: პირველი სახის მოძრაობა – კონტაქტი-კონტაქტი და ძირითადი მოძრაობა, რომლებიც ხასიათდება  $\gamma_1$ ,  $\gamma_3$  და  $\varphi_2$  განზოგადებული

კოორდინატებით; მოძრაობის მეორე სახე – კონტაქტი-წყვეტა და ძირითადი მოძრაობა განზოგადებული  $\gamma_1, U_3, V_3$  და  $\varphi_2$  კოორდინატებით; მოძრაობის მესამე სახე – წყვეტა-კონტაქტი და ძირითადი მოძრაობა  $\gamma_1, U_3, V_3$  და  $\varphi_2$  განზოგადებული კოორდინატებით; მოძრაობის მეოთხე სახე – წყვეტა-წყვეტა და ძირითადი მოძრაობა  $U_1, V_1, U_3, V_3$  და  $\varphi_2$  განზოგადებული კოორდინატებით.

ღრეჩიანი სფერული ოთხრგოლა მრუდმხარა-მხრეულიანი მექანიზმების დინამიკური კვლევის დროს აუცილებლობას წარმოადგენს ვიცოდეთ მექანიზმის კინეტიკური ენერჯის ფორმულა, რომელიც შეიცავს როგორც დამატებათა მოძრაობის მანსიათებელ, ისე ძირითადი მოძრაობის განზოგადებულ კოორდინატებს.

ასეთი ფორმულაა:

$$T = \frac{1}{2} \{ I_2 \varphi_2^2 + I_{S_3} [V_1 a_{15} + \varphi_2 a_{16} - V_3 a_{17} - (U_3 - U_1) a_{18}]^2 a_{19}^{-2} + \\ + m_3 \rho^2 [(U_1 a_{29} + V_1 a_{30} + U_3 a_{31} + V_3 a_{32} - \varphi_2 a_{33})^2 + (U_1 a_{34} + V_1 a_{35} - U_3 a_{36} - V_3 a_{37} + \\ + \varphi_2 a_{38})^2] + I_{S_4} [V_1 a_{20} + V_3 a_{21} - (U_1 - U_3) a_{22} - \varphi_2 a_{23}]^2 a_{24}^{-2} \},$$

სადაც:

$I_2$  - შემაგალი რგოლის ინერციის მომენტი;

$I_{S_3}$  - BC ბარბაცას ინერციის მომენტი;

$I_{S_4}$  - CD ბარბაცას ინერციის მომენტი.

ისინი გამოითვლება ფორმულებით:

$$I_2 = m_2 \rho^2$$

$$I_{S_3} = m_3 \left[ \frac{\rho^2}{2} \left( 1 - \frac{\sin \alpha_3}{\alpha_3} \right) + \frac{1}{3} b_1^2 \frac{\sin \alpha_3}{\alpha_3} \right]$$

$$I_{S_4} = m_3 \rho^2$$

სადაც  $\rho$  – სფეროს რადიუსი;

$b_1 - 3$  რგოლის კონსტრუქციული სისქეა.

$U_1, V_1, U_3, V_3$  გეოგრაფიული და  $\gamma_1, \gamma_3$  კუთხური კოორდინატები ზემოთ აღნიშნულ კინეტიკური ენერჯის ფორმულაში ერთმანეთთანაა დაკავშირებული სათანადო გაანგარიშებით.

აღნიშნული და სხვა სათანადო გაანგარიშების საფუძველზე ავტორთა ჯგუფის მიერ პროფესორ ნოდარ დავითაშვილის ხელმძღვანელობით და ჩვენი უშუალო მონაწილეობით შექმნილი იქნა უნივერსალური “კონუსური სამსხვრეველა”, რომელზეც გაცემული იქნა პატენტი (№ 2004974) და აღნიშნული მოწყობილობა პრაქტიკულად დანერგილი იქნა სს “ელმავალმშენებელში” და ოზურგეთის მაღაროთა სამმართველოს ქარხნებში. წლიურმა ეკონომიურმა ეფექტმა ყოველგვარ მოლოდინს გადააჭარბა.

დღეისათვის ჩვენს ქვეყანაში, როგორც ცნობილია ძალიან ცოტა მანქანათმშენებლობის საწარმოები მუშაობენ. თუ კი რომელიმე მათგანის ხელმძღვანელებს დაინტერესებს აღნიშნულ მოწყობილობის ან მისი ანალოგის მუშაობის დეტალური ინფორმაცია, მაშინ ჩვენი მოკრძალებული პუბლიკაციის მიზანი მიღწეული იქნება. ჩვენ მზად ვართ ნებისმიერ მათგანთან საქმიანი თანამშრომლობისათვის.

#### **გამოყენებული ლიტერატურა**

1. **Давишвили Н.С., Абайшвили В.В., Авалиани Д.Н., Талаквადзе А.М.** Динамический анализ сферических четырёхзвенных механизмов с жёсткими звеньями//Труды института прикладной математики им. И.Н. Векуа, Тбилиси, № 38, 1990, с. 102-111.
2. **Давишвили Н.С., Якушев В.М., Талаквადзе А.М.** Конусная дробилка. Положительное решение о выдаче а.с. от 04.01.1992 г. Приоритетный № 490915.33-35074.
3. **ა. თალაკვაძე.** სფერული ოთხზოლა მექანიზმების დინამიკური კვლევა კინემატიკურ წყვილებში ღრეჩობის და რგოლების დრეკალობის გათვალისწინებით. ნაშრომი 06/1993, გვ. 28-33, 38-41.

## **ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СФЕРИЧЕСКОГО КРИВОШИПНО-КОРОМИСЛОВОГО МЕХАНИЗМА С ЗАЗОРАМИ ПРИМЕНЁННОГО В КАЧЕСТВЕ ПРИВОДА КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ**

**А. Талаквადзе**

### **Резюме**

В работе приведены преимущества применения сферического четырёхзвенного кривошипно-коромислового механизма с зазорами применённого в качестве привода конусной дробилки в сравнении с другими приводами и проведён короткий анализ динамического исследования.

## **DYNAMICAL RESEARCH OF SPHERICAL FOUR-BAR CRANK-AND-SLOT MECHANISM WITH CLEARANCES APPLIED IN CONE CRUSHER'S DRIVES**

**A. Talakvadze**

### **Abstract**

In the work is stated the advantages of application of spherical four-bar crank-and-slot mechanism with clearances applied in cone crusher's drives in comparison with other drives and is carried out brief analysis of its dynamical research.



შპს. 625.1

**საქართველოს რკინიგზისათვის მასალების წარმოების პრობლემა  
და მათი დაკლების მიმართულებები**

თ. კუპატაძე, ზ. კუპატაძე

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

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია რკინიგზის ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი დარგის სალიანდაგო მეურნეობის სამრეწველო საწარმოების და ძირითადი საექსპლოატაციო ორგანიზაციების მასალებით მომარაგების პრობლემები. სტატიაში მითითებულია იმ უამრავი მასალების ჩამონათვალი და მოცულობები, რომელიც ესაჭიროება ერთი კილომეტრი რკინიგზის გამართულ მუშაობას. ასევე აღნიშნულია, რომ საქართველოს დამოუკიდებლობის პირობებში, რკინიგზის გამართული და შეუფერხებელი მუშაობისთვის აუცილებელია შესაბამისი დარგის შესვეურებმა დასვან საკითხი და იზრუნონ იმაზე, რომ შესაძლებელი გახდეს იმ მასალების საქართველოში გამოშვება, რომლებიც ესაჭიროება რკინიგზის გამართულ მუშაობას.

**საკვანძო სიტყვები:** გადაზიდვების მოცულობა, სატრანსპორტო-ეკონომიკური კავშირები, მატერიალურ-ტექნიკური მომარაგება, ლიანდაგის ტექნიკური მდგომარეობა, შეუფერხებელი და უსაფრთხო მოძრაობა.

### შესავალი

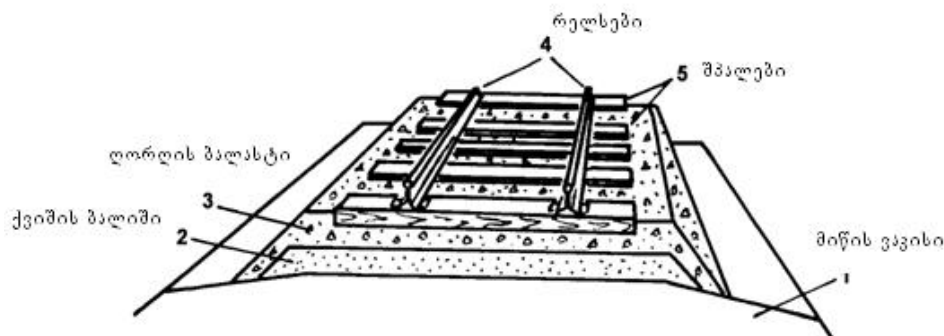
ჩვენი ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების მზარდი მოთხოვნა მნიშვნელოვნად განაპირობებს რკინიგზის ტრანსპორტის გადაზიდვების მოცულობის გადიდების აუცილებლობას მთელი ქვეყნის მასშტაბით. სახალხო მეურნეობის ეს მნიშვნელოვანი დარგი არა მარტო ახორციელებს სატვირთო და სამგზავრო გადაზიდვებს, არამედ უზრუნველყოფს სატრანსპორტო-ეკონომიურ კავშირებს, ერთმანეთზე დამოკიდებულ საწარმოებს და ცალკეულ დარგებს შორის. ღკინიგზა და არა მარტო რკინიგზა, მთლიანად ტრანსპორტი იმყოფება მჭიდრო ურთიერთკავშირში ყველა დარგთან

და ხელს უწყობს ქვეყნის ეკონომიკურ განვითარებას. 2012 წლის 1 ოქტომბერს ჩატარებულმა არჩევნებმა და მიმდინარე პოლიტიკურმა მოვლენებმა მნიშვნელოვნად გაზარდა ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების შესაძლებლობა. გზა გაეხსნა ბიზნესის განვითარებას. იწყება სოფლის მეურნეობის აღორძინების დიდი ეტაპი. იხსნება სატრანსპორტო კავშირები ჩრდილოეთის მიმართულებით. შენდება ყარსი-ახალქალაქის რკინიგზა. ყოველივე ეს თავის მხრივ გაზრდის, როგორც ადგილობრივ ისე სატრანსპორტო გადაზიდვების მოცულობას. ზემოხსენებული რკინიგზის ტრანსპორტის წინაშე აყენებს გადიდებული ტვირთნაკადების გადაზიდვის ამოცანას. ამ ამოცანის შესასრულებლად აუცილებელი ხდება მისი გადაიარაღება, მატერიალურ-ტექნიკური მომარაგება, რკინიგზის ინფრასტრუქტურის გაჯანსაღება, მოძრავი შემადგენლობის განახლება, სიგნალიზაციის, კავშირგაბმულობის სისტემების გაუმჯობესება, სალიანდაგო მეურნეობის წესრიგში მოყვანა, მრავალ უბანზე კაპიტალური სარემონტო სამუშაოების ჩატარება, ენერგო მომარაგების გაუმჯობესება და ელექტროფიკაციის მეურნეობის გაჯანსაღება. განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს რკინიგზის ლიანდაგის ტექნიკური მდგომარეობა, რაც ბევრად განსაზღვრავს რკინიგზის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს.

## ძირითადი ნაწილი

რკინიგზის ლიანდაგი წარმოადგენს საინჟინრო ნაგებობას, რომლის დანიშნულებაა უზრუნველყოს მატარებლის გატარება დადგენილი სიჩქარეებით. მის მდგომარეობაზე ბევრადაა დამოკიდებული მატარებლების შეუფერხებელი და უსაფრთხო მოძრაობის და რკინიგზების გამტარ და გამზიდუნარიანობის პირობები.

იხ. ნახ. 1



ნახ. 1 რკინიგზის ლიანდაგის რეკონსტრუქცია

რკინიგზის ლიანდაგი შედგება ქვედა და ზედა ნაშენისაგან. ზედა ნაშენს მიეკუთვნება რელსები, სარელსო სამაგრები, წარეკვწინალები, შპალები, ბალასტის შრე, სპეციალური მოწყობილობები ლიანდაგის ერთ დონეზე შეერთებისა და გადაკვეთისათვის. ლიანდაგის ქვედა ნაშენს მიეკუთვნება ხელოვნური ნაგებობები (ხიდები, მილები, გვირაბები, გალერეები, ვიადუკები, აკვედუკები, საყრდენი კედლები, გზაგამტარები და სხვა...).

საქართველოს რკინიგზა ექსპლუატაციაში შევიდა 1872 წლის სექტემბერში. იმ დროიდან მოყოლებული საქართველოს რკინიგზა 1917 წლის რევოლუციამდე წარმოადგენდა რუსეთის რკინიგზის შემადგენელ ნაწილს, რევოლუციის შემდეგ კი საბჭოთა კავშირის რკინიგზის ერთ-ერთ შემადგენელ ნაწილს. აქედან გამომდინარე აღნიშნული რკინიგზის მატერიალურ-ტექნიკური მომარაგება ხდებოდა ცენტრალური წესით, რუსეთიდან. ქვემოთ წარმოდგენილია რკინიგზის ლიანდაგის 1 კმ-ზე საჭირო მასალების ნუსხა და ხაზი მინდა გაუსვა იმ საკითხს, რომ დღესაც საქართველოს დამოუკიდებლობის 2 ათეული წლის შემდეგაც არ გაგვანია ის სამრეწველო საწარმოები, რომლებიც მოახდენდა რკინიგზის მომარაგებას საჭირო მასალებით.

1 კილომეტრ რკინიგზაზე საჭიროა რელსები:

p-65 ტიპის 130 ტონა, p-50 ტიპის 103 ტონა, p-43 ტიპის 89,3 ტონა

**ზედები :**  
p-65 ტიპის რელსებისათვის 3,8 ტონა  
p-50 ტიპის რელსებისათვის 3 ტონა  
p-43 ტიპის რელსებისათვის 2,56 ტონა

**რელსების დასამაგრებელი ჭანჭიკები ქანჩით:**

p-65 ტიპის რელსებისათვის 330 კგ  
p-50 ტიპის რელსებისათვის 360 კგ  
p-43 ტიპის რელსებისათვის 290 კგ

**ქველები:** p-65 ტიპის რელსებისათვის 28, 5 ტონა, როცა შპალების რიცხვი 2000 ცალია 24,8 ტ როცა შპალების რიცხვი 1840 ცალია

კასტილები და რეზინის საფენი ქველის ქვეშ და სხვა...

უნდა აღინიშნოს, რომ ზემოთ ჩამოთვლილი არცერთი მასალა საქართველოში არ იწარმოება გარდა შპალებისა. აქ არ მიუთითებთ, თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს თითოეული დასახელების მასალებს რკინიგზის არა მარტო ნორმალური მუშაობისთვის, არამედ მთლიანად მისი ფუნქციონერებისათვის. ათეული წლების განმავლობაში საქართველოს რკინიგზის შესაბამისი დარგის მუშაკებს უხდებათ მოძიება, შესყიდვა და შემოტანა სხვადასხვა ქვეყნიებიდან, რაც ძალიან აფეხებს რკინიგზის გამართულ და შეუფერხებელ მუშაობას. რაც შეეხება შპალებს, როგორც

რკინა-ბეტონის, ასევე ხის შპალების წარმოება ამჟამად ხდება საქართველოში. 1996-97 წლებში შესყიდული იქნა ტექნოლოგია ინგლისში პანდროლის ტიპის სამაგრებით, რომლის დამონტაჟება მოხდა სპეციალურად აშენებულ საამქროში რკინიგზის კუთვნილ რკინაბეტონის ქარხანაში, რომელიც იძლეოდა 500 ცალი შპალის გამოშვების შესაძლებლობას ერთ ჩასხმაზე. 2000-2001 წელს იტალიაში შეძენილი იქნა რკინა-ბეტონის შპალების წარმოების მე-2 ხაზი და იძლეოდა 450 ცალი შპალის გამოშვების შესაძლებლობას ერთ ჩასხმაზე. აღნიშნული რკინა-ბეტონის შპალების წარმოებამ უდიდესი როლი შეიტანა სალიანდაგო მეურნეობის განვითარების საქმეში, მაგრამ სამწუხაროდ რკინიგზის ხელმძღვანელობამ გასული წლების განმავლობაში მოახდინა აღნიშნული ქარხნის გასხვისება, რამაც დიდი ეკონომიკური ზიანი მოუტანა რკინიგზას.

რაც შეეხება ხის შპალებს იგი იწარმოება საქართველოში სხვადასხვა ინდმეწარმეების მიერ, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ხშირ შემთხვევაში წარმოებული მასალა არ მზადდება შესაბამისი სპეციფიკით დადგენილი ხის ჯიშებისაგან და ამავე დროს მისი გაჟღენთვის ხარისხიც არ შეესაბამება სტანდარტით გათვალისწინებულ მოთხოვნებს, რაც გამომდინარეობს იქიდან, რომ რკინიგზამ ასევე მოახდინა თავისი კუთვნილი, გორის შპალსაჟღენთი ქარხნის გასხვისება.

რკინიგზას 1 კილომეტრზე ესაჭიროება 1500-2000 კუბური მეტრი ღორღის ბალასტი. საქართველოს რკინიგზას ასევე გააჩნდა საკუთარი ღორღის ქარხნები დურნუკში და ჩხენიშში, რომლის გასხვისებაც ასევე გასული წლების განმავლობაში მოხდა. დღეს თვალნათლივ ჩანს თუ როგორი პრობლემები აქვს რკინიგზას ღორღით მომარაგების საქმეში.

## დასკვნა

იმასთან დაკავშირებით, რომ არა მარტო საქართველოში არამედ ამიერკავკასიის რესპუბლიკებში არ არსებობს რკინიგზის ლიანდაგის ზედა ნაშენისათვის საჭირო მასალების საწარმოები, მათი შესყიდვა და შემოზიდვა ხდება საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან, რაც არა მარტო აფერხებს რკინიგზის ექსპლუატაციას, არამედ აქვეითებს მის ეკონომიკურ ეფექტიანობას. ალბათ საჭიროა რკინიგზის მესვეურებმა ეკონომიკის სამინისტროსთან და ბიზნესმენებთან დასვან საკითხი რკინიგზის მატერიალური მომარაგებისათვის საჭირო საწარმოების გახსნის მიზანშეწონილობაზე.

## ბამოყენებულ ლიტერატურა

1. СНИП Глав 2 прил. Т-4 Сборник элементами смет. Норм на ст. конструкций и работы Москва 1984 г. стр. 239.
2. ЕНИР Сборник Е16 Сооружение верхнего строения железнодорожных путей широкой колеи. Москва 1988 г. стр. 239.
3. ნუგზარ რურუა რკინიგზის ლიანდაგის კონსტრუქცია და ტექნიკური მომსახურება. თბილისი 2012 წ. 507 გვ.

## ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ГРУЗИИ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ ПРЕДОЛЕНИЯ

Т. Купатадзе, З. Купатадзе

### Резюме

В статье рассматриваются проблемы обеспечения материалами промышленных предприятий и основных эксплуатационных организаций одной из наиболее важных отраслей инфраструктуры железнодорожного транспорта. В статье указаны список и объёмы тех многочисленных материалов, которые требуются для исправной работы одного километра железной дороги. Также отмечается, что условиях независимости Грузии, для исправной и бесперебойной работы железной дороги руководители соответствующей отрасли должны поставить вопросы и позаботиться, чтобы стало возможным выпуск в Грузии тех материалов, которые необходимы для исправной работы железной дороги.

## PROBLEMS OF PRODUCTION MATERIALS FOR GEORGIA RAILROAD AND BASIC DIRECTIONS OF PREDOLENIYA

T. Kupatadze Z. Kupatadze

### Summary

In this article are considered the problems of supply by materials and major operational organizations of one of the most important branches of the railway infrastructure. In the article is mentioned a list of types and volumes of numerous materials that are required for running order operation of one kilometer of railway. Also is notes that the in the conditions of independence of Georgia, for running order and non-failure operation of the railroad the industry leaders must put the appropriate questions and make sure that becomes possible production in Georgia of those materials that are necessary for running order operation of the railway.



შპს 339;626.

**სამრეწველო საწარმოებში სტრატეგიული დაგეგმვისა და  
მართვის როლი**

**ნ. სვანიძე, გ. ტყეშელაშვილი**

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

**რეზიუმე:** სტრატეგიული დაგეგმვა და აქედან გამომდინარე, სტრატეგიული მართვა წარმოებს აძლევს ხანგრძლივი სიცოცხლის უზარალობას. განსაკუთრებით გარემო პირობების ცვლილებებისას. საწარმოს ხელმძღვანელი, რომელიც განაგებს სტრატეგიული მართვის პრობლემებს, იგი სტრუქტურულად უზრუნველყოფს არა მხოლოდ საწარმოს მუდმივ მომგებიანობაზე ზრუნვას, არამედ ეკონომიკური რყევების პირობებში ორგანიზაციის მდგრად ფუნქციონირებას. ამ დროს მნიშვნელოვანია სამრეწველო საწარმოთა სტრატეგიული დაგეგმვისა და მართვის ძირითადი მიმართულებების განხორციელება.

**საკვანძო სიტყვები:** სტრატეგია, დაგეგმვა, მართვა, ოპერატიული მართვა, ინოვაცია, პარტნიორობა.

თანამედროვე ეკონომიკური მეცნიერება საკმარისად ფართოდ განსაზღვრავს მეწარმეობას. უმრავლეს შემთხვევაში ამ მოვლენის არსის განსაზღვრისათვის იყენებს აღწერას – სამეწარმეო საქმიანობის მიზნების ჩამონათვალს, რომლებიც შეიძლება იყოს შემდეგი სახის: საქმიანობა- მიმართული მაქსიმალური მოგების შესაძლო მიღებაზე; მოქალაქეთა ინიციატიური საქმიანობა- იგი წარმოებასა და მომსახურებას უკავშირდება; საკუთრების გამოყენება კომერციული საქმიანობისათვის; მოგების მიღებისათვის ახალი ტექნოლოგიების, მეცნიერულ-ტექნიკური საშუალებების გამოყენება; კაპიტალის განთავსება წარმოების განვითარებაში მოგებისათვის და ბოლოს, სპეციფიკური სახის საქმიანობა, რომელიც მიმართულია მოსალოდნელი ცვლილებების კვლევაზე და კვლევის შედეგების

გათვალისწინება მოგებისათვის.

„მეწარმეობრივი საქმიანობა არის ინოვაციური ბიზნესი. მას ახორციელებენ მოქალაქეები (პარტნიორთა ჯგუფი) მოგების (შემოსავლის) მიღების მიზნით პირადი რისკისა და ქონებრივი პასუხისმგებლობის საფუძველზე. იგი მართლზომიერი და არაერთჯერადი (უწყვეტი) საქმიანობაა. მეწარმისაგან განსხვავებით ბიზნესში ჩაითვლება ნებისმიერი ერთჯერადი კომერციული გარიგებები და ოპერაციები. ამიტომ ბიზნესი უფრო ფართო ცნებაა და იგი მოიცავს მეწარმეობასაც“.<sup>1</sup>

მეცნიერთა უმრავლესობა აქცენტს აკეთებს იმაზე, რომ სამრეწველო წარმოების საქმიანობის ძირითადი და საბოლოო მიზანია მოგება. მაგრამ მეწარმეობის საბოლოო მიზანი არა მხოლოდ მოგებაა, არამედ უწყვეტი წარმოების განხორციელება—კვლავწარმოება მუდმივად მზარდი ცვლილებების, სოციალური ჯგუფების მზარდი მოთხოვნების დაკმაყოფილებისათვის. სამეწარმეო საქმიანობის ერთ-ერთ მთავარ კრიტერიუმს წარმოადგენს ინოვაციური საქმიანობა.<sup>2</sup>

წარმოება პროცესია—უწყვეტი ცვლილებებია საქონლისა და მომსახურების მოთხოვნის დაკმაყოფილებაზე, გასაღებაზე, მარკეტინგსა, ლოგისტიკასა, მენეჯმენტსა და სხვა აუცილებელ ღონისძიებებზე. ორიენტირებულია, ზღრული ინოვაციით წარმოების ყველა სტადიაზე, მწარმოებელს მოუტანოს მოგება. ამდენად თანამედროვე წარმოება არ დაიყვანება კერძო მესაკუთრეზე, რომელიც ცდილობს თავისი კაპიტალის გამოყენებით მიიღოს მაღალი მოგება, არამედ წარმოების ქვეშ უნდა გვესმოდეს მაღალკვალიფიციური და ინტენსიური შრომის განაწილება, მატერიალური წარმოების პროცესი, ინდივიდის (მეწარმის) განსაკუთრებული უნარიანობა წარმოების ფაქტორების რაციონალური და ინოვაციური რისკების გამოყენება. სამეწარმეო საქმიანობის ძირითადი მახასიათებელი ნიშნებია:

1. სამეურნეო ორგანიზაციის კონკურენტუნარიანობა. თავის მხრივ, წარმოებული პროდუქციის კონკურენტუნარიანობა.
2. ახალი სამეწარმეო საქმიანობისათვის ნოვაციების, იდეების დამუშავება, ან არსებული წარმოების განვითარება-გაღრმავება;
3. წარმოების საშუალებების მაქსიმალური გამოყენება;
4. ორგანიზაციის სახელმწიფოებრივი ფორმის დაცვა.

<sup>1</sup>გ.შუბლაძე. მეწარმეობა. თბ.1997. გვ.65.

<sup>2</sup>Асаул А.Н., Скуматов Е.Ф., Локтева А.М., Методологические аспекты Формирования и развития предпринимательских сетей / под ред. д.э.н.проф. А.Н.Асаул. СПб: „Гуманистика“, 2004. с. 256

შუმპეტერი აღნიშნავს: „მეწარმე ისეთივე საქმიანობას ეწევა როგორსაც კომერსანტი, მაგრამ კომერსანტი არასოდეს არ არის მეწარმე“.<sup>3</sup> აღსანიშნავია, რომ მეწარმეს, როგორც სოციალურ-ეკონომიკური ფენომენს საბაზრო ეკონომიკის გარეშე არსებობა არ შეუძლია. იგი უზრუნველყოფს მოსახლეობის დასაქმებას, ქმნის სამუშაო ადგილებს, სარგებლობს სახელმწიფო ხელშეწყობით. კერძოდ სახელმწიფო ფუნქციონირების საწყის ეტაპზე უწევს კონსულტაციას და ეხმარება ფინანსურად (საგადასახადო ხელშეწყობით) და სხვ.

სამეწარმეო ორგანიზაციები გარემო პირობების ცვლილებებს პასუხობს რეაქციით, რომელიც შესაბამისობაშია სხვადასხვა ქცევის სტილთან. ასეთ შემთხვევაში იყენებს სტრატეგიულ მართვასა და დაგეგმვას, რაც აისახება საჭირო რესურსების განსაზღვრაში, გარემო პირობებთან ურთიერთკავშირის დაცვაში და რაც მთავარია, შესაბამისი სტრატეგიის შერჩევაში, ასევე გასათვალისწინებელია დროში სტრატეგიის განხორციელება და დასმული მიზნის მიღწევა.

სამრეწველო წარმოების სტრატეგიული მართვის სპეციფიკა მნიშვნელოვანია ორგანიზაციის მისიის განსაზღვრისთვის. სტრატეგიული მართვის საბოლოო პროდუქტს წარმოადგენს ორგანიზაციის შიდა სტრუქტურა და ის ორგანიზაციული ცვლილებები, რომლებიც უზრუნველყოფენ გარემო პირობების მიმართ ორგანიზაციის მგრძობიარობას. ამდენად სამეწარმეო საქმიანობაში სტრატეგიული მართვისას სწორად უნდა იქნეს შეფასებული გარემოს ცვლილებები, რის გამოც მენეჯერმა ადექვატური ქმედებებით მოახდინოს რეაგირება. ეს იქნება საქონლისა და მომსახურების სიახლეები, ახალი ტექნოლოგიების დანერგვა თუ სხვა.

ორგანიზაციის საწარმოო სტრუქტურის შემადგენლობაა: ტექნოლოგია, საწარმოო მოწყობილობები, საწარმოო სიმძლავრეები და საწარმოო გადაიარაღების შესაძლებლობები; ორგანიზაციის წარმოების დონე; ხელმძღვანელთა სტრუქტურა, ფუნქციებისა და გადაწყვეტილებების უფლებამოსილების თანამდებობრივი გადანაწილება; საერთო მიზნის შესაბამისი ამოცანების გადაცემა ცალკეული ჯგუფების ან პირებისათვის; ორგანიზაციის ქცევის კულტურა, ნორმები და ფასეულობები.

მენეჯერების უნარიანობას აფასებენ შემდეგი კრიტერიუმები<sup>4</sup>: ცვლილებებზე დამოკიდებულებები; პროექტების შექმნის შესაბამისი კვალიფიკაცია; პროფესიონალიზმი და ბაზრის ცვლილებების ანალიზის სათანადოდ ჩატარება.

<sup>3</sup>Шумпетер И, Теория экономического развития. М., 1982. с. 174

<sup>4</sup>Асаул А.Н. Культура организации. Проблемы формирования и управления СПб.Гуманистика. 2006. 216ст.

ორგანიზაციებში ძალაუფლების გადანაწილება უკავშირდება ორგანიზაციულ სტრუქტურის გარდაქმნებს, თანამდებობრივი ფუნქციების ცვლილებებს, მმართველობით სხვადასხვა დონეებს შორის გადაწყვეტილებების მიღების პასუხისმგებლობებს და სსვ.

ორგანიზაციის ბაზარზე ქცევის სტილის დასაბუთებულობისათვის იყენებენ სტრატეგიული დაგეგმვის მეთოდს, რომელიც გულისხმობს სამეწარმეო ქცევის სტილისადმი სისტემურ მიდგომას.

მსხვილი ორგანიზაციისათვის ზრდადობის ქცევის სტილი წარმოადგენს უფრო შეზღუდულსა და ბუნებრივს, მაგ: მსხვილ დარგობრივი ორგანიზაცია იცავს რა ზრდადობის ქცევის სტილს დიდი ხნის მანძილზე აგრძელებს ფუნქციონირებას. მაგრამ თუ ორგანიზაციას შეეხება ფინანსური კრიზისი, მაშინ მთავარი მენეჯერი იბულებული გახდება მოახდინოს მმართველობითი სტრუქტურის ცვლილებები, მოძებნოს ახალი გზები ორგანიზაციის ეფექტიანი მუშაობის შეანარჩუნებისათვის.

სტრატეგიული მართვის საქმიანობა უპირველესად მიმართულია სტრატეგიული დაგეგმვის პოზიციების უზრუნველყოფისაკენ, რაც წარმოებას აძლევს ხანგრძლივი სიცოცხლის უნარს გარემო პირობების ცვლილებებისას. მენეჯერი, რომელიც დაკავებულია სტრატეგიული მმართველობის პრობლემებით, უზრუნველყოფს არა მხოლოდ ორგანიზაციის მუდმივ მოგებაზე ზრუნვას, არამედ გარემო პირობების ცვლილებების (ეკონომიკური რყევები) პირობებში, ორგანიზაციის მდგრადობას. ამ დროს მნიშვნელოვან ამოცანებად გვესახება, აგრეთვე სტრატეგიული დაგეგმვისა და მართვის ცვლილებების განხორციელება,

აღნიშნული შეეხება მართვის ორგანიზაციულ სატრუქტურასაც და შესაბამისი პერსონალიების შერჩევასაც.

სტრატეგიული მართვის ფორმებისაგან განსხვავებით საწარმოო ოპერატიული მართვა მიზნად ისახავს სტრატეგიული დაგეგმვის პოზიციას. მენეჯერი, რომელიც მოღვაწობს ოპერატიული მართვის საკითხებზე მნიშვნელობას ანიჭებს ორგანიზაციის პოტენციალს, იყენებს რა საწარმოო პოტენციალს, უზრუნველყოფს წარმოების მაღალ მოგებას, აგრეთვე ითვალისწინებს საწარმოო ამოცანებს, მოტივაციას, კონტროლისა და კოორდინაციის თავისებურებებს ნებისმიერ შემსრულებლებზე. ოპერატიული მართვა ნორმალური ფუნქციონირებისათვის იყენებს კადრების შერჩევის შესაძლებლობებს, ამჟღავნებს გარემო ცვლილებების მიმართ მდგრადობას და ორიენტირებულია შედეგებზე. მაშასადამე, თუ სტრატეგიული მართვის მენეჯერი მიმართულია ცვლილებებსა და რისკებზე, ხოლო ოპერატიული მართვის მენეჯერი ნაკლებად ითვალისწინებს რისკებს, იგი კომპეტენციას ამჟღავნებს შედეგების ანალიზზე, აწარმოებს მიმდინარე საქმიანობის

კონტროლსა და კოორდინირებას. სტრატეგიული მართვა მოითხოვს სამეწარმეო ქცევას, ხოლო ოპერატიული მართვა იყენებს ბაზარზე ზრდადობის ქცევის სტილს. პრაქტიკამ აჩვენა, რომ თანამედროვე სამრეწველო წარმოების ორგანიზაციების უმრავლესობა იყენებენ მართვის ორივე სახის ქცევას, რის შედეგადაც იქმნება სამეწარმეო საქმიანობაში მართვის ისეთი სტრუქტურები, რომლებიც იძლევიან წარმატებული განვითარების საშუალებებს.

სტრატეგიული მართვის ობიექტად მიღებულია საწარმო ორგანიზაციის სამი ჯგუფი: ორგანიზაცია, სტრატეგიული სამეურნეო ქვედანაყოფილება და ფუნქციონალური ორგანიზაცია<sup>5</sup>. თავისთავად ორგანიზაცია განიხილება როგორც ღია კომპლექსური სოციალურ-ეკონომიკურ სისტემა, რომელსაც გააჩნია სტრუქტურული ქვედანაყოფები – სტრატეგიული სამეურნეო ქვედანაყოფები. ხოლო სტრატეგიული სამეურნეო ქვედანაყოფი არის მომიჯნავე საქმიანობის ორგანიზაცია. მას გააჩნია დამოუკიდებელი საბაზრო ორიენტაციის სამეურნეო ქვედანაყოფი, რომელიც გამოდის ბაზრის სეგმენტზე სრულფასოვან კონკურენტად, ჰყავს თავისი მომწოდებლები და მომხმარებლები. სამეურნეო ხელმძღვანელს ადებული აქვს სრული პასუხისმგებლობა ორგანიზაციის საქმიანობის სტრატეგიული განვითარებასა და მიმდინარეობაზე. რაც შეეხება ორგანიზაციის ფუნქციონალური ზონა-საქმიანობის სფეროს, ქვედანაყოფების ფუნქციონალური სტრუქტურა სპეციალიზებულია განსაზღვრული სახის ფუნქციების შესრულებაზე, უზრუნველყოფს მთელი ორგანიზაციის ეფექტურ საქმიანობას.

სტრატეგიული დაგეგმვისა და მართვის საგანი მოიცავს:

1. საწარმო ორგანიზაციის გენერალურ მიზნებს, რომლებიც ორიენტირებულნი არიან მომავალში ეფექტიანობის ამაღლებაზე. ამიტომ მართველობითი გადაწყვეტილებების მიღება ხშირად მიმართულია ახალი პროდუქტების ათვისების, ახალი ტექნოლოგიების გამოყენებისა და ბაზრის ახალი სეგმენტების ათვისებისაკენ. მათ შორის ზოგიერთი საკითხის მმართველობითი გადაწყვეტილება ექვემდებარება ასევე ოპერატიულ მართვას;
2. ამოცანები, რომლებითაც უნდა გადაწყდეს ახალი პროდუქციის გამოშვება, ტექნოლოგიური მოწყობილობების შექმნა, ახალი სპეციალისტების მოწვევა, წარმოების მოცულობის გაფართოება და სხვ.
3. ძირითადად სტრატეგიულ მართვას განაპირობებს უამრავი გარე ფაქტორების ზემოქმედებები საწარმო საქმიანობაზე.

<sup>5</sup>Фатхутдинов Р.А. Разработка управленческого решения, Учебное пособие. М., 1997. 220ст.

იმისათვის, რომ არ იქნეს შეცდომები დაშვებული წარმოების განვითარების სტრატეგიასა და მმართველობით მიმართულებებში უნდა განისაზღვროს ეკონომიკური, პოლიტიკური, მეცნიერულ-ტექნიკური, სოციალური და სხვა ფაქტორები, რომლებიც გავლენას მოახდენენ ორგანიზაციის სამომავლო საქმიანობაზე. აგრეთვე გარე გარემოს მუდმივი მონიტორინგის განხორციელება-მნიშვნელოვანი პირობაა ორგანიზაციის ეფექტიანობისა და კონკურენტუნარიანობის ასამაღლებლად.

თანამედროვე ეკონომიკურ მეცნიერებაში გამოიყოფენ სტრატეგიული მართვის განვითარების ორ მიმართულებას:

1. „რეგულარული სტრატეგიული“ მართვა – წარმოადგენს სტრატეგიული დაგეგმვის ლოგიკურ განვითარებას და შედგება ორი ურთიერთდამოკიდებული ქვესისტემისაგან: ერთი – სტრატეგიის ანალიზისა და დაგეგმვის ქვესისტემა და მეორე – სტრატეგიული მართვის განხორციელების ქვესისტემა. ფაქტობრივად ეს სისტემები ექვემდებარებიან შესაძლო სტრატეგიულ მართვას. ამ მიმართულებებმა, თანამედროვე პირობებში მიიღო ფართო გავრცელება იმასთან დაკავშირებით, რომ ისინი ღრმად და სრულყოფილად არიან დამუშავებულნი;
2. „სტრატეგიული მართვა დროის რეალურ მასშტაბში“.<sup>6</sup> იგი უკავშირდება სამეწარმეო საქმიანობაში მოულოდნელად წარმოშობილ სტრატეგიულად გადასაწყვეტ ამოცანებს. გარემო პირობებში გაუთვალისწინებელი ცვლილებების შედეგად აუცილებელია ადეკვატური საქმიანობის შესრულება, ანუ უნდა მოხდეს თანმიმდევრულად მოვლენათა იდენტიფიცირება (თანმდევი შედეგების) და ოპერატიულად პრობლემის გადაწყვეტა.

სტრატეგიულ მართვაში, ცნობილმა დასავლეთის მეცნიერებმა ი. ანსოფფი, მ. პორტერი, ჯ. პირსი, რ. რობერტსონი, ჯ. ჰიგენსი და სხვებმა განსაკუთრებული წვლილი შეიტანეს. მათი განმარტებით სტრატეგიული მართვა განისაზღვრება როგორც ორგანიზაციის სამეურნეო საქმიანობა, უპირატესად მიაღწიოს კონკურენტული უპირატესობით პერსპექტიულ მიზნებს, გარემო პირობების ცვლილებებისას ადეკვატური რეაგირებით.

ჩვენი აზრით, სამეურნეო საქმიანობის სტრატეგიული მენეჯმენტის არსის მთელი ასპექტი გულისხმობს ეკონომიკური სუბიექტის სპეციფიკურობას, რომელიც ფორმირდება და ხორციელდება ცხოვრებაში ადეკვატური საკუთარი ბუნების შესაბამის სტრატეგიად. სამეურნეო საქმიანობის სუბიექტად ითვლება ეკონომიკური ურთიერთობის მონაწილე, რომელიც ახორციელებს საკუთრივ

<sup>6</sup>Гуджоян О.Л. и др. Методы принятия управлческих решений. Учебное пособие М., 1997.



კვლავწარმოებასა და რეალიზაციას უკეთებს თავის ეკონომიკურ ინტერესებს, ამასთან ფლობს წარმოების საშუალებებს.

საზღვარგარეთის სპეციალისტების შეფასებით მხოლოდ მეწარმეთა 5% ამუშავებს და რეალიზაციას ახდენს თავისი სტრატეგიისას. სტრატეგიის დამუშავებისა და რეალიზაციისათვის სამეურნეო ორგანიზაციას უნდა გააჩნდეს საკმარისი საფინანსო ბაზა და ფლობდეს მაღალ ეკონომიკურ მობილობას. ეკონომიკური მობილობის ქვეშ იგულისხმება ცვლილებებზე ეფექტური მანევრირება და შესაბამისი ღია მმართველობითი გადაწყვეტილებების მიღება.

პირველ რიგში, ფინანსური მდგრადობა და მობილურობა განისაზღვრება ორგანიზაციის რესურსებით. ეკონომიკის სხვადასხვა სფეროში ისინი განსხვავებულია როგორც მოცულობით, ისე შინაარსით. ცხადია, ფინანსური, მატერიალურ-ტექნიკური, ინფორმაციული, ინტელექტუალური რესურსების ნაკლოვანებები არ წარმოადგენს ეკონომიკური სუბიექტის წარმატების საწინდარს.

სტრატეგიულ მართვაში რესურსების როლი პრინციპულად მნიშვნელოვანია, არა მხოლოდ იმიტომ, რომ სამეურნეო სუბიექტი ვერ მიაღწევს სტრატეგიულ მიზნებს, არამედ რესურსები ორგანიზაციის პოტენციალია. მათი სტრატეგიული მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ რესურსების რეზერვების გამოყენებით უნდა დამუშავდეს სუბიექტისათვის საჭირო ოპტიმუმი, მეორეს მხრივ, ორგანიზაცია ზემოქმედებს დასაშვები საშუალებებით ბაზრის კონკურენტებზე, ამავე დროს ორგანიზაციის სტრატეგიის დამუშავება არ შემოისაზღვრება მხოლოდ მატერიალური და ფინანსური რესურსებით, არამედ დროითაც. უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ინფორმაციულ და ინტელექტუალურ რესურსებს. სამეწარმეო საქმიანობის სტრატეგიის დამუშავებისა და განხორციელებისათვის.

სტრატეგიულად აქტიური ორგანიზაცია მიზანმიმართულად უნდა ზემოქმედებდეს გარემოზე, ქმნიდეს პირობებს სტრატეგიის განსახორციელებლად და სტრატეგიული მიზნების მისაღწევად.

ორგანიზაციის გარემოზე ზემოქმედებისათვის საჭიროა ქვეყანაში მიკროეკონომიკური სიტუაციის ცვლილებები. პირველ რიგში, იგი მიმართულია უშუალოდ ორგანიზაციის ირგვლივ გარემოს ფორმირებაზე, კერძოდ მომხმარებლები, მომწოდებლები, კონკურენტები, რეგიონული და მუნიციპალური ორგანიზაციის ხელმძღვანელები. ამ ზემოქმედების ფორმა და მეთოდი შეიძლება სხვადასხვაგვარი იყოს, კერძოდ: რეკლამა, ბიზნესში პარტნიორის შერჩევა და მათთან თანამშრომლობის პირობები, ფასების პოლიტიკა და სხვა, რომელთა გადაწყვეტა საჭიროებს უდიდესი მოცულობის ინფორმაციას, მათ შეგროვებას, სისტემატიზაციასა და ანალიზს.

ინფორმაციის გარეშე შეუძლებელია სამეურნეო საქმიანობის სტრატეგიის მმართველობითი გადაწყვეტილების მიღება.

### **ბამოყენებული ლიტერატურა:**

1. **პ. გარუჩავა, ს. სოსელია** მრეწველობის ეკონომიკა, თბილისი, „სიახლე“ 1998. 314გვ.
2. **Вебер А.В., Данилов А.Д., Шифрин С.И.** Knowledge-технологии в консталгине и управлении предприятием. – СПб.:Наука и техника.2003.
3. **Маринко Г.И.** Современные модели и школы в управлении знанием. Вестник МГУ, 2004.
4. **Новиков Д.А. Чхартишвили А.Г.** Прикладные модели информационного управления. – М.: ИПУ РАН, 2004. стр.95-112.
5. **Асаул А.Н.** Организация предпринимательской деятельности. СПб.Питер,2005.
6. **Чуб Б.А., Бандурин А.В.** Стратегический менеджмент организации. Мю.2002 стр.272.

## **РОЛЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

**Н. Сванидзе, Г. Ткешелашვილი**

### **Резюме**

Стратегическое планирование и, таким образом, стратегическое управление предоставляет производству способность для увеличения срока службы. Особенно при изменениях в внешних условиях. Руководитель компании, который отвечает за стратегические проблемы управления, структурно обеспечивает не только постоянную заботу о прибыльности предприятия, но и в условиях экономических колебаний устойчивое функционирование организации. В это время важно выполнение основных направлений стратегического планирования и управления промышленными предприятиями.

## **ROLE OF STRATEGIC PLANNING AND MANAGEMENT IN INDUSTRIAL ENTERPRISES**

**N. Svanidze, G. Tkeshelashvili**

### **Resume**

Strategic planning and hence strategic management add long-standing skill to an enterprise, especially under the environmental changes. The head of the factory governing the strategic management problems provides care not only for constant gainings but also for stable functioning of the organization under existing fluctuation in economics. At the same time realization of the basic trends in strategic planning and management of industrial enterprises is of great importance.

---

УДК 624.074.4

**РАСЧЁТ СФЕРИЧЕСКИХ, ДВУСЛОЙНЫХ ОРТОТРОПНЫХ ОБОЛОЧЕК  
СО СЛОЯМИ ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА  
УПРУГОМ ОСНОВАНИИ И СВОБОДНЫХ МНП**

**Дж. Бичиашвили, З. Бичиашвили, Г. Бичиашвили**

**(Грузинский технический университет, ул. М. Костава, 75, г.**

**Тбилиси, Грузия)**

**Резюме:** В статье выполнен расчёт сферической, двуслойной (оба слоя изготовлены из одного материала, но по-разному ориентированы), ортотропной оболочки со слоями переменной толщины, расположенной на винклеровском упругом основании, характеризуемом коэффициентом постели  $K_{qw}$  и свободной оболочки. Определены внутренние усилия  $N_r$ ,  $Q$ ,  $M_r$ ,  $N_t$  и  $M_t$  в оболочке и перемещений  $T$ ,  $W$  и  $Q$  оболочки, расположенной на упругом основании, напряжения  $\sigma_r$  и  $\sigma_t$  в точках 1, 2, 3 и 4 этой оболочки для обоих случаев указанных выше. Сопоставлены для сравнения эпюры  $W$ ,  $M_r$ ,  $M_t$ ,  $\sigma_r$  и  $\sigma_t$  для свободной и расположенной на упругом основании оболочек.

**Ключевые слова:** оболочка, метод начальных параметров, срединная плоскость, несимметричная нагрузка.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Рассчитаем сферическую двуслойную ортотропную оболочку со слоями переменной толщины, расположенную на винклеровском упругом основании, характеризуемом коэффициентом постели  $K_{qw}$  и свободную оболочку. Оболочка представляет собой полусферу с центральным отверстием, характеризуемым углом  $\alpha_0=30^\circ$  (Рис. 1). Наружный край оболочки жестко заделан. На оболочку действует вертикальная осесимметричная нагрузка  $p=1$  н/см,

распределённая по окружности пересечения срединной поверхности с центральным отверстием. Радиус меридиана срединной поверхности оболочки  $R=200$  см, а толщина каждого её слоя меняется от  $\delta_0=20$  см у центрального отверстия до  $\delta_t=40$  см у наружного края. Будем рассматривать следующие два случая, различающиеся характером изменения толщины  $\delta$  каждого слоя оболочки.

1-ый случай – толщина слоя  $\delta$  линейно связана с расстоянием  $r$  срединной поверхности оболочки от оси её симметрии; следовательно,

$$\delta = \delta_e + \frac{\delta_e - \delta_0}{R(1 - \sin \alpha_0)}(r - R \sin \alpha_0) = 20 + \frac{40 - 20}{200(1 - 0.5)}(r - 200 \cdot 0.5) = 0,2r, \quad (1)$$

где  $r = R \sin \alpha$  (см. Рис. 1);

2-й случай – толщина слоя  $\delta$  линейно связана с координатой дуги меридиана срединной поверхности оболочки; следовательно,

$$\delta = \delta_0 + \frac{\delta_e - \delta_0}{90^\circ - \alpha_0^\circ}(\alpha_0 - \alpha_0^\circ) = 20 + \frac{40 - 20}{90^\circ - 30^\circ}(\alpha^\circ - 30^\circ) = 10 + \frac{\alpha^\circ}{3}. \quad (2)$$

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На рис. 1. сплошными линиями показано очертание оболочки, соответствующее 1-му случаю, а пунктирными линиями – 2-му случаю.

Расчёты оболочки предлагаемым методом произведён по той же программе, что и расчёты свободной оболочки со слоями постоянной толщины, рассмотренной в работе [2], в которой использовались также процедуры G, G1 и G2 (см.[1], стр. 446-449) . Число  $k$  участков при расчёте принималось равным 500. За расчётную поверхность принималась срединная поверхность оболочки. Механические характеристики материалов слоёв оболочки принимались:

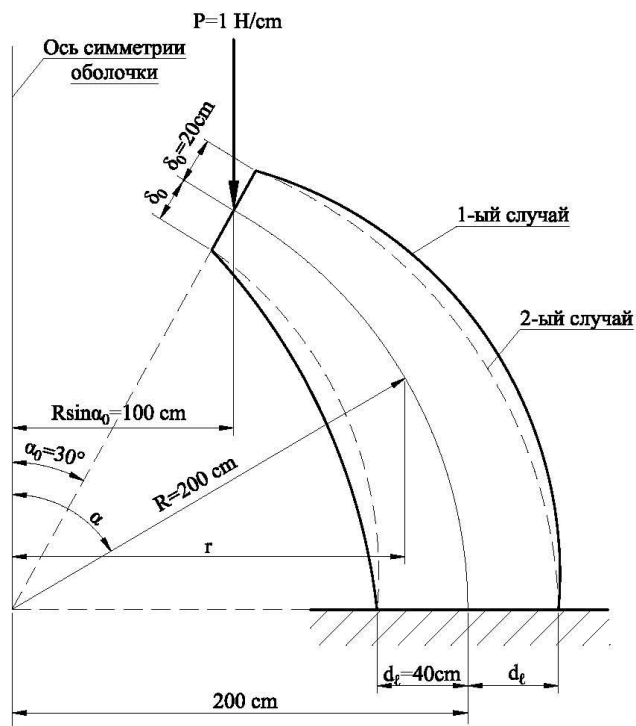
а) нижний (первый) слой

$$E_r=10^{10} \text{ Па}; E_t=0.25 \cdot 10^{10} \text{ Па}; \mu_{rr}=0.3; \mu_{tr}=0.075;$$

б) верхний (второй) слой

$$E_r=0.25 \cdot 10^{10} \text{ Па}; E_t=10^{10} \text{ Па}; \mu_{rr}=0.075; \mu_{tr}=0.3.$$

Оба слоя изготовлены из одного материала, но по-разному ориентированы.



**Рис. 1. Сферическая, двухслойная ортотропная оболочка с центральным отверстием со слоями переменной толщины**

Расчёты производились по формулам расчёта оболочек средней толщины. Коэффициент постели  $K_{qw}$ , отнесённый к расчётной поверхности оболочки, принимался равным  $10\,000\text{ н/см}^3$  (для оболочки на упругом основании) и нулю (для свободной оболочки).

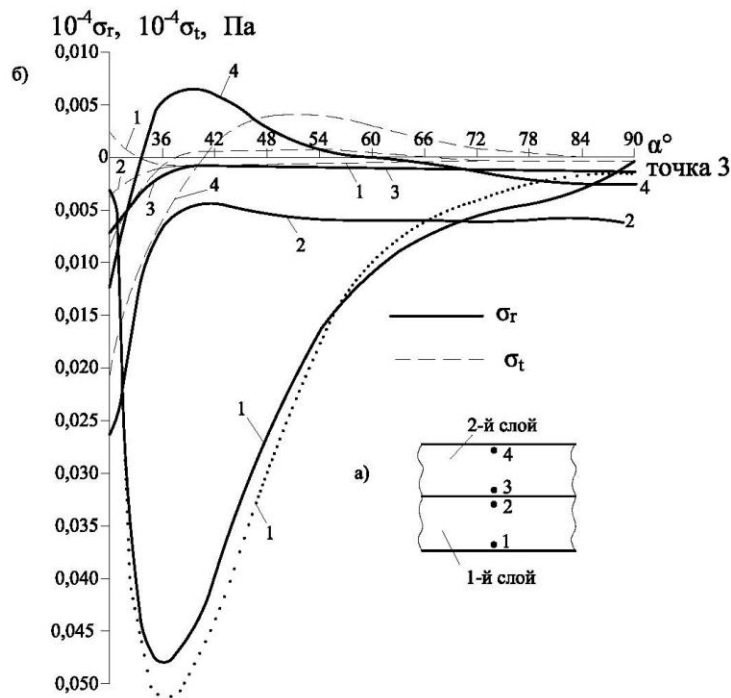
**Табл. 1**

**Значения внутренних усилий  $N_r$ ,  $Q$ ,  $M_r$ ,  $N_t$  и  $M_t$  в оболочке и перемещений  $T$ ,  $W$  и  $\theta$  оболочки, расположенной на упругом основании**

$\alpha^\circ$	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90
Факторы											
$N_r$ н/см	0.500	0.507	0.456	0.396	0.345	0.308	0.283	0.267	0.256	0.247	0.239
$Q$ н/см	-0.866	-0.249	0.0048	0.078	0.078	0.057	0.037	0.028	0.034	0.052	0.080
$M_r$ н/см	0	-9.62	-10.40	-8.48	-6.30	-4.64	-3.54	-2.79	-2.12	-1.21	0.17
$10^6 T$ см	1.090	1.054	1.048	0.962	0.827	0.675	0.526	0.385	0.254	0.127	0
$10^6 W$ см	-2.969	-1.425	-0.468	-0.014	0.160	0.197	0.172	0.122	0.066	0.019	0
$10^6 \theta$ рад	-0.0725	-0.0557	-0.0264	-0.0086	-0.000045	0.003	0.0046	0.0046	0.0038	0.0024	0
$N_t$ н/см	0.312	0.099	-0.06-	-0.123	-0.126	-0.101	-0.066	-0.03-	0.0023	0.027	0.040
$M_t$ н	3.40	1.06	-0.87	-1.80	-1.98	-1.74	-1.30	-0.80	-0.30	0.16	0.50

В таблице 1 приведены значения внутренних усилий  $N_r$ ,  $Q$ ,  $M_r$ ,  $N_t$  и  $M_t$  в оболочке и перемещений  $T$ ,  $W$  и  $Q$  оболочки, расположенной на упругом основании, а в табл. 2 напряжения  $\sigma_r$  и  $\sigma_t$  в этой оболочке, полученные для I-го случая изменения толщины оболочки (когда толщина  $\delta$  линейно зависит от расстояния  $r$ ). Положения точек 1, 2, 3 и 4, для которых приведены значения напряжений, показаны на рис. 2,а. На рис. 2,б сплошными линиями показаны эпюры напряжений  $\sigma_r$ , а пунктирными - напряжений  $\sigma_t$  для I-го случая изменения толщины оболочки (построенные по данным табл. 2).

На рис. 2. точками показана эпюра напряжений  $\sigma_r$  в точках 1 сечений оболочки во 2-ом случае изменения толщины оболочки (когда толщина  $\delta$  линейно изменяется по дуге меридиана срединной поверхности оболочки). Эти напряжения превышают (в наиболее напряжённой части оболочки) напряжения, возникающие в I-ом случае изменения толщины оболочки. Аналогичное положение имеет место для напряжений в других точках сечений оболочки, а также для напряжений  $\sigma_t$ . Увеличение напряжений во 2-ом случае (по сравнению с I-ым) происходит несмотря на то, что внутренние усилия в сечениях оболочки в этом случае меньше, чем в I-ом, и связано с меньшей толщиной оболочки во втором случае (см. рис. 1). Уменьшение же внутренних усилий во 2-ом случае объясняется тем, что в этом случае жёсткость оболочки меньше, а потому более существенную роль в несущей способности оболочки играет упругое основание.



**Рис. 2. Эпюры напряжений  $\sigma_r$  и  $\sigma_t$  в точках 1, 2, 3, 4 поперечных сечений оболочки**



**Значения напряжения  $\sigma_r$  и  $\sigma_t$  в оболочке для I-го случая изменения толщины оболочки (когда толщина  $\delta$  линейно зависит от расстояния  $r$ )**

Номер точки	$\alpha^\circ$ Напря- жение Па	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90
		1	$0.1\sigma_r$	-3.98	-	-	-	-	-	8.33	-	-
	$0.1\sigma_t$	1.69	48.47	40.68	27.41	17.65	11.70	-0.12	6.32	4.79	3.04	-
			-1.05	-0.92	-0.46	-0.19	-	0.097	-	-	-	0.042
									0.18	0.22	0.19	
2	$0.1\sigma_r$	-	-6.01	-4.49	-5.47	-6.10	-6.22	-6.08	-	-	-	-6.66
	$0.1\sigma_t$	26.26	-0.42	0.53	0.66	0.49	0.27	0.052	5.90	5.86	6.08	-0.50
		-3.32							-	-	-	
									0.13	0.29	0.42	
3	$0.1\sigma_r$	-6.88	-1.50	-0.92	-1.12	-1.31	-1.39	-1.40	-	-	-	-1.67
	$0.1\sigma_t$	-7.46	-0.32	3.20	3.93	3.41	2.52	1.61	1.40	1.43	1.51	-0.51
									0.81	0.17	-	
											0.29	
4	$0.1\sigma_r$	-	6.42	5.76	2.85	0.75	-0.43	-1.01	-	-	-	-2.69
	$0.1\sigma_t$	12.07	-6.03	1.34	3.56	3.50	2.67	1.73	1.33	1.61	2.02	-0.81
		-							0.88	0.15	-	
		19.95									0.43	

В табл. 3 приведены значения внутренних усилий  $N_r$ ,  $Q$ ,  $M_r$ ,  $N_t$  и  $M_t$  в свободной оболочке и перемещений  $T$ ,  $W$  и  $Q$  этой оболочки, полученные для I-го случая изменения толщины оболочки (когда она линейно зависит от расстояния  $r$ ). В табл. 4 для той же оболочки приведены напряжения  $\sigma_r$  и  $\sigma_t$  в точках 1, 2, 3, 4 поперечных сечений оболочки (см. рис. 2,а). Внутренние усилия, перемещения и напряжения в свободной оболочке значительно больше, чем в оболочке, расположенной на упругом основании (см. табл. 1 и 2). На рис. 3,а,б сопоставлены для сравнения эпюры  $W$ ,  $M_r$  и  $M_t$ , а на рис. 4 – эпюры напряжений  $\sigma_r$  в точках 1 и  $\sigma_t$  в точках 4,

полученные для свободной оболочки (пунктирные линии) и для оболочки, расположенной на упругом основании (сплошные линии).

Табл. 3

Значения внутренних усилий  $N_r$ ,  $Q$ ,  $M_r$ ,  $N_t$  и  $M_t$  в свободной оболочке и перемещений  $T$ ,  $W$  и  $\theta$  этой оболочки для I-го случая изменения толщины оболочки (когда толщина  $\delta$  линейно зависит от расстояния  $r$ )

$\alpha^\circ$ Факторы	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90
$N_r$ н/см	0.500	0.708	0.778	0.776	0.740	0.693	0.646	0.604	0.567	0.534	0.500
$Q$ н/см	-	-0.37	-	-	-	0.045	0.106	0.158	0.210	0.266	0.326
$M_r$ н	0.866	-	0.305	0.144	0.033	-	-15.46	-12.24	-8.15	-3.10	3.09
	0	11.50	-	-	-	17.84					
			17.11	19.23	19.22						
$10^6 T$ см	-	0.480	0.954	1.179	1.	1.135	0.977	0.775	0.546	0.292	0
$10^6 W$ см	0.230	-	-	-	218	-	0.116	0.222	0.171	0.062	0
$10^6 \theta$ рад	-	6.972	4.198	2.253	-	0.249	-	0.0034	0.0073	0.0064	0
	10.46	-	-	-	0.991	-	0.0054				
	-	0.150	0.107	0.069	-	0.020					
	0.173				0.040						
$N_t$ н/см	1.669	1.189	0.720	0.357	0.113	-	-0.077	-0.064	-0.013	0.051	0.094
$M_t$ н	13.67	11.10	7.20	3.37	0.31	0.025	-2.51	-2.29	-1.27	0.17	1.50
						-1.68					

Табл. 4

Значения напряжений  $\sigma_r$  и  $\sigma_t$  в точках 1, 2, 3 и 4 поперечных сечений оболочки

Номер точки	$\alpha^\circ$ Напря- жение Па	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90
	1	$0.1\sigma_r$	-8.02	-	-68.96	-63.05	-53.66	-43.98	-	-	-17.09	-7.42
	$0.1\sigma_t$	-7.35	61.27	-5.12	-3.76	-2.77	-0.09	34.80	25.99	-0.93	-0.45	0.29
			-6.65					-1.63	-1.28			
2	$0.1\sigma_r$	-	-8.36	-6.09	-6.12	-6.66	-7.34	-8.19	-9.29	-10.78	-12.81	-15.61
	$0.1\sigma_t$	20.92	-8.52	-4.38	-1.95	-0.63	-0.043	0.075	0.105	-0.45	-0.84	-1.17
		-										
		15.14										
3	$0.1\sigma_r$	-8.35	-3.91	-2.42	-1.87	-1.70	-1.72	-1.89	-2.19	-2.61	-3.18	-3.90
	$0.1\sigma_t$	-	-	-16.42	-6.52	-1.04	1.52	2.19	1.71	0.65	-0.49	-1.17
		56.80	32.73									
4	$0.1\sigma_r$	-	5.48	8.88	8.25	6.55	4.62	2.66	0.64	-1.55	-4.08	-7.15
	$0.1\sigma_t$	12.88	-	-25.19	-10.76	-2.58	1.44	2.76	2.36	0.99	-0.72	-2.14
		-	48.33									
		80.32										

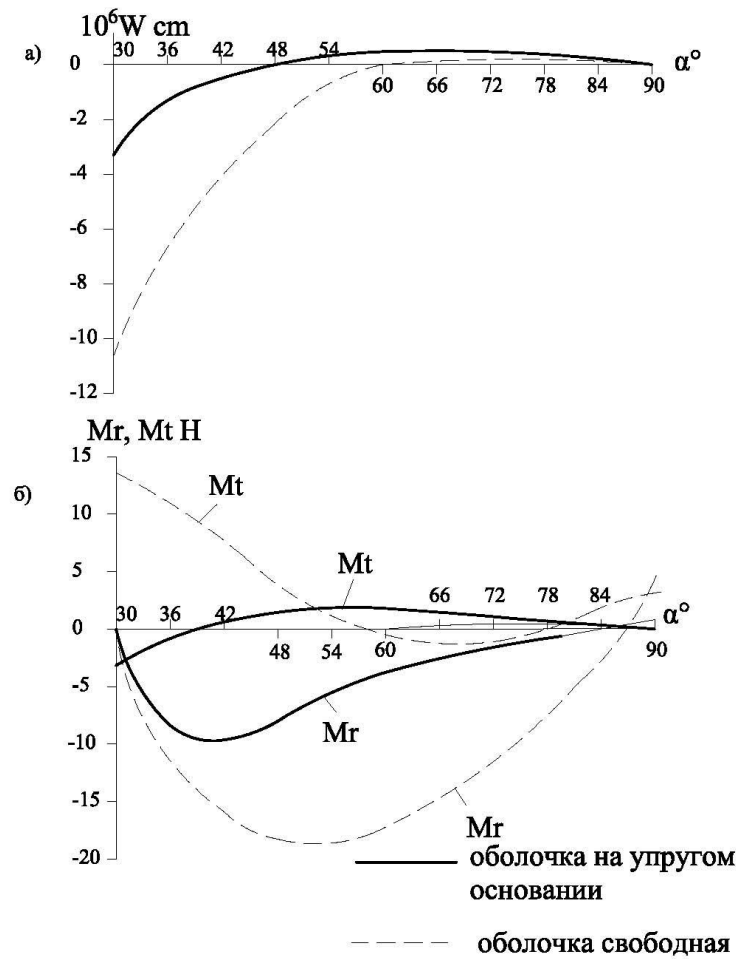


Рис. 3. Сопоставление для сравнения эпюры  $W$ ,  $M_r$  и  $M_t$

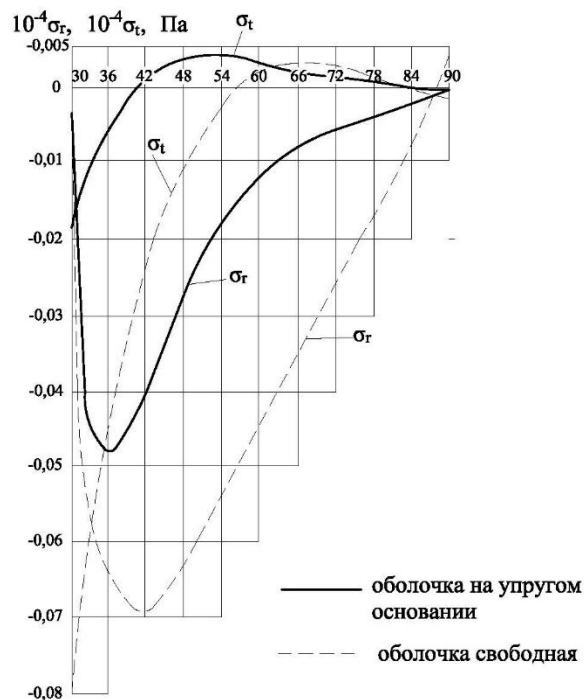


Рис. 4. Эпюры напряжений  $\sigma_r$  и  $\sigma_t$  для свободной оболочки (пунктирные линии) и для оболочки, расположенной на упругом основании (сплошные линии)

## ВЫВОДЫ

Расчёты всех рассмотренных в статье оболочек выполнены по составленной специальной программе по формулам расчёта оболочек средней толщины. Коэффициент постели  $K_{qw}$ , отнесённый к расчётной поверхности оболочки, принимался равным  $10\,000\text{ н/см}^3$  (для оболочки на упругом основании) и нулю (для свободной оболочки). Выполнен анализ причин изменения вснутренних усилий и напряжений для первого и второго случаев зависимостей изменения толщины  $\delta$  оболочки. Сопоставлены для сравнения эпюры  $W$ ,  $M_r$ ,  $M_t$ ,  $\sigma_r$  и  $\sigma_t$  для свободной и расположенной на упругом основании оболочек.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бичиашвили Дж.В. Опоры канатных дорог (конструкция и расчёт). Тбилиси: Издательство “Мецниереба”, 1982. -547 с.
2. Бичиашвили Дж.В., Бичиашвили З.Дж., Бичиашвили Г. Дж. Расчёт сферических двуслойных оболочек со слоями постоянной толщины МНП//“Problems of Mechanics”, Тбилиси, № 1(46), 2012.

### რთულ დრეკად ფუძეზე განლაგებული და თავისუფალი სფერული, ცვლადის სისქის შრეების მქონე ორშრიანი ორთოტროპული ბარსების ბანგარეშება საწყისი პარამეტრების მეთოდით

ჯ. ბიჭიაშვილი, ზ. ბიჭიაშვილი, გ. ბიჭიაშვილი

#### რეზიუმე

სტატიაში შესრულებულია რთულ დრეკდ ფუძეზე განლაგებული საგების  $K_{qw}$  კოეფიციენტით და თავისუფალი სფერული, ცვლადი სისქის შრეების მქონე ორშრიანი, ორთოტროპული გარსის გაანგარიშება. გარსი წარმოადგენს ნახევარსფეროს ცენტრალური ხერეტით, რომელიც ხასიათდება კუთხით  $\alpha=30^\circ$ . გარსის გარე ნაპირი ხისტად არის ჩამაგრებული. გარსზე მოქმედებს ვერტიკალური დერძიმეტრიული დატვირთვა  $p=1\text{ ნ/სმ}$ , რომელიც განაწილებულია გარსის შუალედ ზედაპირის ცენტრალურ ხერეტთან გადაკვეთის წრეწირზე. გარსის შუალედი ზედაპირის მერიდიანის რადიუსი  $R=200\text{ სმ}$ , ხოლო მისი თითოეულ შრის სისქე იცვლება ცენტრალურ ხერეტთან  $\delta_1=20\text{ სმ}$ -დან  $\delta_2=40\text{ სმ}$ -მდე გარე ნაპირთან. განხილულია შემდეგი

ორი შემთხვევაში, რომლებიც განსხვავდებიან გარსის თითოეული შრის  $\delta$  სისქის ცვლილების ხასიათით.

1-ლი შემთხვევა – შრის  $\delta$  სისქე წრფივად არის დაკავსირებული გარსის შუალედი ზედაპირის მისი სიმეტრიის ღერძიდან დაშორების  $r$  მანძილზე.

მე-2 შემთხვევა – შრის  $\delta$  სისქე წრფივად არის დაკავშირებული გარსის შუალედი ზედაპირის მერიდიანის რკალის კოორდინატთან.

გარსის გაანგარიშებები შეთავაზებული მეთოდით შესრულებული ამავე პროგრამით, რაც მუდმივი სისქის ორშრიანი თავისუფალი გარსის გაანგარიშებები, განხილული ნაშრომში [2]. რომელშიც გამოყენებულია  $G$ ,  $G_1$  და  $G_2$  პროცედურები [1]. უბნების  $k$  რიცხვი გაანგარიშება დროს მიღებულია 500-ს ტოლი. საანგარიშო ზედაპირად მიღებულია გარსის შუალედი ზედაპირი. გაანგარიშებები წარმოებდა საშუალო სისქის გარსების გაანგარიშების ფორმულებით. საგები კოეფიციენტი  $\nu$  გარსის საანგარიშო ზედაპირისადმი მიღებულია 10 0006/სმ -ის ტოლი (დრეკად ფუძეზე განლაგებული გარსისათვის) და ნულს ტოლი (თავისუფალი გარსისათვის).

განსაზღვრულია შინაგანი ძალები გარსში  $N_r$ ,  $Q$ ,  $M_r$ ,  $N_t$  და  $M_t$  და დრეკად ფუძეზე განლაგებული გარსის გადაადგილებები  $T$ ,  $W$  და  $Q$ , ძაბვები  $\sigma_r$  და  $\sigma_t$  გარსის 1, 2, 3 და 4 წერტილებში ზევით მითითებულ ორივე შემთხვევისათვის. შეპირისპირებულია შედარებისათვის  $W$ ,  $M_r$ ,  $M_t$ ,  $\sigma_r$  და  $\sigma_t$  ეპიურები თავისუფალი და დრეკად ფუძეზე განლაგებული გარსებისათვის

## **CALCULATION OF SPHERICAL TWO-LAYER ORTHOTROPIC SHELLS WITH VARIABLE THICKNESS LAYERS LOCATED ON ELASTIC FOUNDATION BY METHOD OF INITIAL PARAMETERS**

**J. Bichiashvili, Z. Bichiashvili, G. Bichiashvili**

### **Summary**

In the article is carried out the calculation of spherical two-layer (both layers are made from same material but are differently oriented), orthotropic shell with variable thickness layers, located on Winkler elastic foundation, characterized by coefficient of subgrade reaction  $K_{qw}$  and free shell. Are defined internal forces  $N_r$ ,  $Q$ ,  $M_r$ ,  $N_t$  and  $M_t$  in shell and displacements  $T$ ,  $W$  and  $Q$  of shell, located on elastic foundation, stresses  $\sigma_r$  and  $\sigma_t$  in the points 1. 2. 3 and 4 of this shell for both above mentioned cases. Are compared diagrams  $W$ ,  $M_r$ ,  $M_t$ ,  $\sigma_r$  and  $\sigma_t$  for free and located on elastic foundation shells.

---

УДК 656(075.8)

## ОБЩЕСТВЕННЫЙ И СОЦИАЛЬНЫЙ АСПЕКТЫ ЛОГИСТИКИ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Т. Горшков, Н. Бутхузи

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

**Резюме:** *Использование логистического подхода на пассажирском транспорте, при котором городской (муниципальный) транспортный комплекс рассматривается как система, а сам перевозочный процесс – как логистическая цепь операторов и объектов инфраструктуры, взаимодействующих посредством логистических связей, позволяет оптимизировать процесс производства транспортных услуг, обеспечить удовлетворение потребностей различных слоев населения городов на основе имеющихся экономических ресурсов и социальных гарантий.*

**Ключевые слова:** городской пассажирский транспорт, социальный аспект, экология, экономика, муниципальные власти, логистика управления.

### ВВЕДЕНИЕ

При организации и управлении логистическими транспортными системами в городах особую важность имеет учет человеческого фактора или социальный аспект логистики городского транспорта.

Реалии настоящего времени требуют новых концепций социального развития, отражающих современные тенденции. При этом нельзя недооценивать роль пассажирского транспорта, являющегося частью логистической системы инфраструктуры экономики.

Сегодня транспортная стратегия в странах с социальной рыночной экономикой заключается в стремлении к дальнейшей популяризации городского транспорта и ограничении числа индивидуальных транспортных средств. В XX веке имело место существенное увеличение роли рельсового транспорта в инфраструктуре городских пассажирских перевозок.



Это происходило главным образом из-за ухудшения экологической ситуации в городах. Попытки приватизации городского пассажирского транспорта оказались безрезультатными по причине его убыточного характера и низкой рентабельности. Таким образом, городской пассажирский транспорт все более попадает под патронат муниципальных властей. Однако методы вмешательства властей должны соответствовать конечным целям деятельности правительства- обеспечению благосостояния общества в настоящем и будущем. Таким образом, имеется взаимосвязь между этим процессом и развитием общества в целом.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Будущее пассажирских перевозок в городах зависит от приоритетного решения следующих трех главных задач:

1. обеспечение гарантированного транспортного обслуживания социально незащищенных слоев населения, не имеющих индивидуальных транспортных средств,
2. обеспечение экономической стабильности в городах,
3. обеспечение минимизации экологического ущерба.

Наиболее важный компонент социального функционирования системы – государственное социальное регулирование – пассажирского транспорта подразумевает правовое регулирование социального развития с применением действующих социальных норм и стандартов. Таким образом, социальные нормы и стандарты, установленные в соответствии с законами и другими нормативными документами, определяют степень выполнения конституционных прав и гарантий, обеспечивают социальную защиту населения.

Главные предпосылки развития социальных стандартов функционирования городского пассажирского транспорта обусловлены его инфраструктурной особенностью, тесной взаимосвязью пассажирских перевозок со всеми ветвями экономики и социальной сферой, непосредственным воздействием сбоев в работе транспорта, как на потребителя транспортных услуг, так и на рыночную ситуацию в целом.

При этом экономическая целесообразность функционирования пассажирского транспорта состоит в эффективном обеспечении населения необходимыми транспортными коммуникациями в той степени, в какой затраты на функционирование системы оправдываются соображениями благосостояния общества. Для достижения этой цели логистическая система пассажирского транспорта должна отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать сбалансированное сочетание общественного и частного транспорта с учетом местных социально-экономических, технических и экологических особенностей и ограничений,

- обеспечивать комфортабельное, надежное и безопасное обслуживание, наряду с рациональным использованием энергетических, земельных и прочих ресурсов.

С точки зрения программно-целевого планирования функционирование городского пассажирского транспорта должно осуществляться на основе целевых и ресурсных соображений и социальных норм.

В контексте перевозок социальные нормы обосновывают качественные и количественные характеристики оптимального состояния деловой и домашней активности населения, которые непосредственно зависят от организации работы пассажирского транспорта.

Стандарты работы транспорта – сочетание целевых норм оказания транспортных услуг, обеспечение которых гарантирует устойчивое развитие общества. Они призваны гарантировать населению уровень транспортного обслуживания не ниже минимально допустимого.

В отличие от производственных показателей, таких как объем перевозок, средняя дальность поездки, коэффициент выпуска, затраты на перевозки, характеризующих работу транспорта, нормы, которые составляют основу стандартов работы транспорта, - это результаты его функционирования, отражающие транспортные условия нормальной деловой и домашней активности населения.

Значения социальных норм не могут оставаться постоянными. Они подчинены комплексным динамическим изменениям, поскольку любое нормативное требование означает возможность изменять количественные параметры и перечень их характеристик.

Диапазон социальных норм и качественных характеристик их параметров включает:

- размер города,
- текущий уровень развития (число жителей, уровень дохода на душу населения, уровень социальных расходов в городском бюджете и др.),
- потенциальное развитие города (промышленный потенциал, тип демографической структуры населения).

В целом же стандарты работы транспорта должны отражать ориентацию общества на перспективу, которая может стать действительностью через 5-15 лет. Их необходимо применять при решении следующих проблем:

- стратегическом планировании развития города с учетом градостроительных, экономических и социальных особенностей,
- создании нового механизма обеспечения финансовой поддержки для развития городских пассажирских перевозок, позволяющего более эффективно использовать городской бюджет.

В каждом городе должен приниматься свой набор нормативов, разрабатываемых с учетом индивидуальных архитектурных и плановых особенностей, уровня реального годового дохода на душу населения, уровня социальных расходов в бюджете, уровня экологической безопасности. Период планирования может составлять 5 -10 лет или более.

Так, социальная характеристика транспортной системы города складывается из следующих основных параметров.

**Транспортная подвижность населения.** Транспортная подвижность – одна из основных характеристик, описывающих систему городских перевозок. Это интегрированный показатель, отражающий совокупность следующих факторов:

- ритм жизни города,
- особенности градостроительства и структуру планирования,
- текущее состояние и перспективы развития системы городских перевозок,
- уровень развития муниципальной экономики.

**Отношение уровня развития городского транспорта к частному.**

Низкая плотность географического распределения и размещения рабочих мест и центров обслуживания способствует росту числа индивидуальных поездок, в то время как городской транспорт экономически оправдан при более высокой плотности застройки и концентрации производства.

Оптимальное соотношение городского и индивидуального транспорта гарантирует каждому жителю города обеспечение нормальных транспортных условий для передвижения.

**Уровень доступности транспорта.** Общая доступность транспорта – показатель, отражающий качество транспортной среды, которое отражается в форме средних потерь времени, потраченного на поездку.

**Уровень транспортной дискриминации населения.** Уровень транспортной дискриминации населения показывает, какая часть населения живет вне зоны нормативной доступности.

**Удобство пассажирского транспорта.** Удобство в системе определяется исходя из гетерогенных факторов, технической оснащенности, технологичности, уровня организации и управления, влияющих на состояние пассажиров в течении поездки.

**Доля пассажирского транспорта в экологически вредных выбросах.**

Данная проблема решается путем установления строгих норм, определяющих уровень экологической безопасности, и поддержки экологически чистых видов транспорта.

**Уровень ДТП.** Безопасность дорожного движения – один из главных критериев выбора средства передвижения.

**Эффективность городского транспорта.** Этот показатель рассчитывается как отношение результатов работы городского пассажирского транспорта к затратам на его функционирование.

***Преимущества логистического управления городского пассажирского транспорта***

1. Устранение нерациональных маршрутов перевозки пассажиров
2. Эффективная координация интересов производителей услуг и пассажиров
3. Оптимизация подвижного состава на пассажирских маршрутах
4. Минимизация простоев технически исправного подвижного состава
5. Согласованное управление различными видами пассажирского транспорта

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, в основе «городской пассажирской логистики» лежит системный подход, что предусматривает проектирование транспортной системы с учетом пространственных и временных факторов, организацию пассажирских, материальных, информационных и финансовых потоков с учетом принципов социологии, что необходимо при моделировании линии поведения пассажиров.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. **Самойлов Д.С.** Городской транспорт. М. Стройиздат, 1983.
2. **ნ. ნავაძე , ვ. ქართველიშვილი, თ. გორშკოვი** - სამგზავრო საავტომობილო გადაყვანები , სტუ, ქ. თბილისი 2009.

**ლოგისტიკაში საზოგადოებრივი და სოციალური ასპექტები  
საქალაქო-სამგზავრო გადაზიდვებში**

**თ. გორშკოვი, ნ. ბუთხუზი  
რეზიუმე**

ლოგისტიკური მიდგომის გამოყენება სამგზავრო ტრანსპორტზე, როდესაც ქალაქის სატრანსპორტო კომპლექსი განიხილება როგორც სისტემა და გადაყვანის პროცესი როგორც ლოგისტიკური ჯაჭვი ოპერატორების და ინფრასტრუქტურის ელემენტების შორის გვაძლევს საშუალებას განვახორციელოთ სატრანსპორტო მომსახურების ოპტიმიზაცია, დავაკმაყოფილოთ მოსახლეობის ყველა ფენა არსებული ეკონომიკური რესურსებით და სოციალური გარანტიებით.

**PUBLIC AND SOCIAL ASPECTS IN URBAN AND PASSENGER'S  
CONVEYANCE IN LOGISTICS**

**T. Gorshkovi, N. Butkhuzi  
Resume**

Use method of approach logistic for passenger Transport, when transport complex of city is examined as a system and the process of moving as logistic chain consisted from operators and elements of infrastructure allows us to realize optimization of transport service, satisfy the requirements of every stratum of society by existed economic resources and social guarantees.

შპს 621.866.12

მაგნიტურჭიდრავლიკური ამძრავის მქონე ხუნდებიანი მუხრუჭების  
ამოქმედების დროის ანალიზი

ს. ბიწაძე

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

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია ხუნდებიანი მუხრუჭების დამუხრუჭების დროის მდგენელების სიდიდეები მუხრუჭის ამძრავის მაგნიტურჭიდრავლიკური საბიძგებელის ამძრავ ძრავთან პარალელური ჩართვისას. დადგენილია დამოკიდებულება მაგნიტურჭიდრავლიკური საბიძგებელას ჭოკის დაშვების დაწყების დაყოვნების დროის სიდიდესა და ამძრავი ძრავის მახასიათებლებს შორის, მათი ურთიერთპარალელური ჩართვის დროს. განხილულია საბიძგებელას ჭოკის დაშვების დაწყების დაყოვნების დროის სიდიდის შემცირების გზები.

**საკვანძო სიტყვები:** მუხრუჭი, საბიძგებელა, ჭოკი, ხუნდი, დამუხრუჭება.

### შესავალი

ამწეების ხუნდებიანი მუხრუჭების ერთ-ერთ ძირითად ნაკლს წარმოადგენს დამუხრუჭების დაწყების დაყოვნების დროის მნიშვნელოვანი სიდიდე, რომელიც დამოკიდებულია მუხრუჭის ამძრავის ჭოკის დაშვების დაწყების დროისა და დაშვების დროის სიდიდეებზე. დამუხრუჭების დაწყების დაყოვნების დროის სიდიდეზე დამოკიდებულია დასაშვები ტვირთის დამუხრუჭებისას ტვირთის არასასურველი სიდიდით დაწევა [1].

იმ შემთხვევაში, თუ ხუნდებიანი მუხრუჭის ამძრავად გამოყენებულია მაგნიტურჭიდრავლიკური საბიძგებელი, მაშინ დამუხრუჭების დროის მდგენელები ძირითადად დამოკიდებულია მაგნიტურჭიდრავლიკური საბიძგებელას ჭოკის დაშვების დროის მდგენელებზე [2].

მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას მუდმივი დენის ელექტრომაგნიტის კოჭა პარალელურადაა ჩართული ამძრავ ელექტროძრავთან და მათი გამორთვა ხდება საერთო გამომრთველით, მაშინ საბიძგებელას ჭოკის დაშვების დაყოვნების დროის სიდიდე დამოკიდებულია ამძრავი ძრავის ელექტრო-ტექნიკურ მახასიათებლებზე.

### ძირითადი ნაწილი

მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას ამძრავ ძრავთან პარალელურად ჩართვის შემთხვევაში საბიძგებელას მუდმივი დენის ელექტრომაგნიტის კოჭაში ძაბვის ვარდნა დამოკიდებულია ამძრავი ძრავის პარამეტრებზე. ამძრავი ძრავის ქსელიდან გათიშვისას დენი ძრავის ხვეებში აღარ არსებობს, თუმცა ძრავის როტორი მაინც განიცდის დროის რაღაც სიდიდით ნაკადბმულობას. ნორმალური მუშა რეჟიმის დროს ძრავის როტორის ნაკადბმულობა გამოწვეულია სტატორისა და როტორის დამამაგნიტებელი ძალის მოქმედებით. ნაკადბმულობა ძრავის გამორთვის შემდეგ წარმოიქმნება როტორის საკმაოდ მცირე თავისუფალი დენის ზემოქმედებით და ის არ არის განპირობებული რაიმე სხვა დენის წყაროს ზემოქმედებით. ნაკადბმულობის მიღება დამოკიდებულია ძრავის მთლიანი ინდუქტიურობისა და როტორის ხვეების აქტიურ წინალობაზე. ნაკადბმულობის მიღევისას დროის მუდმივა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით [3]:

$$T_{\text{დრ.მ.}} = \frac{G_{\text{როტ.}}}{R_{\text{როტ.}}},$$

სადაც  $G_{\text{როტ.}}$  – როტორის ხვეების ინდუქციური წინააღმდეგობა;

$R_{\text{როტ.}}$  – როტორის ხვეების აქტიური წინააღმდეგობა.

ამძრავი ძრავების დროის მუდმივა შეადგენს არაუმეტეს 0,06 წმ-ს.

ხუნდებიანი მუხრუჭის აძვრის სრული დრო შედგება შემდეგი მდგენელებისაგან:

$$t_{\text{სრ}} = t_{\text{დაშ.}} + t_{\text{დამ.}} - \Delta t$$

სადაც  $t_{\text{დაშ}}$  არის მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას ჭოკის დაშვების დრო ამძრავი ძრავის გამორთვის მომენტიდან;

$t_{\text{დაშ}}$  – დამუხრუჭების დრო, რომელიც განისაზღვრება ცნობილი ფორმულით:

$$T_{\text{დაშ.}} = \frac{GD^2 \cdot n_0}{375M_0},$$

სადაც  $GD^2$  მუხრუჭის ლილვზე მოქმედი დაყვანილი სამქნევარო მომენტია მექანიზმის ყველა მოძრავი ნაწილებისა, კგ/მ<sup>2</sup>-ში;

$n_0$  – მუხრუჭის ლილვის ბრუნთა რიცხვი წთ-ში დამუხრუჭების დაწყებამდე;



$M_0$  – მუხრუჭის ლილვზე მოქმედი ჭარბი მომენტი, რომელიც ტოლია სხვაობისა მუხრუჭის მიერ წარმოქმნილ სამუხრუჭე მომენტსა და ტვირთის მიერ წარმოქმნილ სტატიკურ მომენტებს შორის, კვ/მ-ში;

$\Delta t$  – დროის ის მონაკვეთი, რომელიც გვიჩვენებს თუ რა დროის სიდიდით ადრე იწყება დამუხრუჭების პროცესი, ვიდრე საბიძგებელას ჭოკი დაეშვება ქვედა კიდურა მდებარეობამდე, როცა ხუნდების სამუხრუჭე შეკვთვან შეხების შემდეგ საბიძგებელას ჭოკის დაშვება გრძელდება ფრიკციული მასალის დრეკადი დეფორმაციის კომპენსირებისათვის.

თავის მხრივ, მაგნიტურჰიდრავლიკური საბიძგებელას ჭოკის დაშვების დროს გააჩნია შემდეგი სტრუქტურა:

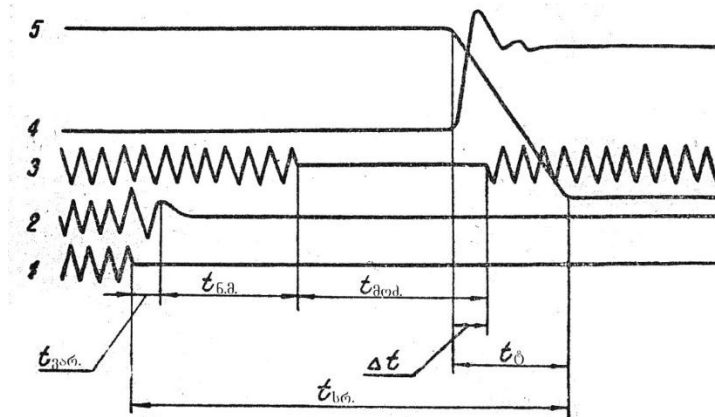
$$t_{სრ.დაშ} = t_{დ.ვარ.} + t_{ნ.მ.} + t_{მოდ.}$$

სადაც  $t_{დ.ვარ.}$  ძაბვის ვარდნის დროა, რომელსაც ადგილი აქვს ამძრავი ძრავისა და მაგნიტურჰიდრავლიკური საბიძგებელას პარალელური ჩართვის დროს;

$t_{ნ.მ.}$  – დროის ის მონაკვეთი, როცა საბიძგებელას მუდმივი დენის ელექტრომაგნიტში ნარჩენი მაგნეტიზმის გავლენით მაგნიტურჰიდრავლიკური საბიძგებელას ღუზა ჯერ კიდევ მიზიდულია გულანაზე და ვერ იწყებს დაშვებას;

$t_{დაშ}$  – საბიძგებელას ჭოკის მოძრაობის დრო დაშვებისას, რომელიც დამოკიდებულია ჭოკის სვლის სიდიდეებზე, სითხის სიბლანტეზე, მარეგულირებელი ვენტილის გახსნის ხარისხზე და საბიძგებელას ჰიდრავლიკურ წინააღობაზე.

ნახ. 1-ზე მოცემულია დამუხრუჭების პროცესის ტიპური ოსცილოგრამა.



ნახ. 1. დამუხრუჭების ტიპური ოსცილოგრამა:

- 1 – დენი ამძრავი ძრავის სტატორში;
- 2 – დენი საბიძგებელას ელექტრომაგნიტში;
- 3 – დენი მიკროგამომრთველში;
- 4 – სამუხრუჭე მომენტი;
- 5 – ამძრავი ძრავის სიჩქარე.

## დასკვნა

ხუნდებიანი მუხრუჭის დამუხრუჭების დრო იზრდება, თუ მისი ამძრავი მაგნიტურჰიდრავლიკური საბიძგებელა პარალელურადაა ჩართული ამძრავ ძრავთან. ეს გამოწვეულია იმით, რომ საბიძგებელას მუდმივი დენის მაგნიტში იზრდება ნარჩენი მაგნეტიზმის სიდიდე. ამასთან, რაც უფრო მეტია საბიძგებელასთან პარალელურად ჩართული ამძრავი ძრავის გარდამავალი პროცესის დროის მუდმივა  $T$ , მით უფრო იზრდება საბიძგებელას ჭოკის დაშვების დაწყების დაყოვნების დროის სიდიდე. თუ მაგნიტურჰიდრავლიკური საბიძგებელა პარალელურადაა ჩართული ამძრავ ძრავთან და საბიძგებელასაგან მოითხოვება ჭოკის დაშვების დაწყების დაყოვნების დროის სიმცირე და ამძრავ ძრავს გააჩნია დიდი სიდიდის გარდამავალი პროცესის დროის მუდმივა, მაშინ საბიძგებელას და ამძრავი ძრავის გამორთვა ქსელიდან უნდა მოხდეს განცალკევებულად. საბიძგებელას გამორთვა უნდა მოხდეს ან შუალედური რელეთი ან სპეციალური გამომრთველით.

## ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. **М.П. Александров.** «Тормоза подъемно-транспортных машин». Москва, «Машиностроение», 1976г., 381 с.
2. **ს. ბიწაძე** – პატენტი გამოგონებაზე P4846 – მაგნიტურჰიდრავლიკური საბიძგებელა. სამრეწველო საკუთრების ოფიციალური ბიულეტენი. 2009.11.25 №22.
3. **Э.М. Гусельников, В.Ф. Ротт.** «Электрогидравлические толкатели». Москва, «Энергия», 1968г., 110с.

# **АНАЛИЗ ВРЕМЕНИ СРАБАТЫВАНИЯ КОЛОДОЧНЫХ ТОРМОЗОВ С МАГНИТОГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ**

**С.Г. Бицадзе**

**Резюме**

В статье дан анализ времени срабатывания колодочного тормоза с магнитогидрравлическим приводом. Определено отношение времени задержки начала опускания штока толкателя к характеристике приводного толкателя при параллельном подключении толкателя с приводным толкателем. Доказано, что при параллельном подключении магнитогидрравлического толкателя, от которого требуется малое значение времени обратного хода, и приводного двигателя, имеющего большое значение постоянной времени переходного процесса, отключение от сети приводного двигателя и магнитогидрравлического толкателя должно осуществляться раздельно.

# **ANALYSIS OF TIME OF ACTUATION OF BRAKE SHOE WITH MAGNETOHYDRAULIC DRIVE**

**S.G. Bitsadze**

**Summary**

The analysis of time of actuation of brake shoe with magnetohydraulic drive is given in the paper. The ratio of time of start delay for pusher's stock downward movement to the characteristic of driving pusher during parallel connection of pusher with driving pusher is determined. It is proved that during parallel connection of magnetohydraulic pusher, from which a small value of return time is needed, and driving motor, which has a high value of time constant for transient process, a power-cut of driving motor and magnetohydraulic pusher have to be carried out separately.

---

შპს 621.43.001

**ბიოსაწვავების ავტოტრანსპორტზე ბამოქსენების კერსკეტივიზები**

გ. მიქაძე, ხ. მღებრიშვილი, ე. მიქაძე, ზ. ბალიაშვილი, ლ. ბუბუტიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მერაბ კოსტავას

ქ. 77, 0175, თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** განხილულია ალტერნატიულ საწვავთა ერთ-ერთი სახის-ბიოსაწვავის ავტოტრანსპორტისათვის გამოყენების საკითხები. საწვავ-ენერგეტიკული მაჩვენებლების გაუმჯობესების პრობლემებს დრავთმშენებლობის განვითარების ყველა ეტაპზე ექცეოდა ყურადღება, მაგრამ ეს საკითხი სულ უფრო და უფრო მეტად აქტუალური ხდება ბოლო წლებში. არაგანახლებადი წიაღისეული საბადოების სახით არსებული რესურსის (მარაგის) შემცირება, ნავთობურ საწვავზე საჭიროებისა და ღირებულების ზრდა, გარემოს დაცვისა და თანამედროვეობის სხვა აქტუალურ მოთხოვნათა დაკმაყოფილების აუცილებლობა კიდევ უფრო ამწვავებს მდგომარეობას.

**საკვანძო სიტყვები:** არაგანახლებადი რესურსები, ალტერნატიული საწვავები, ბიოსაწვავები, ფერმენტაცია, მცენარეული ზეთები, სათბურის ეფექტის შემცირება, ეკოლოგიური სიტუაცია.

**შეჯამება**

საავტომობილო ტრანსპორტი არის ძირითადი მომხმარებელი ნავთობური საწვავისა, რომლის მიღებაზეც იხარჯება მოპოვებული ნავთობის დაახლოებით 80%. ამჟამად მსოფლიოში შიგაწვის ძრავებით აღჭურვილი 800 მილიონზე მეტი ავტომობილია და მათი რაოდენობა განუწყვეტლივ იზრდება. საწვავ-ეკოლოგიური პრობლემის გათვალისწინებით მსოფლიოს პრაქტიკულად ყველა ქვეყანაში იგეგმება ნავთობური საწვავის მოხმარების 20-30%-ით შემცირება უახლოეს წლებში.

ნავთობრური საწვავის მოხმარების შემცირების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი გზა არის მისი ნაწილობრივი ან სრული ჩანაცვლება თანამედროვეებისათვის ცნობილი ალტერნატიული საწვავებით. ანალიზი აჩვენებს, რომ უახლოეს წლებში ყველაზე პერსპექტიულია ბუნებრივი აირი და ბიოსაწვავი, მიღებული მცენარეული ნედლეულის ბაზაზე-ბიოგაზი, ბიოეთანოლი, ბიომეთანოლი, ბიოდიზელური საწვავი.ექსპერტთა აზრით 5÷20 წლის შემდეგ ავტოტრანსპორტზე გამოსაყენებლად, ყველაზე მეტად მისაღები იქნება დიმეთილური ეთერი, სხვა სინთეზური საწვავები და წყალბადი.

ამა თუ იმ საწვავის გამოყენების მიზანშეწონილობის დადგენის დროს ენერგომოხმარების საერთო სტრუქტურაში, ითვალისწინებენ ფაქტორებს, რომელთაგან ძირითადია : ტექნიკურ-ეკონომიური პოტენციალი და რეგიონის საწვა-ენერგეტიკული ბალანსის თავისებურებანი; საწვავზე ფასების დინამიკა მსოფლიო ბაზარზე; ქვეყნის მრეწველობის, ენერგეტიკისა და ავტოტრანსპორტის სტრუქტურა. ამ ფაქტორებთან ერთად მხედველობაში აუცილებლად მიიღება რეგიონის ეკოლოგიური სიტუაცია.

## ძირითადი ნაწილი

ბიოსაწვავი არის ბიოლოგიური ნედლეულისა და ნარჩენებისაგან სხვადასხვა ტექნოლოგიებით მიღებული მყარი, თხევადი ან აირივანი სათბობი. ორი უკანასკნელი წარმატებით გამოიყენება შიგაწვის ძრავების საწვავად. ბიოდიზელური საწვავი „CO<sub>2</sub>-ნეიტრალური“ არ შეიცავს გოგირდს, კანცეროგენურ ბენზოლს და იგი ნეიტრალურია გარემოს მიმართ სათბურის ეფექტის წარმოქმნის ალბათობის ერთ-ერთი ძირითადი ნივთიერების – ნახშირჟანგის ბალანსის თვალსაზრისით ატმოსფერულ ჰაერში: მისი წვის დროს გარემოში ბრუნდება იმდენივე CO<sub>2</sub>, რამდენიც შთანთქმული იყო მისი დამზადებისათვის განკუთვნილ მცენარეთა მიერ ვეგეტაციის პერიოდში. ბიოდიზელური საწვავის გამოყენება საშუალებას იძლევა დაემაყოფილებულ იქნეს „ევრო-4“-ით გათვალისწინებული ტოქსიკურობის ნორმები იმ ძრავებთანაც კი, რომლებიც განკუთვნილი იყო „ევრო-3“-სათვის. მცენარეულ საწვავს ააღებადობის კარგი უნარი აქვს. მისი ცეტანური რიცხვი 58-ს აღწევს, მაშინ როდესაც ჩვეულებრივი დიზელის საწვავისათვის ეს მაჩვენებელი არ აღემატება 52-ს.

კორპორაცია „დაიმლერ კრაისლერის“ მიერ სინთეზირებული საწვავი „ბიოტროლი“ წვის დროს საერთოდ არ გამოყოფს CO<sub>2</sub>-ს.

ბიოსაწვავი შეიძლება მიღებული იქნეს სხვადასხვა გზით. მეთანოლს ღებულობენ ბიომასის გაზიფიკაციით, ეთანოლს-შაქრისა და სახამებლის დიდი შემცველობის მქონე სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა ფერმენტაციით. ფერმენტაცია ბიოლოგიური პროცესია, რომლის დროსაც შაქრის

შემცველი მასალა იშლება ეთანოლად და ნახშირბადის დიოქსიდად. ამჟამად მიმდინარეობს კვლევითი სამუშაოები ეთანოლის მისაღებად ცელულოზისაგან. ამ ნედლეულის პირველადი დაშლა ხდება ფერმენტებისა და მჟავათა მეშვეობით. ბიოგაზი აიროვანი საწვავია, რომელიც ძირითადად შედგება ჰიდროკარბონიზებული მეთანისაგან. ეს პროდუქტი შეიძლება მიღებულ იქნეს: ექსტრაგირებით ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად დანადგარებზე; ნაგავსაყრელებზე და სხვა ადგილებში ბიოლოგიურად გახრწნად ნივთიერებათა თანაობისას. ანაერობული გადამუშავების პროცესში ხდება ორგანულ ნივთიერებათა დაშლა ძირითადად მეთანად და ნახშირბადის დიოქსიდად. ბიოგაზის მიღება ხდება ბიომასის გაზიფიკაციითაც.

ალტერნატიულ საწვავდ გამოყენების თვალსაზრისით გარკვეული პერსპექტივები აქვს მცენარეული წარმოშობის ზეთებს, რომელთა შორის აღსანიშნავია ბამბის, სოიასა და სარეველა მცენარის რაფსის ზეთი. რაფსის მოყვანის ბიოსაწვავური ტექნოლოგია ხელსაყრელია ფერმერულ საქმიანობაშიც, რადგან ეს მცენარე, სასოფლო სამეურნეო ცხოველთა საკვებით უზრუნველყოფასთან ერთად, ხელს უწყობს ნიადაგის ნაყოფიერების შენარჩუნებას: რაფსის მოსავლის აღების შემდეგ მიწაში ყოველ ჰექტარზე რჩება: დაახლოებით 65 კგ აზოტი, 34 კგ ფოსფორმჟავა, 60 კგ კალიუმი. ექსპერტთა გაანგარიშებები აჩვენებს, რომ რაფსის მოყვანაზე დანახარჯები შეადგენს: 17 700 მჯ/ჰა; ზეთის მიღებაზე 700 მჯ/ჰა. ზეთისაგან კი მიიღება 22 200 მჯ/ჰა. ამგვარად მოგება ენერგეტიკული თვალსაზრისით ყოველ ჰა-ზე შეადგენს 3 800 მჯ, რაც ენერგეტიკული ღირებულების მიხედვით 110 ლ დიზელის საწვავის ტოლფასია.

მცენარეული ზეთები მიეკუთვნება ნახშირწყალბადოვან ნაერთებს. ისინი კარგად იხსნება დიზელის საწვავში. ჟანგბადის არსებობა მათ ქიმიურ სტრუქტურაში (10%-ზე მეტი) კი ზრდის წვის სისრულეს. ამ ბიოლოგიური პროდუქტების გამოყენება ხელს უწყობს საწვავთა წიაღისეულის გამოფიტვის პრობლემის გადაწყვეტას, მეორე მხრივ კი ამცირებს სათბურის ეფექტის წარმოქმნის ალბათობას. ბიოლოგიური საწვავის გამოყენება შესაძლებლობას ჰქმნის შენარჩუნებულ იქნეს CO<sub>2</sub>-ის ბალანსი ატმოსფეროში, რადგან მისი გამონაბოლქვი ბიოსაწვავის წვის დროს ტოლფასია CO<sub>2</sub>-ის რაოდენობისა, რომელიც შთაინთქმება მცენარეული ნედლეულის მოყვანის დროს ფოტოსინთეზის პროცესში.

ალტერნატიულ საწვავად მცენარეული ზეთის გამოყენებისას არის გარკვეული სიძნელეებიც. მცენარეული ზეთების მაღალი სიბლანტის შესამცირებლად მას უმატებენ გამხსნელებს – სპირტს, ეთერს ან დიზელის საწვავს. მცენარეული ზეთების მიდრეკილებას –ნამწვწარმოქმნას-ებრძვიან წვის კამერაში კატალიზატორის (მაგალითად ნიქრომის) შეტანით, საწვავზე აქტივიზატორის დამატებით კი თავიდან იცილებენ მცენარეული ზეთებისათვის დამახასიათებელ

წვის ნაკლებ სიჩქარეს, რაც თბური დანაკარგების ზრდისა და მამასადამე საწვავეკონომიურობის (დაახლოებით 3%-მდე) გაუარესების მომასწავებელი იქნებოდა.

კვლევითმა გამოცდებმა აჩვენა, რომ ღიზელის საწვავის ნაცვლად ბიოდიზელური ნარევის (50% რაფსის ზეთი და 50% ღიზელის საწვავი) გამოყენებამ გამოიწვია გამონაბოლქვ აირებში ტოქსიკურ მდგენელთა შემცირება: NO<sub>x</sub>-ის - 15÷20%-ით CO-სი - 10÷15%-ით და C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>-ისა 30÷35%-ით.

ბიოგაზი მიიღება ბიომასის მეთანური დუდილის პროცესში ბაქტერიების ზემოქმედების შედეგად ბიომასის დაშლით. ბიოგაზი შედგება მეთანისაგან 50-87%, CO<sub>2</sub> -ისაგან 13-15%, H<sub>2</sub>-ისა და H<sub>2</sub>S-ის მცირე მინარევებისაგან. ბიოგაზის CO<sub>2</sub>-ისაგან გაწმენდის შედეგად მიიღება ბიომეთანი, რომელიც ბუნებრივი აირის ანალოგია.

ბიოგაზი მიიღება სოფლის მეურნეობისა და კვების მრეწველობის ნარჩენებისაგან. 1 კგ მშრალი მასალისაგან ღებულობენ 300-500 ლ ბიოგაზს. გარდა ნარჩენებისა ბიოგაზს ღებულობენ სპეციალურად მოყვანილი სასილოსე სიმინდისაგან, წყალმცენარეებისაგან, აგრეთვე, მუნიციპალურ საყოფაცხოვრებო ნარჩენებისაგან.

ბიოგაზის წარმოება საშუალებას იძლევა გამოირიცხოს მეთანის გამონაბოლქვის მოხვედრა ატმოსფეროში, რომელიც დიდ გავლენას ახდენს სათბურის ეფექტზე.

ძირითადი აირების (ე.წ. „სათბურის აირების“) გავლენა - „წვლილი“, რომლებიც მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენენ სათბურის ეფექტის წარმოქმნაზე და საბოლოო ჯამში დედამიწის თბურ ბალანსზე ნაჩვენებია ცხრილში.

ცხრილი

აირი	ფორმულა	“წვლილი“ %
წყლის ორთქლი	H <sub>2</sub> O	36-72
ნახშირბადის დიოქსიდი	CO <sub>2</sub>	9-26
მეთანი	CH <sub>4</sub>	4-9
ოზონი	O <sub>3</sub>	3-7

ბიოსაწვავზე მუშუშავე ძრავებით აღჭურვილი ავტოსატრანსპორტო საშუალებები. უკვე ამჟამად წარმატებით გამოყენება მსოფლიოს რამოდენიმე ქვეყანაში (აშშ, ბრაზილია, შვეიცარია, გერმანია).

### დასკვნა

სასურველი მოტორული მანქანების მქონე ბიოსაწვავების გამოყენება ავტოსატრანსპორტზე ხელს უწყობს არა მხოლოდ ნავთობური წარმოშობის საწვავთა მოხმარების შემცირებას, არამედ ეკოლოგიური სიტუაციის გაუმჯობესებაც, რამდენადაც ამ საწვავზე



მომუშავე ძრავების ნამუშევარ აირებში მნიშვნელოვნად მცირდება აზოტის ჟანგეულების, მსუთავი აირის, ნახშირწყალბადების, ნახშირბადის დიოქსიდის შემცველობა.

### **ბამოყენებული ლიტერატურა:**

1. **Графкина, В.А. Михайлов, К.С. Иванов.** Экология и экологическая безопасность автомобиля. Москва, изд. „Форум“ , 2009. 320 с. уак 629.123.
2. Интернет-портал. Википедия.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОТОПЛИВ НА АВТОТРАНСПОРТЕ**

**Г. Микадзе, Х. Мгебришვილი, Е. Микадзе, З. Балиашვილი,  
Л. Бубутеишვილი**

### **Резюме**

Рассмотрены вопросы применения биотоплив в качестве альтернативного горючего для автотранспорта, что будет способствовать не только уменьшению потребления нефтяных топлив, но и улучшению экологической ситуации, поскольку в отработавших газах двигателей, работающих на биотопливе значительно снижается содержание токсичных компонентов- окислов азота, оксида углерода, углеводородов, а также способствующему парниковому эффекту – углекислому газу.

## **PERSPECTIVE OF BIOFUEL ON THE MOTOR TRANSPORTS**

**G. Mikadze, Kh. Mgebrishvili, E. Mikadze, Z. Baliashvili,  
L. Bubuteishvili**

### **Summary**

Here is considered the issue about the alternative perspective use of biofuel on the motor transports. This contributes as saving the oil fuel, as the reduction of global warming, so far the process of production biogas in the atmosphere does not allocate methane. methane is the substance which supports the effective production of greenhouse.

---

შპს 339;626.9

**სამრეწველო საწარმოთა მმართველობითი  
ბადაწყვეტილების მიღების მოდელი**

**ნ. სვანიძე, გ. ტყეშელაშვილი**

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

**რეზიუმე:** სამრეწველო საწარმოთა მმართველობითი გადაწყვეტილების ფორმირებისას გამოყენებული ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელები გადაწყვეტილების მიღების ეფექტიანობის გაზრდის წინაპირობაა. საწარმოს მენეჯერის მიერ პროფესიონალურ დონეზე გამოყენებული მართვის მათემატიკური მოდელი საშუალებას აძლევს, პირველ რიგში საწარმოს მაღალ-ეფექტურად მართვის, ასევე საკუთარი ინტუიციური შეხედულებების კონტროლსა და გამოცდილების რეალიზებას გუნდურ მუშაობაში.

**საკვანძო სიტყვებია:** მოდელირება, მიზნის ფუნქცია, ოპტიმალობა, მატრიცები, დებულებები, პრობლემები.

თანამედროვე სამრეწველო საწარმოთა მმართველობით სისტემაში არსებული პრობლემების გამომწვევ მიზეზთა შორის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესია ამ სისტემის დაპროექტებასა და შექმნისადმი მეცნიერულად დასაბუთებული მიდგომის არსებობა, რომელიც მმართველობითი გადაწყვეტილების ნაჩქარევ, სტიქიურ, ვიწროსპეციალიზებული გადაწყვეტილების ფორმირების მიზეზი ხდება. ასეთ გადაწყვეტილებებს არ აქვთ განვითარებისა და პრაქტიკაში რეალიზების პოტენციალი. კანონზომიერია, რომ შედეგად ვიღებთ მართვის ისეთ ჰიბრიდულ ფორმას, რომელიც შეიცავს საკითხისადმი ურთიერთგამომრიცხავ მიდგომას და არაეფექტურ გადაწყვეტილებებს, რომელთა დანერგვას, არაადექვატური მმართველობითი სისტემის შესანარჩუნებლად ხელმძღვანელი მიჰყავს საწარმოს ფუნქციონირების ეფექტურობის დაცემისაკენ და დამატებითი რესურსების ხარჯვისაკენ. აღნიშნული სიტუაციიდან თავის დასაღწევად, ზოგადად უნდა მიემართოთ მართვის

კლასიკურ თეორიას და საკითხისადმი სისტემური მიდგომის საბაზისო პრინციპებს. კონკრეტულად კი – მმართველობითი გადაწყვეტილების ფორმირების და ფუნქციონირების მათემატიკურ მოდელირებას.

მოთხოვნები, რომლებსაც უნდა აკმაყოფილებდეს მათემატიკური მოდელი და მასთან დაკავშირებული პრობლემები:

1. მოდელის ინდენტიფერულობა – მოდელი უნდა შეესაბამებოდეს იმ გარემოს, სადაც უნდა ფუნქციონირებდეს იგი და ამ გარემოში მოდელი უნდა იყოს როგორც მისი შემადგენელი ნაწილი და არა როგორც უცხო ელემენტი. მოდელის ინდენტიფერულობა და პრაგმატულობა გულისხმობს იმასაც, რომ თავად გარემოც უნდა უწყობდეს ხელს მოდელის ფუნქციონირებას;
2. მოდელი უნდა იყოს მარტივი. დასაბუთებულია, რომ რაც უფრო მარტივია მოდელი, მით უფრო ახლოს დგას მოდელირებად რეალობასთან და ადვილია მისი გამოყენება;
3. მოდელი უნდა იყოს პროცესის ადეკვატური, რაც გულისხმობს იმას, რომ გაამართლოს მოდელირების მიზანი და დააკმაყოფილოს ფორმულირებული კრიტერიუმები.

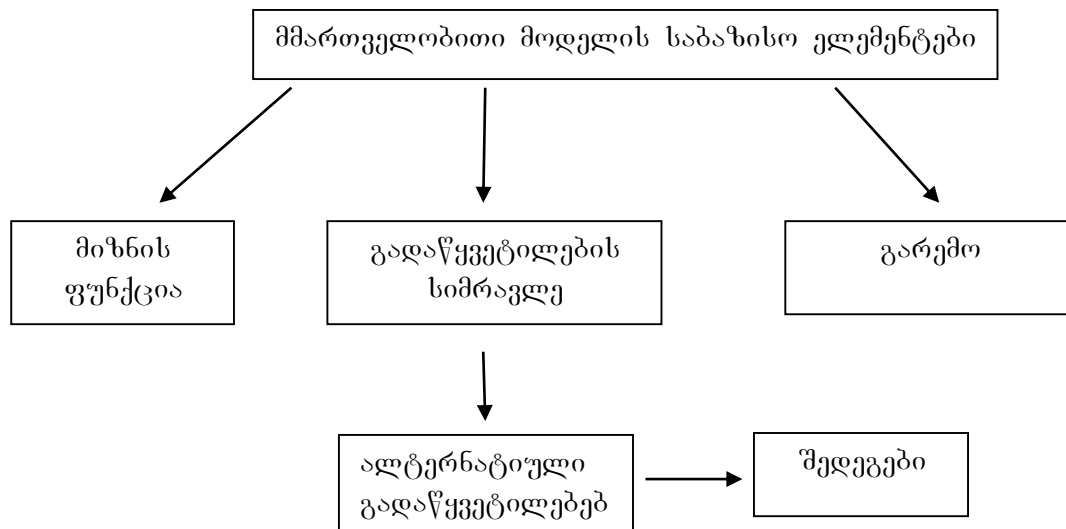
სამრეწველო საწარმოების მმართველობითი გადაწყვეტილებების ფორმულირების ამოცანებს ასახავს შემდეგი:

1. აღრიცხვა-ანალიზის სისტემის მოდელები, რომლებიც მოიცავს საწარმოს აღრიცხვა-ანალიზის სისტემის მოდელირების მიზანს საწარმოს მდგომარეობის შეფასებასა და ანალიზს;
2. სამრეწველო საწარმოთა ფუნქციონირების მოდელები. მოდელირების მიზანია საწარმოს მართვის მეთოდების დადგენა. იგი ეყრდნობა ინფორმაციას, რომელიც ხელმძღვანელს მიეწოდება აღრიცხვა-ანალიზის ჩატარების შედეგად;
3. საორგანიზაციო-განკარგულებითი სისტემის მოდელები;
4. მართვის მიზნობრივი ფუნქცია, განვითარების პროგრამა სამრეწველო საწარმოთა ორგანიზაციის მათემატიკური მოდელირების მიზანია საწარმოს ფუნქციონირების ეფექტურობის შეფასება და კრიტერიუმების დადგენა, რომელთა მიხედვით შესაძლებელი იქნება მნიშვნელოვანი საკითხების გაშუქება და მოცემული იქნება ეფექტიანობის შეფასების რამდენიმე კრიტერიუმი და შესაბამისად მიზნის ფუნქცია.

სამრეწველო წარმოების მმართველობით გადაწყვეტილებას საფუძვლად უდევს წარმოებაში საბაზისო ელემენტები (იხ.ნახ.1).

სამრეწველო წარმოებაში მმართველობითი გადაწყვეტილების ფორმირებისა და ფუნქციონირების თეორიაში იგულისხმება რაციონალური გადაწყვეტილების თეორია, რაც დაკავშირებულია ალტერნატიული ვარიანტების დამუშავებასთან. მმართველობით გადაწყვეტილების

ფორმირებისას მიზანშეწონილია შემდეგი მეთოდების გამოყოფა: სპონტანური, ინტუიციური, მსჯელობის, ბინალური მრავალვარიანტიული და ინოვაციური მეთოდები.



**ნახ. 1. მმართველობითი მოდელის საბაზისო ელემენტები<sup>7</sup>.**

საწარმოს ხელმძღვანელი პრაქტიკულად ქმნის სასურველი შედეგების ამსახველ მოდელს, რომელიც შედეგა ცალკეული კრიტერიუმისაგან. სწორედ ამ კრიტერიუმებით ახდენს იგი მმართველობითი პროცესების მოდელირებას. აღსანიშნავია, რომ ორგანიზაციათა მმართველობით მოდელირებაში გამოიკვეთება სამი სახის მოდელები:

1. ავტორიტარული მოდელები (ადმინისტრაციული, ფორმალური);
2. ორგანიზაციული, სოციალურ-ფსიქოლოგიური და არაფორმალური;
3. კომბინირებული მოდელები.

ავტორიტარული მოდელები ანუ ხისტი მოდელები ისტორიულად წინ უსწრებენ მოქნილ მოდელებს. ამჟამადაც ისინი აქტუალურნი არიან, რამდენადაც მათში იერარქიული პროცესები დომინირებენ. მაგრამ დროთა ვითარებაში წარმოების მზარდმა ტემპებმა, რთულმა ტექნოლოგიებმა, დაქირავებული მუშახელის მზარდმა კვალიფიკაციამ, მმართველობითი კულტურის სრულყოფამ თანდათანობით დათრგუნა წარმოებით პრაქტიკაში ამგვარი მოდელირება. მმართველობითი გადაწყვეტილების ფორმირებისას გამოყენებული მოდელები გადაწყვეტილების ეფექტურობის გაზრდის წინაპირობაა. თუ ხელმძღვანელის მიერ პროფესიონალურ დონეზე იქნება შესაბამისი მოდელი გამოყენებული, მაშინ იგი შეძლებს საკუთარი ინტუიციური შეხედულებების კონტროლს, ცოდნისა და გამოცდილების რეალიზებას.

ცნობილია მმართველობითი გადაწყვეტილების მიღების მოდელები: თამაშთა თეორიაზე დაყრდნობილი მართვის მოდელები; მარაგების მართვის მოდელები; მოდელები, რომლებიც

<sup>7</sup> Новиков Д.А., Прикладные модели ИПУ-РАН, 2004.стр.65-68

დაიყვანება წრფივ პროგრამირების ამოცანებზე; მოდელები სატრასპორტო ტიპის; ქსელური ანალიზის მოდელები; ეკონომიკური ანალიზის მოდელები და სხვა.

იაპონურ ფირმებში საწარმოო პრობლემების გადაწყვეტა საწარმოს ხელმძღვანელის მიერ ერთპიროვნულად ხდება. საწარმოს ხელმძღვანელობას აქვს გამოკვეთილი ტენდენცია ძალაუფლების ინტეგრირებისა საკუთარ ხელში. იქ არ არსებობს კონტროლის ცენტრალიზებული სამსახური, სააქმროთაშორისი ურთიერთკავშირი და ურთიერთკოორდინაცია ხორციელდება სააქმროს უფროსების მიერ. იაპონურ საავტომობილო მრეწველობაში მმართველობითი დონის მხოლოდ 5 სახეა, ხოლო ამერიკულ საავტომობილო მრეწველობაში ასეთი 11-12 დონეა. იაპონური საწარმოო სისტემა იყენებს “კანბან” ბარათებს, რაც ამარტივებს ურთიერთკავშირში მყოფი უბნებსა და სააქმროებს შორის მართვის სტრუქტურას<sup>8</sup>.

საწარმოთა მართვისა და მმართველობითი გადაწყვეტილების ფორმირებისა და ფუნქციონირებისას ხელმძღვანელთა პასუხისმგებლობის ხარისხი დაბალია, ხოლო მენეჯერთა ძალაუფლებანი – ფორმალური. ამიტომაც ძირეულად განსხვავდება იაპონური მართვის სტილი ამერიკულისგან. იაპონიაში იერარქიული მართვისაგან განსხვავებით, სააქმროები თავად არიან კომუნიკაციის საკვანძო ცენტრები. “კამბან” ბარათების გამოყენებამ იაპონურ საავტომობილო მრეწველობის ლოჯისტიკაში მოახდინა საწარმოო და საინფორმაციო ნაკადების ინტეგრირება, რამაც მინიმალური დანაკარგებით დააფიქსირა ბაზარზე სწრაფი რეაგირების შესაძლებლობა. თუმცა აქვე აღსანიშნავია, რომ ჰორიზონტალური კოორდინაცია ინფორმაციის ცენტრალიზაციის გარეშე არაეფექტურია.

მმართველობითი გადაწყვეტილების ფორმირებისა და ფუნქციონირების ამოცანების ტექნოლოგია სქემატურად შეიძლება გამოვსახოთ: მმართველობითი მათემატიკური მოდელების აგება, სტატისტიკური მასალის საფუძველზე; მმართველობითი სისტემის ანალიზი; ოპტიმალური მმართველობითი გადაწყვეტილების და მაქსიმალური ეფექტურობის ძიების პროცესი; მართვის ხელმძღვანელის წინაშე არსებული ამოცანის გადაწყვეტის რამდენიმე ალტერნატიული ვარიანტიდან ოპტიმალურის ამორჩევა და ადეკვატური მოდელის თეორიული კვლევა.

ოპტილამური მმართველობითი გადაწყვეტილებისას მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნეს შემდეგი მეთოდები: მატრიცული მოდელების და მის საფუძველზე პროგნოზირების მეთოდის გამოყენება.

მატრიცული მოდელი შედეგიანია, როდესაც არსებობს სტრატეგიული ალტერნატივების გარკვეული რაოდენობა (გონივრულ ფარგლებში) და მიღებული შედეგები პირდაპირ დამოკიდებულებაშია მმართველის მიერ არჩეულ სტრატეგიაზე. საწარმოს ფინანსური მართვის

<sup>8</sup> Интернеты.

ამოცანების გადაჭრა მოითხოვს უზარმაზარი ინფორმაციის დამუშავებასა და შრომატევად საშუალოს, საბალანსო მაჩვენებლებისა და გეგმიური პარამეტრების ურთიერთშეხამებას. პრობლემები კლინდება სამეცნიერო-ტექნიკური, საფინანსო-ეკონომიკური, ასევე კოლექტივის სოციალური განვითარების საკითხებთან დაკავშირებით. სამრეწველო საწარმოებში ამჟამად ადგილი აქვს შემდეგი სახის პრობლემებს:

1. მმართველობითი გადაწყვეტილების რეალიზაციის სრულყოფილი გეგმის არარსებობა;
2. მართვის კონტროლის სრულყოფილი სისტემის არარსებობა;
3. საინფორმაციო სისტემის დეფიციტი;
4. რესურსებსა და კაპიტალურ მშენებლობას შორის არსებული დისბალანსი;
5. მართვის სისტემის ანალიტიკური გუნდების არასაკმარისი მუშაობა;
6. სამრეწველო საწარმოს პერსონალის არადისციპლინირებულობა;
7. ხარისხის კონტროლის სამსახურების არადამაკმაყოფიებელი საქმიანობა.

აღნიშნული პრობლემის დასაძლევად საჭიროა როგორც შრომითი, ასევე მატერიალური, ფინანსური რესურსები, კაპიტალდაბანდებათა ეფექტური განხორციელება ტექნიკის უსაფრთხოების დაცვა, შრომის დაცვა.

საწარმოს მატრიცული მოდელი საფინანსო ჭრილში მიეკუთვნება საფინანსო დაგეგმვის შედარებით მარტივ და რაციონალურ ფორმას, ასეთი მოდელები ოთხი კვადრანტისაგან შედგება.

სამრეწველო წარმოებაში ამ სახის მოდელის პირველ კვადრანტში აისახება საამქროთაშორისო საწარმოო კავშირები, ხოლო განსაკუთრებულად მნიშვნელოვანია მესამე კვადრანტი. აქ ასახვას პოულობს საწარმოს შრომითი რესურსები და ძირითადი ფონდები, მოთხოვნები ნახევარფაბრიკატებზე, ნედლეულზე, ენერჯიაზე, სათბობზე და მასალებზე. აქ მკაფიოდ იმიჯნება ერთმანეთისაგან რესურსები და ხდება მათი დაჯგუფება სამი სახის რესურსად: შრომის საგნები, შრომის საშუალებები და შრომითი რესურსები. მეორე კვადრანტში განიხილება საწარმოს საქმიანობის ძირითადი შედეგობრივი მახასიათებლები.

ნორმატიული მართვის მოდელებისა და გეგმიური დავალებების საფუძველზე დგება წარმოების საბალანსო გეგმა, პროდუქციის განაწილებისა და მატერიალური უზრუნველყოფის დაგეგმვა.

სამრეწველო საწარმოს ფინანსური დაგეგმვისა და მართვის მატრიცული მოდელი წარმოების მმართველობითი გადაწყვეტილების მიღების ძირითადად ხუთ ელემენტს მოიცავს, ესენია:

- მმართველობითი სტრატეგიები –  $S_1, S_2, \dots, S_n$ ;
- მიღებული შედეგები –  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ ;

- პროგნოზები –  $P_1, P_2, \dots, P_n$ ;
- მართვის მოდელების გამოყენების ეფექტურობის შეფასების კრიტერიუმები.

ნებისმიერი გადაწყვეტილება, რომელიც მართვის პროცესში იქნება გამოყენებული, ითხოვს შედეგების ურთიერთშედარებას. მნიშვნელოვან ელემენტს მოდელირებისას წარმოადგენს ეფექტურობის კრიტერიუმი და სარგებლიანობის ფუნქცია. ეს უკანასკნელი კი, ითვალისწინებს ყველა მოთხოვნას, მათ შორის – ხარისხსაც. ამიტომ, თუ კი შესაძლებელია ოპტიმალური მართვის მოდელის აგება, ეს უკვე ნიშნავს, რომ გადაჭრილია გადაწყვეტილების ფორმირებისა და შეფასების კრიტერიუმის მიგნების პრობლემაც.

თუმცა კონკრეტული სიტუაციის სპეციფიკურობიდან გამომდინარე, ცვალებადია სარგებლიანობის (მიზნის) ფუნქციის მნიშვნელობა, რადგან წარმოების პროცესში წარმოიქმნება პრობლემები, დროებით შექმნილი ნედლეულის და მასალების დეფიციტი, ხელმძღვანელი იძულებულია ტექნოლოგიური პროცესის განახორციელებლად არჩევანი შეაჩეროს დანახარჯების

	საამჟამოები			მომხმარებლის მოთხოვნები	საწარმოს რესურსები	საწარმოს ტექნოლოგია	საწარმოს მდებარეობა	საწარმოს ფინანსური მდგომარეობა
	1	2	...					
პირითადი საამჟამოები: 1 2 ...	I კვადრანტი						II კვადრანტი	
დასხმარე საამჟამოები	III კვადრანტი						IV კვადრანტი	
ირიბი დანახარჯები								
ნედლეული და ნახევარფაბრიკატი								
შრომითი ანაზღაურება								
პირითადი შონდები								
საწარმოს სიმკლავრეები								

**ნახ. 2. საწარმოს ფინანსური დაგეგმვისა და მართვის მატრიცული მოდელი**

თვალსაზრისით, ნაკლებად ეფექტურ ვარიანტზე. სიტუაციის ამგვარი ცვალებადობა თავის კვალს ტოვებს სარგებლიანობის (მიზნის) ფუნქციის მნიშვნელობაზე. როგორც წესი, გადაწყვეტილების მომენტიდან მის რეალიზებამდე გარკვეული დროის მომენტია საჭირო. ამის გამო, რთულდება წარმოების პროცესის ობიექტური სურათის განსაზღვრა. გადაწყვეტილების ფორმირების თეორია გუთავაზობს სტრატეგიას, რომელიც ობიექტური პირობებიდან გამომდინარე, ექსტემალურად პასუხობს ყველა შესაძლო სიტუაციას და მოცემულ პირობებში გვაძლევს მის ადექვატურ შეფასებას.

სწორედ ეს ალბათობა ქმნის მართვის ეკონომიკური მოდელის ძირითად სტრუქტურულ ელემენტს, რომელიც პროგნოზის სახელწოდებით შემოიტანება. მართვის ეკონომიკურ მოდელს არ შეუძლიათ საწარმოს პროცესების აღწერა მაღალი სიზუსტით, განსაკუთრებით გრძელვადიანი



პერიოდისათვის. ზოგადად მმართველობითი გადაწყვეტილების ფორმირების ამოცანის განხილვისას ავნიშნავთ ყველა შესაძლო  $S$  სტრატეგიათა სისტემას  $S=\{S_i\}$ ,  $i=1,2,\dots,n$ , ხოლო ობიექტურ გარემოებებს  $N=\{N_j\}$ ,  $j=1,2,\dots,m$ .

ყოველი  $S_i$  სტრატეგია, რომელსაც მართველი აირჩევს  $N_j$  კერძო ობიექტური პირობებიდან გამომდინარე უნდა შეესაბამებოდეს კონკრეტულ  $Y$  შედეგს, რომლის შეფასების კრიტერიუმია  $Z_{ij}$ . თუ მივიღებთ შემდეგ ორ ვარიანტს: ერთი – როდესაც მართველი სრული სარწმუნო ინფორმაციის პირობებში იღებს მხოლოდ ერთ ობიექტურ გადაწყვეტილებას, რომელიც მიიღწევა  $\text{ext}Z_{ij}$  კონკრეტული სტრატეგიის არჩევისა; მეორე – არსებობს რამდენიმე შესაძლო ობიექტური სიტუაცია და შესაძლებელია მისი გამომწვევი მიზეზების განსაზღვრა  $i$ -ური აგენტის სტრატეგიის გამოყენებით მათემატიკური ლოდინით. კერძოდ, მათემატიკური ლოდინი განისაზღვრება  $M(S_i)=\sum_{j=1}^m Z_{ij} * P_j$ , სადაც  $P_j=Z_{ij}$  კრიტერიუმის მიღების ალბათობებია<sup>9</sup>.

იმ შემთხვევაში, როდესაც მართველს უხდება გადაწყვეტილების მიღება არასაკმარისი ინფორმაციის პირობებში, მაშინ ოპტიმალური შეიძლება გახდეს სხვადასხვა ალტერნატიული წინადადებები. ალტერნატიული ვარიანტების არჩევის მიზნით უნდა ვიხელმძღვანელოთ ეფექტურობის შეფასების სტრატეგიებით: ვალდის-მაქსიმინის კრიტერიუმი; გურვიჩის (ოპტიმიზმ-პესიმიზმი) კრიტერიუმი; სევიჯ-ნიგანის კრიტერიუმი; ლაპლასისა და კრელეს კრიტერიუმები.

განსაკუთრებით მისაღებია ვალდის კრიტერიუმი. ამ კრიტერიუმში არჩევა ხდება მაქსიმალური საწარმოო დანახარჯებიდან ყველაზე მინიმალურის-უკეთეს სტრატეგიად. ვალდის კრიტერიუმი იძლევა ფრთხილი და პესიმისტური სტრატეგიის არჩევის საშუალებას. ყოველი  $X_i$  გადაწყვეტილებისათვის ირჩევა რა ყველაზე უარესი შემდეგი  $W_{ij}$  და მათ შორის გარანტირებული მაქსიმალური ეფექტი

$$W = \max_{i=1} \min_{j=1 \dots n} W_{ij}$$

შეფასებათა ამ კრიტერიუმის თანახმად, ყველა სტრატეგიის გამოყენებით, მიიღწევა სასურველი შედეგი<sup>10</sup>.

თუ მოდელი იზომორფულია და ასახავს მხოლოდ საწარმოს ძირითად ნიშან-თვისებებს, ხელმისაწვდომია საჭირო პარამეტრები, ამ შემთხვევაში შესაძლებელია საწარმოს რესურსებზე დანახარჯების მინიმიზაცია იქნეს მიზნის ფუნქციად განხილული.

საჭირო ინფორმაციის მოძებნისა და მმართველობითი პრობლემების გადაწყვეტისათვის ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელები მნიშვნელოვან საშუალებებს წარმოადგენს.

<sup>9</sup> ი.სხირტლაძე, თ.ტულუში, ა.ოსაძე, ა.ცივაძე, მ.ნადარეიშვილი ალბათობის თეორია და მათემატიკური სტატისტიკა. თ. „განათლება“.1990.გვ.54

<sup>10</sup> Оуен Теория игр. М.:Мир, 1971. стр.178

ვფიქრობ, წარმოდგენილ საკითხებზე ფიქრი და ამ მიმართულებით სამუშაოების წარმართვა ჩვენი ქვეყნის სამრეწველო საწარმოებში დადებით შედეგებს მოუტანს ქართული ბიზნესის სტრუქტურებს, კომპანიებს, ორგანიზაციებს კონკურენტული პრიორიტეტების გამოძეგვაში, აგრეთვე თავისუფალი კონკურენციის პირობებში მყარი პოზიციების მოპოვებაში ბაზარზე.

### **ბამოყენებულილიტიერატურა**

1. **Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г.** Прикладные модели информационного управления. – М.: ИПУ РАН, 2004. стр. 65-89.
2. **Tirole J.**A theory of collective reputation (with applications to the persistence of corruption and to firm quality) Review of Economic Studies. 1996.vol.63.P.1-22.
3. **Чхартишвили А.Г.** Теоретико-игровые модели информфционного управления. М.:ПМСОФТ, 2004. стр.95.
4. **Цыганов В.В.** Адаптивные механизмы в отраслевом управлении. –М.:Наука,1991.стр.29
5. Оуен Теория игр. М.:Мир, 1971. стр.178
6. ი. სხირტლაძე, თ. ტულუში, ა. ოსაძე, ა. ცივაძე, მ. ნადარეიშვილი ალბათობის თეორია და მათემატიკური სტატისტიკა. თ. „განათლება“.1990.გვ.54
7. **Новиков Д.А.,** Прикладные модели ИПУ-РАН, 2004.стр.65-68.

## **МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Н. Сванидзе, Г. Ткешелашვილი**

### **Резюме**

Применённые при формировании управленческих решений промышленных предприятий в экономико-математические модели является предпосылкой для повышения эффективности принятия решений. Используемая на профессиональном уровне менеджером предприятия математическая модель предоставляет возможность, в первую очередь высоко-эффективно управлять предприятием, а также реализовать собственные интуитивные суждения и опыт в командной работе.

## **MANAGERIAL DECISION MODELS IN INDUSTRIAL ENTERPRISES**

**N. Svanidze, G. Tkeshelashvili**

### **Resume**

Economic-mathematical modeling used in a decision-making process of the industrial company management is a precondition of the decision-making efficiency. Mathematical modeling in management, which a manager applies in a professional way, first of all facilitates the high-efficiency performance management of the company as well as enables to control one's own perceptions and fulfill experience in team-working.

---

შპს 339;626.9

## საქართველოს საინჟინერიო პერსპექტივა

მ. ლომიძე

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

**რეზიუმე:** საქართველოს პოლიტიკურ ცხოვრებაში განხორციელებული ცვლილებები მნიშვნელოვან საფუძველს ქმნის ინვესტიციური საქმიანობის შემდგომი განვითარებისათვის. საქართველოს ეკონომიკაში, უცხოური ინვესტიციების სტიმულირების თვალსაზრისით, ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია ინვესტორთათვის გარკვეული გარანტიების უზრუნველყოფა, რომელიც თავის მხრივ, გულისხმობს მათი უფლებებისა და ინტერესების დაცვას.

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

დღევანდელ დღეს საქართველოს პოლიტიკურ ცხოვრებაში განხორციელებული ცვლილებები მნიშვნელოვან საფუძველს ქმნის ინვესტიციური საქმიანობის შემდგომი განვითარებისათვის. ყალიბდება ყველა პირობა ინვესტიციების მოზიდვისათვის ეკონომიკის ისეთ დარგებში, რომელთა განვითარება ხელს შეუწყობს ქვეყნის ეკონომიკურ წინსვლასა და საერთაშორისო ასპარეზზე სათანადო ადგილის დამკვიდრებას.

ამ მხრივ, საქართველოში ყველაზე პერსპექტიულ დარგებად შეიძლება დასახელდეს ტურიზმი, სოფლის მეურნეობა, ტრანსპორტი და კომუნიკაციები.

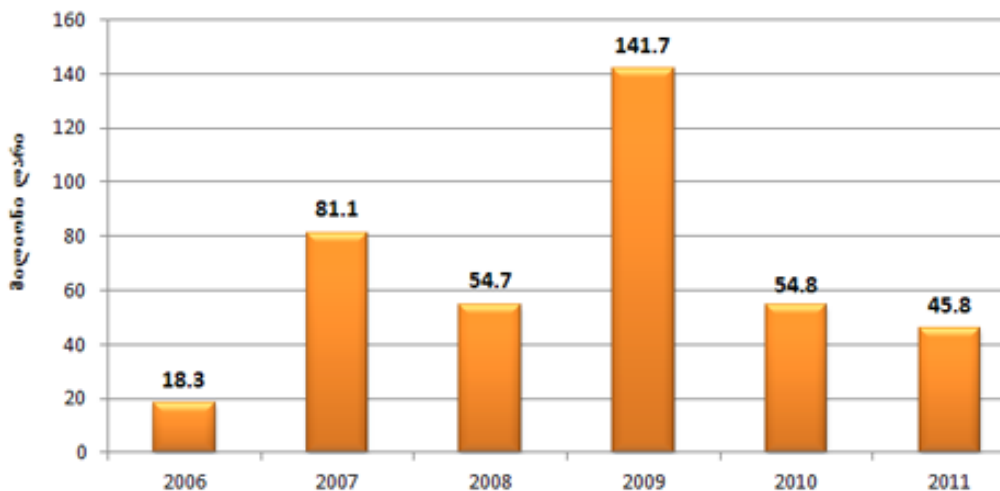
ნიშანდობლივია რომ, ტურიზმის გავლენა ეკონომიკის ზრდაზე უაღრესად ფართო მასშტაბიანი და მრავალმხრივია. ეს გამოიხატება როგორც პირდაპირი, ისე არაპირდაპირი ზემოქმედებით. პირდაპირი ზემოქმედება გულისხმობს სახელმწიფო და საბიუჯეტო შემოსავლების ზრდას, დასაქმებას, ინვესტიციების მოზიდვას. არაპირდაპირი ზემოქმედება კი გამოიხატება ტურიზმის განვითარებით ეკონომიკის სხვა დარგების სტიმულირებაში.(1)

მნიშვნელოვანია, რომ საბჭოთა პერიოდში საქართველოს გააჩნდა იმ დროისათვის ერთ-ერთი კარგად განვითარებული ტურისტული ინფრასტრუქტურა. მართალია, ყოველივე ეს გათვლილი იყო იაფფასიან საბჭოთა ბაზარზე და შორს იყო ევროპული სტანდარტებისაგან, მაგრამ შესაძლებელს ხდიდა ნაკლები დანახარჯებით მომხდარიყო ტურისტული პოტენციალის ამოქმედება, მაგრამ დამოუკიდებლობის მოპოვების შემდეგ, არც ერთი პოსტსაბჭოთა ქვეყნის ტურისტული და საკურორტო ინფრასტრუქტურა ისე არ დაზარალებულა, როგორც ეს მოხდა საქართველოში. რეგიონალური კონფლიქტების შედეგად ქვეყანამ მიიღო 300 ათასი იძულებით გადაადგილებული პირი, რომლებიც 1993 წლიდან დროებით მთავსებულ იქნენ სასტუმროებში, სანატორიუმებში, დასასვენებელ სახლებსა და ტურისტთა განთავსების სხვა ადგილებში, რითაც სრულად იქნა პარალიზებული და ფაქტობრივად განადგურებული ქვეყნის ტურისტული ინფრასტრუქტურა.

ყოველივე ამის შემდეგ, საქართველო აღმოჩნდა უმძიმეს მდგომარეობაში. 1998 წლიდან, როდესაც ქვეყანამ გააცნობიერა, რომ იძულებით გადაადგილებულ პირთა დაბრუნება მუდმივ საცხოვრებელ ადგილებზე ითხოვდა ხანგრძლივ დროს, სახელმწიფომ ტურიზმის დარგში დაიწყო აქტიური საინვესტიციო პოლიტიკის განხორციელება.

ტურიზმისა და კურორტების სახელმწიფო დეპარტამენტის მონაცემებით 2003-2007 წლებში კერძო ინვესტიციებით განხორციელებულ იქნა მშენებლობა და ექსპლუატაციაში შევიდა 339 ახალი საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისი სასტუმრო. ტურისტული კომპლექსების შექმნაზე საერთო ჯამში, ექსპერტული შეფასებით, მოზიდულ იყო ინვესტიციები 222.8 მილიონი აშშ დოლარის ოდენობით.

**სასტუმროებსა და რესტორნებში განხორციელებული ინვესტიციები ფიქსირებულ აქტივებში**



ფაქტობრივი მდგომარეობის ანალიზი ცხადყოფს, რომ საინვესტიციო გარემოს გაჯანსაღების მიმართულებით მნიშვნელოვანი ნაბიჯებია გადასადგმელი, პირველ რიგში, აუცილებელია საინვესტიციო კანონმდებლობის რეფორმა.(2)

საქართველოს ეკონომიკაში, უცხოური ინვესტიციების სტიმულირების თვალსაზრისით, ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია ინვესტორთათვის გარკვეული გარანტიების უზრუნველყოფა, რომელიც თავის მხრივ, გულისხმობს მათი უფლებებისა და ინტერესების დაცვას. პრაქტიკულ ასპექტში სახელმწიფო გარანტიების უზრუნველყოფად აპრობირებულია და უპირატესად მისაღებია შემდეგი ფორმები:

- ❖ უცხოელ ინვესტორთათვის არადისკრიმინაციული ეროვნული რეჟიმის უზრუნველყოფა,
- ❖ უცხოელ ინვესტორთა დაცვა შესაძლო ექსპროპრიაციისა და ნაციონალიზაციისაგან,
- ❖ მოგებისა და სხვა შემოსავლების შეუფერხებელი გადაგზავნის შესაძლებლობა საზღვარგარეთ,
- ❖ გარანტიების უზრუნველყოფა მოქმედი კანონმდებლობის ცვლილებების შემთხვევაში, რამაც შეიძლება ზიანი მიაყენოს უცხოელ ინვესტორს,
- ❖ საინვესტიციო პროექტში უცხოელი ინვესტორის მონაწილეობს შემთხვევაში დავის განხილვის წესის განსაზღვრა.

საქართველო ესაა ქვეყანა შემოსავლების საშუალოზე დაბალი დონით. მართალია, საქართველო მაღალი რეიტინგით არ სარგებლობს, მაგრამ მისი გაზრდა სავსებით შესაძლებელია, თუ მთავრობა გაატარებს გაწონასწორებულ ეკონომიკურ პოლიტიკას და წარმატებით გადაწყვეტს რეგიონალ პოლიტიკურ კონფლიქტებს. ასევე მნიშვნელოვანი ფაქტორია პრივატიზაციის პროცესში მიღწეული გარკვეული წარმატებები, ენერგეტიკული სექტორის ეფექტიანი რესტრუქტურისა და მთავრობის ფინანსური მაჩვენებლების გამჭვირვალობა.

პრაქტიკა ცხადყოფს, რომ ეკონომიკური ზრდის მდგრადობის უზრუნველსაყოფად საჭიროა საბაზრო ინსტიტუტების გაძლიერება. კერძოდ, უფრო მეტად უნდა იყოს დაცული საკუთრების უფლება. გასათვალისწინებელია ბიზნესმენთა აზრიც იმასთან დაკავშირებით, რომ ადმინისტრაციულ და საგადასახადო დავებთან დაკავშირებით სასამართლო ხშირად მიკერძოებულ გადაწყვეტილებებს იღებს. პრობლემატურია სახელმეკრულებო ვალდებულებათა შესრულების უზრუნველყოფა. ამასთანავე, ნიშანდობლივია, რომ ეკონომიკური სუბიექტების მიერ საქმიანობის შეწყვეტას საქართველოში საშუალოდ ორჯერ მეტი დრო სჭირდება, ვიდრე OECD – ის ქვეყნებში.

დღესდღეობით, ეკონომიკის ზრდის დაჩქარების მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს ხელისუფლების, ბიზნესისა და საზოგადოების ერთობლივი მუშაობა სამეწარმეო აქტივების

გაძლიერებისა და საინვესტიციო გარემოს გაუმჯობესების სფეროში. ქვეყანაში, სადაც მყარი სამართლებრივი სისტემაა, ხელსაყრელი საინვესტიციო გარემო არსებობს, ბიზნესს შეუძლია გლობალური კონკურენციის პირობებში სერიოზული ამოცანების გადაჭრა. საქართველოს განვითარებისათვის აუცილებელია მსხვილი ინვესტიციები, ამიტომ საინვესტიციო გარემოს გაუმჯობესება დღემდე ერთ-ერთ პრიორიტეტულ საკითხად რჩება.(3)

არსებითად მნიშვნელოვანია, რომ არსებობს პოზიტიური კავშირი საერთაშორისო ვაჭრობასა და ინვესტიციებისათვის ეკონომიკის „კარის“ უფრო მეტად გაღებასა და უფრო სწრაფად ეკონომიკურ ზრდასა და შემოსავლების უთანაბრობის შემცირებას შორის. „ღია ეკონომიკისათვის“ დამახასიათებელია ფასების ნაკლები დამახინჯება. აქედან გამომდინარე, ისინი მეტ ინვესტიციებს იზიდავენ და, შესაბამისად, უფრო სწრაფადაც იზრდებიან. ამას შეიძლება დავამატოთ ის, რომ ისეთი პატარა ქვეყნებისათვის, როგორც საქართველოა, ეს პროცესი უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე დიდი ქვეყნებისათვის. კარგად მართული „ღია ეკონომიკა“ ასეთი ქვეყნების ეკონომიკური განვითარების უმთავრესი ფაქტორია. ეკონომისტებიც ეკონომიკური ზრდისათვის ღია ვაჭრობის მნიშვნელობაზე საუბრობენ, მაგრამ, ამავე დროს, მიუთითებენ იმ უმნიშვნელოვანეს როლზეც, რომელსაც ამ ზრდაში ქვეყნის სპეციფიკის შესაფერისი ადგილობრივი ინსტიტუტები და სტრატეგიები ასრულებენ.

პირდაპირ უცხოურ ინვესტიციებს შეუძლია დამატებითი ფინანსების უზრუნველყოფა, ტექნოლოგიისა და ნოუ-ჰაუს შემოტანის სტიმულირება და საექსპორტო ბაზრებში შეღწევის გადაადგილება.

უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოს მზარდი ვაჭრობის დეფიციტი იმის მაჩვენებელია, რომ ღია ვაჭრობას ავტომატურად არ მოაქვს სარგებელი, თუ საინვესტიციო და ბიზნესკლიმატი მეწარმეებისათვის ისეთ პირობებსა და სტიმულებს არ ქმნის, რომ ახალ შესაძლებლობებზე რეაგირება მოახდინოს.

ფაქტობრივი მონაცემების ანალიზის საფუძველზე შეგვიძლია ჩამოვაყალიბოთ შემდეგი სამოქმედო რეკომენდაციები:

- ❖ მიზანშეწონილია შემუშავდეს მყარი საინვესტიციო კანონმდებლობა და მაქსიმალურად იქნას დაცული კანონის უზენაესობა ამ სფეროში,
- ❖ საქართველოში მაკროეკონომიკური სტაბილურობის თვალსაზრისითაც ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი განხილვის საგანია მზარდი ინვესტიციების სტერილიზაციის თემა. უცხოური ინვესტიციების მართვისათვის საჭიროა მთავრობამ გაატაროს მკაცრი

ფისკალური და ოპტიმალური პოლიტიკა, რომელიც ლარის კურსის სტაბილიზაციისაკენ იქნება მიმართული,

- ❖ ყველა ინვესტიციის შემოდინება დამოკიდებულია ინვესტორების რწმენაზე საქართველოში ეკონომიკურ მდგრადობასთან დაკავშირებით. მაკროეკონომიკური არასტაბილურობა საფრთხეს უქმნის ინფლაციას. არის მოსაზრება, რომ პოლიტიკური არასტაბილურობაც უარყოფით გავლენას ახდენს. ნათელია, რომ თუ ინვესტორებს ემინათ, ხედავენ რისკს, მაშინ ისინი ფულს არ ჩადებენ. (4)

დღეს ბევრს საუბრობენ ეკონომიკური კადრების მომზადების დონის ამაღლებაზე. ამასთან, დიდი ყურადღება უნდა დაეთმოს ინვესტიციების საფუძვლების, ინვესტიციური პროექტების, საინვესტიციო მენეჯმენტის სწავლების საკითხებს, ვინაიდან ინვესტიციები ეკონომიკის ქვაკუთხედაა, რასაც ყველა ეთანხმება.

გასული წლის ბოლოდან მოყოლებული საქართველოს ახალი ხელისუფლების წარმომადგენლები ერთხმად აღნიშნავენ, რომ 2013 წელს ქვეყანაში უცხოური ინვესტიციების განხორციელების კუთხით სერიოზული წინსვლა იქნებოდა.(5)

საშუალო ვადიანი პერიოდის დასასრულისათვის, (2016 წელი), საქართველოში განხორციელებული ინვესტიციების მთლიანი ოდენობა 115 მილიარდ 100 მილიონი ლარის ოდენობით არის პროგნოზირებული, მაგრამ ინვესტორთა უფლებების დაცვის კუთხით საქართველოს მიმართ შენიშვნებს საერთაშორისო დონეზე გამოთქვამენ როგორც ექსპერტები და ინვესტორები, ასევე სხვადასხვა საერთაშორისო ორგანიზაციები. მაგალითისათვის, მსოფლიო ბანკის ყოველწლიურ რეიტინგში „doing business 2013“, საქართველოს სერიოზული წარმატებები ჰქონდა ბიზნესის წარმოების სიმარტივის თვალსაზრისით, სადაც მსოფლიოში მე-16 ადგილიდან მე-9 ადგილამდე გადაინაცვლა. თუმცა, 2012 წლის რეიტინგთან შედარებით, 2 საფეხურით გაიუარესა მდგომარეობა სწორედ ინვესტიციების დაცვის კუთხით. „პერიტივის ფონდის“ რეიტინგში „ეკონომიკურ თავისუფლება 2013“, საქართველო 44 ადგილიდან 21-ე ადგილამდე დაწინაურდა, თუმცა რეიტინგში ასევე ნაჩვენებია გაუარესება კერძო საკუთრების დაცულობის, კორუფციისა და მონეტარული თავისუფლების საკითხებში.

მიუხედავად ამისა, 2013 წელს, ეკონომიკის სამინისტროს პროგნოზით, პირდაპირმა უცხოურმა ინვესტიციებმა უნდა მოიმატოს. უმნიშვნელოვანესი იქნება მილიარდი დოლარის აზერბაიჯანული ინვესტიცია, რომელმაც შავი ზღვის სანაპიროზე 4,5 მლნ. ტონა წარმადობის ნავთობგადამამუშავებელი ქარხანა უნდა ააშენოს. ეს პროექტი ჯერ კიდევ 2011 წელს დაიწყო. (6)



ნიშანდობლივია, რომ ეკონომიკის სამინისტრო ასევე ელოდება ინვესტიციების ზრდას ისრაელიდან, გერმანიიდან და აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებიდან. ეკონომიკის ახალი მინისტრიც აზრით, ამ პროცესის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ხელშეწყობა იქნება 30-ზე მეტ ქვეყანასთან ინვესტიციების დაცვის შესახებ ორმხრივი ხელშეკრულების გაფორმება. ინვესტიციების წახალისებისა და დაცვის ორმხრივი ხელშეკრულებები საქართველოს მხოლოდ 25 ქვეყანასთან აქვს გაფორმებული. დავის შემთხვევაში, ასეთი ხელშეკრულება ინვესტორს უფლებას აძლევს, ვაშინგტონში მდებარე, ინვესტიციების სფეროში დავების მოსაგვარებელ საერთაშორისო ცენტრს მიმართოს. ამიტომაც აქცევენ ინვესტორები დიდ ყურადღებას მსგავსი ხელშეკრულებების არსებობას ქვეყნებს შორის.

ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროში ინვესტორებთან ურთიერთობის საბჭოც შეიქმნა. როგორც სამინისტროში აცხადებენ, საბჭო თითოეულ ინვესტორთან ურთიერთობას ინდივიდუალურად განიხილავს. რეგულარულად შეიკრიბება და გადაწყვეტს ყველა იმ საკითხს, რომელიც კონკრეტულ ინვესტორს აინტერესებს.

2 მილიარდი დოლარის საინვესტიციო პროგნოზიდან, რომელსაც მთავრობა 2013 წლისათვის გეგმავს, უცხოური კაპიტალდაბანდების მნიშვნელოვანი წილი შესაძლოა მძიმე მრეწველობაში განხორციელდეს. საქმე ეხება 250 მლნ. დოლარის ღირებულების მეტალურგიული ქარხნის პროექტს, რომლის მშენებლობაც ფოთის პორტის მიმდებარე ტერიტორიაზე იგეგმება.(7)

ინვესტიციებთან დაკავშირებით, საქართველოს ხელისუფლება განსაკუთრებით დიდ იმედებს დავოსის ეკონომიკურ ფორუმზე ამყარებდა, რომელიც მიმდინარე წლის 23-27 იანვარს გაიმართა და მას საქართველოს პრემიერ-მინისტრიც ესწრებოდა, რომელმაც ისაუბრა ენერგოსექტორის უპირატესობებზე, ეკონომიკური ზრდის პოტენციალსა და რეგიონთაშორისი ინტეგრაციის გამოწვევებზე. ამასთანავე, დავოსში გამოიკვეთა ის ქვეყნები და კომპანიები, რომლებიც 2013 წლისათვის მრავალმილიონიან კაპიტალდაბანდებებს განახორციელებენ. მათ შორის აღსანიშნავია ბიზნესმენები გერმანიიდან, აზერბაიჯანიდან, თურქეთიდან, ისრაელიდან და აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებიდან.

## დასკვნა

უცხოური ინვესტიციები ხელს უწყობს სოციალურ-ეკონომიკურ განვითარებას, ეფექტიანობას ამაღლებას, ეკონომიკურ ზრდას, განსაკუთრებით ტრანსფორმირებადი ღია ეკონომიკის პირობებში, რაც ბუნებრივია, დადებით გავლენას მოახდენს მოსახლეობის ცხოვრების დონესა და ხარისხზე, რომელთა გაუმჯობესების გარეშე არა თუ უცხოური, არამედ საერთოდ ინვესტიციის დადებით მხარეებზე მსჯელობაც კი შეუძლებელია.

ყოველივე ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, უცხოური ინვესტიციები დადებითად მოქმედებს რეცეპიენტი, ტრანსფორმირებადი ეკონომიკის ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკურ განვითარებაზე. მართალია, ინვესტირებას აქვს თავისი ნაკლოვანებანიც, მაგრამ მთავარია, იგი უცხოური ინვესტიციების მოზიდვის პოლიტიკის ინსტრუმენტის სისტემის დახმარებით შევამციროთ და მაქსიმალურად გავზარდოთ პოზიტიური გავლენა ეკონომიკურ და სოციალურ განვითარებაზე.

### **ბამოყენებული ლიტერატურა**

1. ე. ბარათაშვილი და სხვ. „საქართველოს საინვესტიციო გარემოს სრულყოფის პრინციპები“ თბილისი, 2009წ.
2. ა. ოქროცვარიძე და სხვ. „საგარეო-ეკონომიკური ურთიერთობები“ თბილისი, 2009წ.
3. ა. სიჭინავა „ინვესტიციები“ 2010წ.
4. <http://geostat.ge/>
5. <http://geoeconomic.ge/>
6. [www.civil.ge](http://www.civil.ge)
7. [www.economy.ge](http://www.economy.ge)

## **ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПЕРСПЕКТИВА ГРУЗИИ**

**М. Ломидзе**

### **Резюме**

Происшедшие в политической жизни Грузии изменения создают значительную основу для дальнейшего развития инвестиционной деятельности. В экономике Грузии, с точки зрения стимулирования иностранных инвестиций, одним из самых важных вопросов является вопрос обеспечения определенными гарантиями инвесторов, который, в свою очередь, означает защиту их права и интересов.

## **INVESTMENT PERSPECTIVE OF GEORGIA**

**M. Lomidze**

### **Summary**

Occurred in the political life of Georgia changes create the significant basis for further development of investment activity. In Georgia's economy, in terms of attracting foreign investment, one of the most important issues is the question of providing certain guarantees for investors that in turn means protection of their rights and interests.

შპს 338.22

ლოგისტიკური ცენტრების აღვილმდებარეობის განსაზღვრის  
პრობლემის ანალიზი

გ. დობორჯგინიძე

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

**რეზიუმე:** ლოგისტიკური ცენტრები წარმოადგენენ სატრანსპორტო და ლოგისტიკური სისტემის განუყოფელ ნაწილს. ლოგისტიკური ცენტრების განვითარება ქმნის უმნიშვნელოვანეს პირობას საქართველოს, როგორც კავკასიის ლოგისტიკური ჰაბის ჩამოყალიბებისთვის და ქვეყნის სატრანსპორტო პოტენციალის ამაღლებისთვის. ლოგისტიკური ცენტრის ოპტიმალური ადგილმდებარეობის შერჩევისთვის აუცილებელია კრიტერიუმების განსაზღვრა. ტერიტორიის ცენტრალური ადგილმდებარეობა არის ლოგისტიკური ცენტრის ადგილმდებარეობის შერჩევის ერთერთი ძირითადი კრიტერიუმი. ლოგისტიკური ცენტრის სიახლოვე ურბანულ ცენტრებთან, წარმოებისა თუ ვაჭრობის მსხვილ რეგიონებთან წარმოადგენს სადისტრიბუციო დანახარჯების ოპტიმიზაციის უმნიშვნელოვანეს პირობას და განაპირობებს ტვირთმლობელებს, სატრანსპორტო და ლოგისტიკური სერვისის პროვაიდერებს შორის სინერგიულ ეფექტს.

**საკვანძო სიტყვები:** ლოგისტიკური ცენტრი, ინტეროდალური ტრანსპორტი, ლოგისტიკური სისტემა, ლოგისტიკური ცენტრის ადგილმდებარეობა, სინერგიული ეფექტი, ლოგისტიკური ჰაბი, ლოგისტიკური ოპერაციების ეფექტურობა.

შეჯამება

ლოგისტიკური ცენტრები წარმოადგენენ ერთ-ერთ ეფექტურ ინსტრუმენტს სატრანსპორტო სისტემის ჩამოყალიბებასა და ლოგისტიკური რეგიონების კონკურენტუნარიანობის ამაღლებაში.

ლოგისტიკურ ცენტრებს სხვადასხვა ქვეყნებში სხვადასხვა განსაზღვრება აქვთ. მაგალითად გერმანიაში მათ მოიხსენიებენ როგორც „Güterverkehrszentrum“. ევროკავშირის სხვა ქვეყნებში – „Freight Villages“, აშშ-ში – „Logistics Parks“.

პირველი ლოგისტიკური ცენტრი შეიქმნა 1985 წელს გერმანიაში, ქალაქ ბრემენში. მისი ტერიტორია დღეს მოიცავს 472 ჰექტარს, სადაც 150 კომპანიაა განთავსებული. ცენტრში არსებული სასაწყობო მეურნეობების მთლიანი ფართი შეადგენს 1,2 მილიონ კვმს. ლოგისტიკურ ცენტრში დასაქმებული პერსონალის რიცხვი შეადგენს 8000 ადამიანს.



გრაფიკი 1: ბრემენის ლოგისტიკური ცენტრი

წყარო: [vz-bremen.de](http://vz-bremen.de)

ტიპური ლოგისტიკური ცენტრი წარმოადგენს დამოუკიდებელი სატრანსპორტო და სავაჭრო კომპანიების ტერიტორიულ კონცენტრაციას ერთ განსაზღვრულ ტერიტორიაზე. ლოგისტიკური ცენტრი წარმოადგენს მოლტიმოდალურ და მულტიფუნქციონალურ ლოგისტიკურ ჯაჭვს ლოგისტიკურ ქსელში, სადაც მონაწილეობს მინიმუმ ორი სახეობის რეგიონალური და საერთაშორისო ტრანსპორტი (ძირითადად საავტომობილო და სარკინიგზო ტრანსპორტი) იმ მიზნით, რომ გაუმჯობესდეს ურთიერთთანამშრომლობა როგორც სხვადასხვა სახეობის ტრანსპორტს შორის, ასევე წარმოებას, ვაჭრობასა და მომხმარებლებს შორის, რაც საბოლოო ჯამში წარმოქმნის სინერგიულ ეფექტს.

## 1. ძირითადი ფუნქციები

ლოგისტიკური ცენტრის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ნაწილს შეადგენს ინტერმოდალური ტერმინალი, რომელიც წარმოადგენს ექსპედიტორებისა და გადამზიდავების თანამშრომლობის ეფექტურ პლატფორმას. ტიპური ლოგისტიკური ცენტრის უმთავრეს ფუნქციებს მოიცავს სატრანსპორტო და ლოგისტიკური სერვისები, რომელთა მხარდაჭერა ხდება შემდეგი ინფრასტრუქტურის საშუალებით: სარკინიგზო საკონტეინერო ტერმინალი, მშრალი და

ტემპერატურული კონტროლის მქონე საწყობები, „Cross Docking“-ის, კონსოლიდაციისა და დეკონსოლიდაციის განსახორციელებელი ინფრასტრუქტურა და მსუბუქი მრწველობის ობიექტები, რომლებიც აწარმოებენ ლოგისტიკისთვის საჭირო დამატებით სერვისებს („Value Added Services“). ლოგისტიკური ცენტრის საგზაო და სარკინიგზო დაკავშირება წარმოადგენს აუცილებელ პირობას ცენტრის ინტეგრაციის რეგიონალურ და საერთაშორისო სატრანსპორტო ქსელში.

მისი ტერიტორიის მოცულობიდან გამომდინარე ლოგისტიკური ცენტრი უნდა იძლეოდეს საშუალებას მინიმუმ 15 სხვადასხვა კომპანიის განთავსებისთვის, იმისათვის რომ შესაძლებელი გახდეს სინერგიული ეფექტის წარმოება. ლოგისტიკური ცენტრების ტერიტორიის საშუალო სიდიდე შეადგენს 100 ჰექტარს. ტერიტორიის საჭირო მინიმუმი 30 ჰექტარია. ცენტრის დაგეგმარებისას აუცილებლად გასათვალისწინებელია ტერიტორია მისი შემდგომი განვითარებისთვის.

ინტერმოდალური ტერმინალის მშენებლობისთვის საჭიროა მინიმუმ 700 მ სიგრძის სარკინიგზო ხაზის განთავსება, იმისათვის რომ მოხდეს საკონტეინერო ბლოკ-მატარებლის მთლიანი შემადგენლობის ოპერირება. აქედან გამომდინარე ინტერმოდალური ტერმინალის მინიმალური სიგრძე უნდა შეადგენდეს 1000 მეტრს.

## 2. ლოგისტიკური ცენტრების ადგილმდებარეობის შერჩევის ძირითადი კრიტერიუმები

ლოგისტიკური ცენტრის ტერიტორიის ცენტრალური ადგილმდებარეობა არის მისი ოპტიმალურად პოზიციონირების უმნიშვნელოვანეს ფაქტორი. ლოგისტიკური ცენტრის სიახლოვე ურბანულ ცენტრებთან, წარმოებისა თუ ვაჭრობის მსხვილ რეგიონებთან წარმოადგენს სადისტრიბუციო დანახარჯების ოპტიმიზაციის უმნიშვნელოვანეს პირობას და განაპირობებს ტვირთმლობელებს, სატრანსპორტო და ლოგისტიკური სერვისის პროვაიდერებს შორის სინერგიულ ეფექტს.

კრიტერიუმები				
მიწის ნაკვეთის მდგომარეობა	ადგილმდებარეობა	დაკავშირება	გარემოს დაცვა	დაგეგმარების საკითხები
ნაკვეთის სიდიდე	სიახლოვე ურბანულ ცენტრებთან	კავშირი საავტომობილო ქსელთან	ლოგისტიკური ცენტრის ტერიტორია	დაგეგმარების პროცედურები
ნაკვეთის სტრუქტურა	სიახლოვე წარმოებისა და სავაჭრო რეგიონებთან	კავშირი სარკინიგზო ქსელთან	მიმდებარე ტერიტორია	ქონებრივი უფლებები
ტერიტორიის გაფართოების	სიახლოვე პორტთან	დაკავშირების შესაძლებლობა სხვა	სატრანსპორტო დატვირთვა	რეგულაციები

შესაძლებლობა		სატრანსპორტო სახეობებთან (საზღვაო და საჰაერო ტრანსპორტი)		
ინტეგრაცია რეგიონალურ და საერთაშორისო სატრანსპორტო ქსელში		რეგიონალური ინტეგრაცია		
ტერიტორიის კომუნიკაციისა და სატრანსპორტო ქსელთან დაკავშირების დანახარჯები				

გრაფიკი 2: ლოგისტიკური ცენტრების ადგილმდებარეობის შერჩევის კრიტერიუმები

### 3. ლოგისტიკური ცენტრების ხელსაყრელი ადგილმდებარეობები საქართველოში

საქართველოში ლოგისტიკური ცენტრების ადგილმდებარეობების შერჩევისას აუცილებელია მხედველობაში მიღებულ იქნას შემდეგი ფაქტორები:

1. ადგილმდებარეობების კონცენტრაცია ძირითად სატრანსპორტო კვანძზე;
2. ლოგისტიკური ცენტრის შესაძლებლობა ხელი შეუწყოს სატრანსპორტო სისტემის ეფექტურობის ზრდას და მიანიჭოს მას ქსელური ეფექტი;
3. ინტერმოდალური ტრანსპორტის ეფექტურობის ზრდა;
4. ეფექტური ლოგისტიკური ინფრასტრუქტურის ჩამოყალიბება, რომელიც ხელს შეუწყობს ახალი ბიზნეს-შესაძლებლობების განვითარებას და სანარმო და სავაჭრო კომპანიების განთავსებას ლოგისტიკური ცენტრის მახლობლად;
5. ადგილობრივი წარმოებისა და ვაჭრობის მხარდაჭერა ლოგისტიკური ოპერაციების ეფექტურობის ზრდისა და სატრანსპორტო და ლოგისტიკური დანახარჯის შემცირების გზით.

გარდა ზემოაღნიშნული ფაქტორებისა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ლოგისტიკის დეპარტამენტის მიერ შემუშავებული იქნა ლოგისტიკური ცენტრების ადგილმდებარეობის შერჩევის შენონილი შეფასების კრიტერიუმები, რომლებიც იძლევა საშუალებას შეფასებულ იქნას ლოგისტიკური ცენტრის ადგილმდებარეობა შენონილი მაჩვენებლით. შემდეგ გრაფიკში

წარმოდგენილია ლოგისტიკური ცენტრების ადგილმდებარეობის შერჩევის შენონილი შეფასების კრიტერიუმები.

რანგი	შეფასების კრიტერიუმი	აღწერილობა	წონა <sup>11</sup>
1	ადგილმდებარეობის მიმზიდველობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ადგილმდებარეობა ძირითად სატრანსპორტო კვანძზე;</li> <li>- დაკავშირება საგზაო და სარკინიგზო ქსელებთან;</li> <li>- სიახლოვე სამომხმარებლო ბაზრებთან, საწარმო და სავაჭრო კომპანიებთან;</li> <li>- შესაბამისი მიწის ნაკვეთისა და ტერიტორიის გაფართოების შესაძლებლობა.</li> </ul>	25%
2	პოტენციური ტვირთის მოცულობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>- სატრანსპორტო მოძრაობის მაღალი პოტენციალი;</li> <li>- დამატებითი ტვირთის მოზიდვის პოტენციალი.</li> </ul>	20%
3	მთავრობისა და კერძო სექტორების მხარდაჭერა	<ul style="list-style-type: none"> <li>- მთავრობის მხარდაჭერა ლოგისტიკური ცენტრის განვითარებაში;</li> <li>- პრეფერენციები ინვესტორებისათვის და ოპერატორებისათვის;</li> <li>- თავისუფალი ეკონომიკური ზონის შექმნა;</li> <li>- სატრანსპორტო და ლოგისტიკური სექტორის ინტერესი;</li> <li>- წარმოებისა და ვაჭრობის სექტორების ინტერესი.</li> </ul>	20%
4	პროექტის სტატუსი/ მიმდინარე ოპერაციები	<ul style="list-style-type: none"> <li>- მიმდინარე ოპერირების პროცესი: დაგეგმილი ლოგისტიკური ცენტრის ტერიტორიაზე უკვე არსებული სატრანსპორტო ოპერაციები (მაგ. სარკინიგზო ტერმინალი, სასაწყობო ოპერაციები);</li> <li>- არსებული ინფრასტრუქტურა, რომელიც ქმნის კარგ ბაზისს მოწინავე ლოგისტიკური ინფრასტრუქტურის შექმნისათვის;</li> </ul>	15%

<sup>11</sup> შეფასების კრიტერიუმის მნიშვნელობა გამოსახული პროცენტებში.



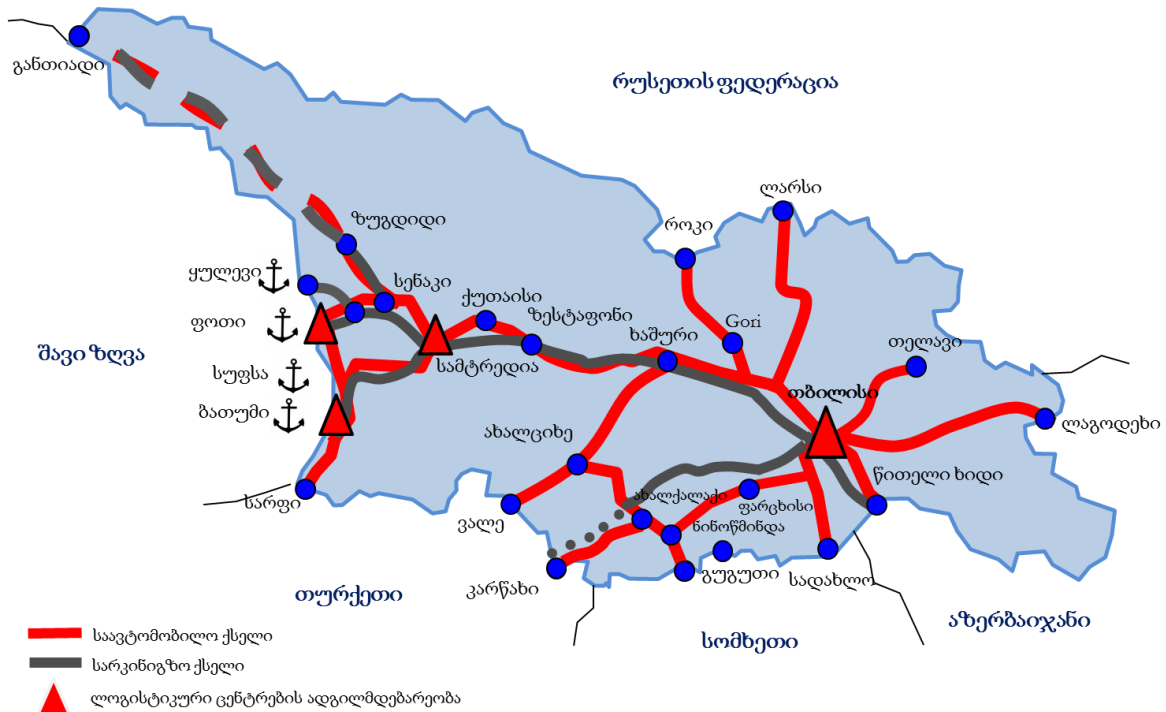
		- მოლაპარაკებები პოტენციურ ინვესტორებსა და ოპერატორებთან.	
<b>5</b>	პოზიტიური სოციალური და ეკონომიკური ეფექტები	<ul style="list-style-type: none"> <li>- სოფლის მეურნეობის განვითარების მხარდაჭერა;</li> <li>- ურბანული მენეჯმენტის გაუმჯობესების პერსპექტივა;</li> <li>- ტექნოლოგიური ინოვაციების დონის ამაღლება;</li> <li>- სოფლის მეურნეობის, წარმოებისა და ვაჭრობის მხარდაჭერა ლოგისტიკური პროცესების ეფექტურობის ზრდისა და ლოგისტიკური დანახარჯების შემცირების გზით;</li> <li>- დამატებითი სერვისებისა და წარმოების პროცესების ინტეგრაცია ლოგისტიკური ცენტრების ოპერირებაში;</li> <li>- ექსპორტის ხელშეწყობა მიწოდების ჯაჭვის (Supply Chain) ეფექტურობის ზრდისა და ექსპორტის დანახარჯების შემცირების გზით.</li> </ul>	<b>10%</b>
<b>6</b>	მინის საკუთრება და სამართლებლივი საკითხები	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ლოგისტიკური ცენტრის მინის საკუთრების საკითხები (გარკვეული მფლობელი);</li> <li>- სახელმწიფოს მზაობა ლოგისტიკური ცენტრის ინვესტორებზე მინის გარკვეული პირობებით გადაცემაზე;</li> <li>- გარკვეული საგადასახადო და სამართლებლივი შეღავათები ინვესტორებისათვის.</li> </ul>	<b>5%</b>
<b>7</b>	გარემოს დაცვის საკითხები	- გარემოს დაცვის უარყოფითი შედეგების არარსებობა.	<b>5%</b>
<b>სულ</b>			<b>100%</b>

4. ლოგისტიკური ცენტრების ოპტიმალური ადგილმდებარეობები საქართველოში

5.

ზემოაღნიშნული კრიტერიუმების მიხედვით ლოგისტიკური ცენტრების ხელსაყრელ ადგილმდებარეობებად საქართველოში შესაძლებელია მიჩნეულ იქნან:

1. თბილისი
2. ქუთაისი/სამტრედია
3. ფოთი
4. ბათუმი



გრაფიკი 3: ლოგისტიკური ცენტრების ოპტიმალური ადგილმდებარეობები საქართველოში

თბილისი წარმოადგენს საქართველოს უმთავრეს ინდუსტრიულ და სავაჭრო ცენტრს. თბილისის წილი მთლიან შიდა პროდუქტის 62%-ს ხოლო სამომხმარებლო ბაზრის 76%-ს შეადგენს. სამომხმარებლო ბაზართან და ინდუსტრიასთან სიახლოვიდან გამომდინარე, თბილისი წარმოადგენს ლოგისტიკური ცენტრის ყველაზე ხელსაყრელ ადგილმდებარეობას საქართველოში.

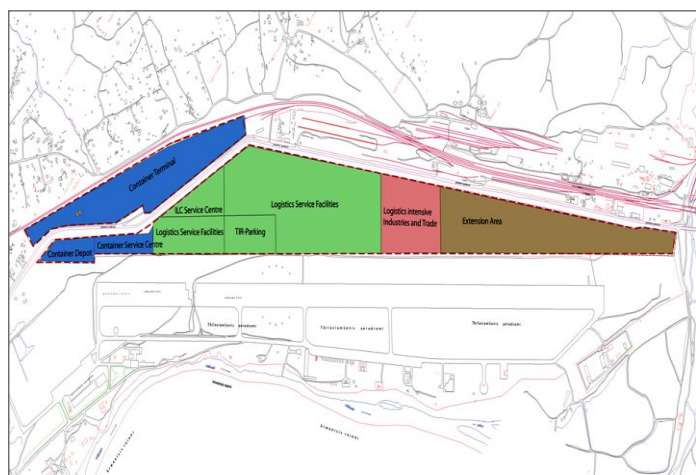
გარდა ამისა იგი იმყოფება აზერბაიჯანისა და სომხეთის სატრანსპორტო კვანძზე, რაც მას ანიჭებს კავკასიის ძირიადი სატრანსპორტო და ლოგისტიკური ჰაბის ფუნქციას.

თბილისში ამჟერად წარმოდგენილია ორი ლოგისტიკური ცენტრის პროექტი:

- 1) ქალაქის დასავლეთ ნაწილში - „თბილისის ლოგისტიკური ცენტრი“, რომლის განვითარება ხორციელდება კერძო ინვესტორების მიერ, მათ შორისაა გერმანული საინჟინრო-საკონსულტაციო კომპანია TransCare. აღნიშნული ცენტრის ძირითადი ფუნქციაა „სითი ლოგისტიკა“. მისი სერვისი ძირითადად თბილისის რეგიონზეა ორიენტირებული. ცენტრის ტერიტორია იმყოფება თბილისის შემოსასვლელში 2,5 კმ მოშორებით ბათუმი-თბილისი-ბაქოს საავტომობილო მაგისტრალიდან. ცენტრიდან 6 კმ-ს რადიუსში განთავსებულია დედაქალაქის მოსახლეობს დაახლოებით 30%, რაც იძლევა სადისტრიბუციო ხარჯების ოპტიმიზაციას და საბითუმო და საცალო ქსელების ეფექტურად მომარაგების საშუალებას.
- 2) თბილისის აღმოსავლეთ ნაწილში- „თამ/ველის საერთაშორისო ლოგისტიკური ცენტრი“ სადგურ ველის მახლობლად, სს თბილავიამშენის ტერიტორიაზე, რომელიც შემუშავებულ იქნა ევროკავშირის პროექტის დახმარებით. აღნიშნული ლოგისტიკური ცენტრი საერთაშორისო მნიშვნელობისაა და მისი სერვისი კონცენტრირებულია ტვირთის ტრანსშიპმენტის, კონსოლიდაციისა და დეკონსოლიდაციის სერვისებსზე როგორც თბილისისა და აღმოსავლეთ საქართველოს ასევე სომხეთისა და აზერბაიჯანისთვის.



გრაფიკი 3: თბილისის ლოგისტიკური ცენტრის პროექტი (წყარო: TransCare)



გრაფიკი 4: თამ/ველის საერთაშორისო ლოგისტიკური ცენტრი (წყარო: TRACECA LOGMOS II)

შემოაღნიშნული ლოგისტიკური ცენტრების განთავსება ქალაქის შემოსასვლელსა და გასასვლელში იძლევა იდეალურ შესაძლებლობას დედაქალაქის ტრანსპორტის ოპტიმიზაციისა და

თბილისის, როგორც კავკასიის ლოგისტიკურ ჰაბად ჩამოყალიბებისათვის. ორივე ლოგისტიკურ ცენტრს გააჩნია ინტეგრირებული სარკინიგზო საკონტეინერო ტერმინალი, რომელიც დაკავშირებული იქნება რეგულარული სერვისებით ბათუმისა და ფოთის პორტებთან, რაც იძლევა ლოგისტიკურ ცენტრებში საზღვაო ტვირთების ეფექტურ ინტეგრაციას და ხელს უწყობს საქართველოს შავი ზღვის პორტებს ჩამოყალიბდნენ როგორც რეგიონალური საკონტეინერო ჰაბები.

ქუთაისი/სამტრედია წარმოადგენს საქართველოს გეოგრაფიულ ცენტრს, რომელიც ხელსაყრელ პირობას ქმნის იმისათვის, რომ ეს რეგიონი განვითარდეს როგორც დასავლეთ საქართველოს სადისტრიბუციო ცენტრი. განსაკუთრებით საიტერესოა მისი, როგორც კონსოლიდაციის ცენტრის განვითარება სადაც აქტიურად იქნება გამოყენებული „ქროს-დოკინგ“-ის სერვისი, იმისათვის რათა თვიდან აცილებული იქნას ის ზედმეტი დანახარჯები, რომლებიც გამონგვეულია დასავლეთიდან იმპორტირებული ტვირთების თბილისში კონსოლიდაციით და შემდგომ მათი ტრანსპორტირებით (დისტრიბუციით) დასავლეთ საქართველოს მიმართულებით.

რაც შეეხება ფოთისა და ბათუმის პორტებს, ისინი იდეალურ პირობებს ქმნიან ლოგისტიკური ცენტრების განვითარებისთვის, რომელთა ძირითადი ფუნქცია იქნება ტვირთის დასაწყობება და ტრანსშიპმენტი. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ფოთისა და ბათუმის პორტებში ლოგისტიკური ცენტრების, როგორც კავკასიის ლოგისტიკური ჰაბის ჩამოყალიბება და მათი დაკავშირება რეგულარული საკონტეინერო მატარებლების სერვისით თბილისთან, ბაქოსა და ერევანთან. ორივე პორტს გააჩნია იდეალური პირობა იმისთვის, რომ მოახდინონ სამხრეთ კავკასიისა და ცენტრალური აზიის ტვირთების კონსოლიდაცია და დამატებითი სერვისის (სორტირება, შეფუთვა/გადაფუთვა, ხარისხის კონტროლი, მარკირება დ.ა.შ.) ინტეგრაციის საფუძველზე შეუქმნან მათ დამატებითი ღირებულება.

## 6. ლოგისტიკური ცენტრების ბენეფიტები

ლოგისტიკური ცენტრების განვითარება წარმოადგენს ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ფაქტორს საქართველოს, როგორც კავკასიის ლოგისტიკურ ჰაბად ჩამოყალიბებისთვის და კონკურენტუნარიანი სატრანსპორტო და ლოგისტიკური სისტემის განვითარებისთვის. გარდა ამისა ისინი აქტიურად უწყობენ ხელს მრეწველობის სხვადასხვა დარგების განვითარებას და ქვეყნის

საექსპორტო პოტენციალის ზრდას. საქართველოში ლოგისტიკური ცენტრების განვითარების ძირითად ბენეფიტებს წარმოადგენს:

- საქართველოს, როგორც კავკასიის რეგიონალური ლოგისტიკური და სავაჭრო ჰაბის კონკურენტუნარიანობის ამაღლება;
- ეფექტური სატრანსპორტო და ლოგისტიკური სისტემის ჩამოყალიბება და ინტერმოდალური ტრანსპორტის განვითარება;
- ლოგისტიკური სერვისის განვითარება და ლოგისტიკური პროცესების აუტსორსინგის ხელშეწყობა;
- დამატებითი ტვირთების მოზიდვა საქართველოსა და კავკასიის რეგიონში და კონტეინერიზაციის პროცესის ხელშეწყობა;
- ტრანსპორტისა და სატრანსპორტო საშუალებების მოცულობების ოპტიმიზაცია და სატრანსპორტო დანახარჯების მკვეთრი შემცირება;
- საერთაშორისო ლოგისტიკური კომპანიებისა და მწარმოებლების მოზიდვა ქვეყანაში და პირდაპირი უცხოური ინვესტიციების (FDI) ზრდა;
- საქართველოში მოქმედი კომპანიების კონკურენტუნარიანობის ამაღლება, მათი ლოგისტიკური პროცესების ოპტიმიზაციისა და დანახარჯების მკვეთრი შემცირების გზით.

### ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. **T. Nobel, S. Nestler, S. Münch, H. Koch**, Ranking der europäischen GVZ-Standorte: Benchmarking der europäischen Erfahrungen, 1., Aufl. 2010.
2. **W. Berger**, Güterverkehrszentrum und City Logistik, 2013.
3. **P. Klaus, W. Krieger**, Gabler Lexikon Logistik: Management logistischer Netzwerke und Flüsse, 2004.
4. **G. Aberle**, Transportwirtschaft: Einzelwirtschaftliche und gesamtwirtschaftliche Grundlagen, 2009.
5. **G. Dobarjginidze**, Analyse der Entwicklung intermodaler Logistik-Netzwerke in mittel- und osteuropäischen Länder, 2005.
6. Analysis of the Development of Intermodal Logistics Networks in Central and Eastern European Countries, 2005.
7. Logistics Processes and Motorways of the Sea II - Progress Report III, 2013.

8. International Logistics Centres for Western NIS and the Caucasus, Annexes 4, 5, 6, 2011.
9. **Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.; Furmans, K.**, Hanbuch Logistik, 3. Aufl. 2008.

## **CRITERIA ANALYSIS FOR THE LOCATION SELECTION OF LOGISTICS CENTERS**

**G. Doborjginidze**

### **Summary**

Logistics Centers (LCs) are integral part of transportation and logistics system. Establishment of Logistics Centers is an important factor for the development of Georgia as a regional logistics hub for Caucasus and for the improvement of the transit potential of the country. Definition of criteria is important for a selection of the optimal position of LCs. Centrality of a site is one of the main factors for selection of LC location. The proximity to metropolitan areas, industry and trade enables optimizing distribution costs and utilize synergy effects between shippers, transport and logistics service providers.

## **АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ**

**Г. Доборджгинидзе**

### **Резюме**

Логистические центры являются неотъемлемой частью транспортной и логистической системы. Создание логистических центров является важным фактором для развития Грузии как регионального логистического хаба для Кавказа и для улучшения транзитного потенциала страны. Определение критериев имеет важное значение для выбора оптимального местоположения для логистического центра. Центральное расположение участка является одним из основных факторов для выбора местоположения центра. Близость к городским центром, промышленности и торговли позволяет оптимизацию расходов на дистрибуцию и использование эффекта синергии между грузоотправителями, транспортными компаниями и поставщиками логистических услуг.

---

УДК 624.074.4

**ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ВЛИЯНИЯ ДЛЯ МНОГОСЛОЙНЫХ  
ОРТОТРОПНЫХ ОБОЛОЧЕК СРЕДНЕЙ ТОЛЩИНЫ  
РАСПОЛОЖЕННЫХ НА СЛОЖНОМ УПРУГОМ ОСНОВАНИИ  
ВИНКЛЕРОВСКОГО ТИПА, ЗАГРУЖЕННЫХ ОСЕСИММЕТРИЧНЫМИ  
НАГРУЗКАМИ**

**Дж. Бичиашвили, З. Бичиашвили, Г. Бичиашвили**

**(Грузинский технический университет ул. М. Костава, 75, г. Тбилиси,  
Грузия)**

**Резюме:** Разработана методика построения линий влияния для многослойных ортотропных оболочек средней толщины, расположенных на сложном упругом основании винклеровского типа, нагруженных осесимметричными нагрузками. Эта методика основана на использовании принципа взаимности работ, а потому матрица  $K$  коэффициентов постели должна быть симметричной матрицей. В работе построены линии влияния при силовых нагрузках, когда  $S=N_r, Q$  или  $M_r$  и  $d = \bar{n}, \bar{q}$  или  $\bar{m}$ , также для деформативных нагрузках, т.е.  $d = \bar{t}, \bar{\omega}$  и  $\bar{\vartheta}$ . Показано, что построение линии влияния усилий  $N_t$  и  $M_t$  в сечении  $K$  оболочки возможно только после того, когда будут построены линии влияния  $N_r, M_r, T, W$  и  $\Theta$  для этого сечения.

**Ключевые слова:** оболочка, линии влияния, срединная плоскость, осесимметричная нагрузка.

## **ВВЕДЕНИЕ**

При расчёте стержневых систем, особенно при расчётах конструкций мостов, широко используются линии влияния различных факторов (опорных реакций, внутренних усилий, перемещений, напряжений). Методика построения линии влияния для стержневых систем хорошо разработана и освещена во многих курсах строительной механики [1, 2, 3, 4]. С



помощью линий влияния может определяться не только значение фактора, для которого она построена (например, изгибающего момента в определённом поперечном сечении стержня) от заданной нагрузки, но и устанавливаться те положения нагрузки, при которых этот фактор принимает наиболее или наименее опасные (например, наибольшее положительное и наибольшее по абсолютной величине отрицательное) значения.

Линии влияния оказались полезными при действии не только подвижных нагрузок (например, от веса поезда), но также и неподвижных, причём не только временных, но и постоянных. Линии влияния могут оказаться полезными и при расчётах осесимметричных оболочек на действие осесимметричной нагрузки. С их помощью можно определить невыгоднейшее положение нагрузки – в тех, конечно, случаях, когда эта нагрузка может оказаться приложенной на различных участках оболочки (оставаясь при этом осесимметричной). С их помощью можно устанавливать наиболее рациональный (вызывающий наименьшие усилия в оболочке или её перемещения) способ передачи нагрузки заданной величины на оболочку, если, например, элементы, создающие нагрузку, можно крепить к оболочке на различных её участках. Применение линий влияния может оказаться особенно целесообразным, когда оболочка рассчитывается на большое число комбинаций нагрузок или когда необходимо определять усилия лишь в нескольких наиболее слабых элементах оболочки (например, в стыках сборной оболочки).

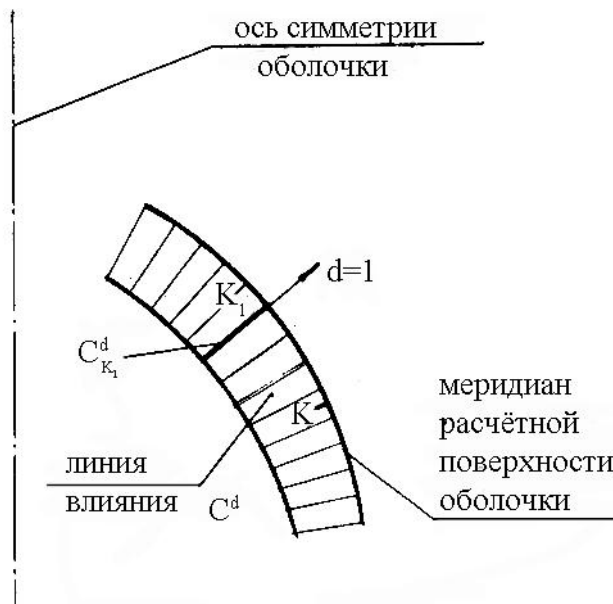
Построение линий влияния для осесимметричных оболочек рассматриваются лишь в работах Г.И. Жердевой [5, 6]. Ею рассмотрены лишь тонкие однослойные свободные изотропные оболочки. Для построения линий влияния Г.И. Жердева использовала доказанное Г.С. Шпиро [7, 8] положение о том, что при коэффициенте Пуассона, равном нулю, осесимметрично нагруженная осесимметричная оболочка работает как плоская балка, расположенная на упругом основании винклеровского типа, сопротивляющемся поворотам меридиана срединной поверхности оболочки и его смещениям по нормали к оси симметрии. Это позволило Г.И. Жердевой использовать методы построения линий влияния для балок на упругом основании (разработанные А.А. Уманским [9, 10] и В.А. Киселёвым [11]) при построении линий влияния для осесимметричных оболочек.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

В настоящей работе даётся методика построения линий влияния, для многослойных ортотропных оболочек средней толщины, расположенных на сложном упругом основании винклеровского типа, нагруженных осесимметричными нагрузками. Эта методика основана на использовании принципа взаимности работ, а потому матрица  $K$  коэффициентов постели /см. выражение (1) [12]/ должна быть симметричной матрицей. Предлагаемая методика построения

линий влияния может быть применена и при тонких однослойных изотропных свободных оболочках; для этих оболочек она даёт результаты более точные, чем методика Г.И. Жердевой, т.к. не использует предположения о равенстве нулю коэффициента Пуассона.

Условимся линию влияния, характеризующую изменение фактора  $C$  ( $C=N_r, Q, M_r, T, W, \Theta, N_t, M_t$ ) в заданном сечении оболочки при перемещении единичной нагрузки  $d=1$   $d = \bar{n}, \bar{q}, \bar{m}, \bar{t}, \bar{\omega}, \bar{\vartheta}$  по меридиану, обозначать  $C^d$ ; например,  $M_r^{\bar{q}}$  означает линию влияния, характеризующую изменение изгибающего момента  $M_r$  в заданном сечении оболочки при движении нагрузки  $\bar{q}=1$ , распределённой по параллели расчётной поверхности оболочки. Ордината  $C_{K_1}^d$  линии влияния  $C^d$  в сечении  $K_1$ , равна усилию  $C$  в заданном сечении при нагрузке  $d=1$ , распределённой по параллели, проходящей через точку  $K_1$  (Рис. 1).



**Рис. 1. Линий влияния усилий от силовой нагрузки**

Рассмотрим сначала построение линии влияния  $C^d$  при  $C= N_r, Q$  или  $M_r$  и  $d = \bar{n}, \bar{q}$  или  $\bar{m}$ , т.е. линий влияния усилий от силовой нагрузки. Построение этой группы линий влияния покажем на примере линий влияния  $M_r^{\bar{q}}$ , т.е. когда  $C=M_r$  и  $d = \bar{q}$ .

Рассмотрим два состояния оболочки. В состоянии I (Рис. 2,а) к оболочке в сечении  $K_1$  (точнее, по параллели, проходящей через сечение  $K_1$ ) приложена нагрузка  $\bar{q} = 1$ , вызывающая в сечении  $K$  усилие  $M_{r,K}$ . В состоянии II в сечении  $K$  действует единичная деформативная нагрузка, соответствующая усилию  $M_{r,K}$ , а именно нагрузка  $\bar{\vartheta} = 1$  (Рис. 2,б), вызывающая в сечении  $K_1$  перемещение  $W_{K_1}''$ .

На основании принципа взаимности работ, работа сил первого состояния на перемещениях второго состояния равна работе сил второго состояния на перемещениях первого состояния, т.е.

$$\bar{q} \cdot 2\pi r_{K_1} W_{K_1}'' + M_{r,K} \cdot 2\pi r_K \bar{\mathcal{G}} = 0, \quad (1)$$

где:

$r_K$  и  $r_{K_1}$  - расстояния от точки К и  $K_1$  меридиана до оси симметрии оболочки;

$W_{K_1}''$  – перемещение  $W$  точки  $K_1$  во II-ом состоянии.

Учитывая, что  $\bar{q} = 1$  и  $\bar{\mathcal{G}} = 1$ , получаем

$$M_{r,K} = -W_{K_1}'' \frac{r_{K_1}}{r_K}. \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что усилие  $M_r$  в сечении К при нагрузке  $\bar{q} = 1$ , приложенной в сечении  $K_1$ , равно перемещению  $W$  сечения  $K_1$ , вызванному нагрузкой  $\bar{\mathcal{G}} = 1$ , приложенной в сечении К, умноженному на  $\left(-\frac{r_{K_1}}{r_K}\right)$ . Таким образом, линию влияния  $M_r^{\bar{q}}$  усилия  $M_r$  в сечении К можно получить из эпюры перемещений  $W$ , возникающих от нагрузки  $\bar{\mathcal{G}} = 1$ , приложенной в сечении К (см. Рис. 2,б), если каждую ординату этой эпюры умножить на  $\left(-\frac{r_{K_1}}{r_K}\right)$ , где  $r_{K_1}$  - расстояние от сечения  $K_1$ , к которому относится эта ордината, до оси симметрии оболочки.

Итак, чтобы получить линию влияния  $C^d$ , где  $C$ -усилие  $N_r$ ,  $Q$  или  $M_r$  в сечении К, а  $d$  - силовая нагрузка  $\bar{n}$ ,  $\bar{q}$  или  $\bar{m}$  надо в сечении К приложить к оболочке единичную деформативную нагрузку  $\bar{t}$ ,  $\bar{\omega}$  или  $\bar{\mathcal{G}}$  (при  $C$ , равном  $N_r$ ,  $Q$  или  $M_r$  соответственно) и от неё построить эпюру перемещения  $T$ ,  $W$  или  $\Theta$  (при  $d$ , равном  $\bar{n}$ ,  $\bar{q}$  или  $\bar{m}$  соответственно), а затем

ординаты этой эпюры умножить на  $\left(-\frac{r_{K_1}}{r_K}\right)$ . В соответствии с этим выводом в первых трёх

строках табл. 1 заполнены колонки 1-3. Из этой таблицы видно, например, что для получения линии влияния усилия  $N_r$  в сечении К от единичной подвижной нагрузки  $\bar{m}$ , надо в сечении К приложить единичную деформативную нагрузку  $\bar{t}$ , от нее построить эпюру углов поворота  $\Theta$  и

умножить её ординаты на  $-\gamma_1 = -\frac{r_{K_1}}{r_K}$ .

Таблица для построения линий влияния, характеризующую изменение фактора С''  
при перемещении единичной нагрузки "d"=1 по меридиану

Фактор С		Единичная подвижная нагрузка					
		$\bar{n}=1$	$\bar{q}=1$	$\bar{m}=1$	$\bar{i}=1$	$\bar{\omega}=1$	$\bar{\vartheta}=1$
		1	2	3	4	5	6
1	$N_r$	- $T^{\bar{i}}$ $\gamma_1$	- $W^{\bar{i}}$ $\gamma_1$	- $\theta^{\bar{i}}$ $\gamma_1$	$N^{\bar{i}}$ $\gamma_1$	$Q^{\bar{i}}$ $\gamma_1$	$M^{\bar{i}}$ $\gamma_1$
2	Q	- $T^{\bar{\omega}}$ $\gamma_1$	- $W^{\bar{\omega}}$ $\gamma_1$	- $\theta^{\bar{\omega}}$ $\gamma_1$	$N^{\bar{\omega}}$ $\gamma_1$	$Q^{\bar{\omega}}$ $\gamma_1$	$M^{\bar{\omega}}$ $\gamma_1$
3	$M_r$	- $T^{\hat{\vartheta}}$ $\gamma_1$	- $W^{\hat{\vartheta}}$ $\gamma_1$	- $\theta^{\hat{\vartheta}}$ $\gamma_1$	$N^{\hat{\vartheta}}$ $\gamma_1$	$Q^{\hat{\vartheta}}$ $\gamma_1$	$M^{\hat{\vartheta}}$ $\gamma_1$
4	T	$T^{\bar{n}}$ $\gamma_1$	$W^{\bar{n}}$ $\gamma_1$	$\theta^{\bar{n}}$ $\gamma_1$	- $N^{\bar{n}}$ $\gamma_1$	- $Q^{\bar{n}}$ $\gamma_1$	- $M^{\bar{n}}$ $\gamma_1$
5	W	$T^{\bar{q}}$ $\gamma_1$	$W^{\bar{q}}$ $\gamma_1$	$\theta^{\bar{q}}$ $\gamma_1$	- $N^{\bar{q}}$ $\gamma_1$	- $Q^{\bar{q}}$ $\gamma_1$	- $M^{\bar{q}}$ $\gamma_1$
6	$\Theta$	$T^{\bar{m}}$ $\gamma_1$	$W^{\bar{m}}$ $\gamma_1$	$\theta^{\bar{m}}$ $\gamma_1$	- $N^{\bar{m}}$ $\gamma_1$	- $Q^{\bar{m}}$ $\gamma_1$	- $M^{\bar{m}}$ $\gamma_1$

Примечание:  $\gamma_1 = -\frac{r_{K_1}}{r_K}$ .

Рассмотрим теперь построение линий влияния  $S^d$  при  $S=N_r$ , Q или  $M_r$ , как и прежде, но при  $d=\bar{i}$ ,  $\bar{\omega}$  или  $\bar{\vartheta}$ , т.е. когда по оболочке перемещается деформативная нагрузка. Построение этой группы линий влияния покажем на примере линии влияния  $M_r^{\bar{\omega}}$   $M_r^{\bar{\vartheta}}$ , т.е. когда  $S=M_r$  и  $d=\bar{\omega}$ . Соответствующие два состояния оболочки изображены на Рис. 3,а,б. В состоянии I к оболочке в сечении  $K_1$  приложена единичная деформативная нагрузка  $\bar{\omega}=1$ , вызывающая в сечении K усилие  $M_{r,K}$ . В состоянии II в сечении K к оболочке, как и на Рис. 2,б, приложена единичная деформативная нагрузка  $\bar{\vartheta}=1$ , соответствующая усилию  $M_{r,K}$ , вызывающая в сечении  $K_1$  оболочки усилие  $Q_{K_1}''$ .

На основании принципа взаимности работ

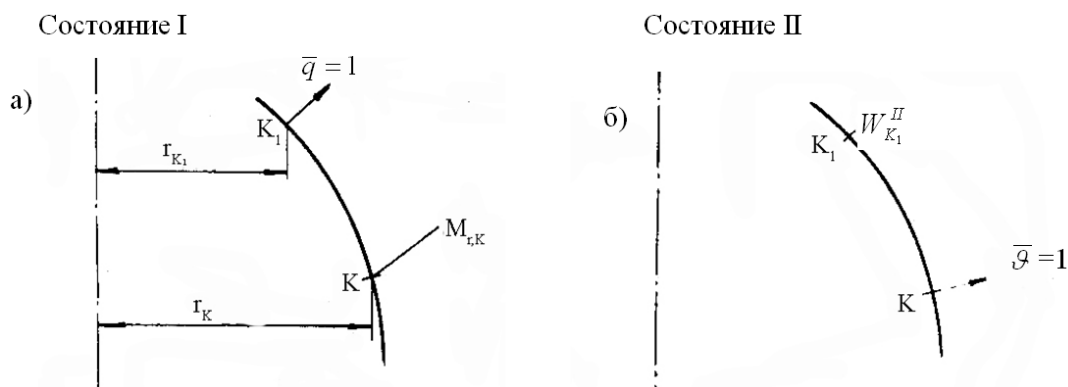
$$M_{r,K} \cdot 2\pi r_K \bar{\vartheta} = Q_{K_1}'' \cdot 2\pi r_{K_1} \cdot \bar{\omega}. \quad (3)$$

Учитывая, что  $\bar{\vartheta}=1$  и  $\bar{\omega}=1$ , получаем:

$$M_{r,K} = Q_{K_1}'' \frac{r_{K_1}}{r_K}. \quad (4)$$

Из формулы 4 следует, что усилие  $M_r$  в сечении K при нагрузке  $\bar{\omega}=1$ , приложенной в сечении  $K_1$ , равно поперечной силе в сечении  $K_1$ , вызванной нагрузкой  $\bar{\vartheta}=1$ , приложенной в

сечении К, умноженной на  $\frac{r_{K_1}}{r_K}$ . Таким образом, линию влияния  $M_r^{\bar{q}}$  усилия  $M_r$  в сечении К можно получить из эпюры поперечных сил Q, возникающих от нагрузки  $\bar{q}=1$ , приложенной в сечении К (см. Рис. 3,б), если каждую ординату этой эпюры (в сечении К<sub>1</sub>) умножить на отношение  $\frac{r_{K_1}}{r_K}$ .



**Рис. 3. Два состояния оболочки**

Итак, чтобы получить линию влияния  $C^d$  где  $C$ -усилие  $N_r$ ,  $Q$  или  $M_r$  в сечении  $K$ , а  $d$  - деформативная нагрузка  $d = \bar{t}$ ,  $\bar{\omega}$  или  $\bar{q}$ , надо в сечении  $K$  приложить к оболочке единичную деформативную нагрузку  $\bar{t}$ ,  $\bar{\omega}$  или  $\bar{q}$  (при  $C$ , равном  $N_r$ ,  $Q$  или  $M_r$  соответственно) и от неё построить эпюру усилия  $N_r$ ,  $Q$  или  $M_r$  (при  $d$ , равном  $\bar{t}$ ,  $\bar{\omega}$  или  $\bar{q}$  соответственно), а затем ординаты этой эпюры умножить на  $\frac{r_{K_1}}{r_K}$ . В соответствии с этим выводом в первых трёх строках табл. 1 заполнены колонки 4-6.

Рассмотрим теперь построение линии влияния  $C^d$  при  $C=T$ ,  $W$  или  $\Theta$  и  $d = \bar{n}$ ,  $\bar{q}$  или  $\bar{m}$ . Построение этой группы линий влияния покажем на примере линии влияния  $W^{\bar{n}}$ , т.е. когда  $C=W$  и  $d = \bar{n}$ . Соответствующие два состояния системы изображены на Рис. 4,а,б. В состоянии

I к оболочке в сечении  $K_1$  приложена единичная силовая нагрузка  $\bar{n}=1$ , вызывающая в сечении K перемещение  $W_K$ . В состоянии II в сечении K к оболочке приложена единичная нагрузка  $\bar{q}=1$ , соответствующая перемещению  $W_K$ , вызывающая в сечении  $K_1$  перемещение  $T_{K_1}''$ .

На основании принципа взаимности работ

$$\bar{n} \cdot 2\pi r_{K_1} T_{K_1}'' = \bar{q} \cdot 2\pi r_K W_K = 0. \quad (5)$$

Учитывая, что  $\bar{n}=1$  и  $\bar{q}=1$ , получаем:

$$W_K = T_{K_1}'' \frac{r_{K_1}}{r_K}. \quad (6)$$

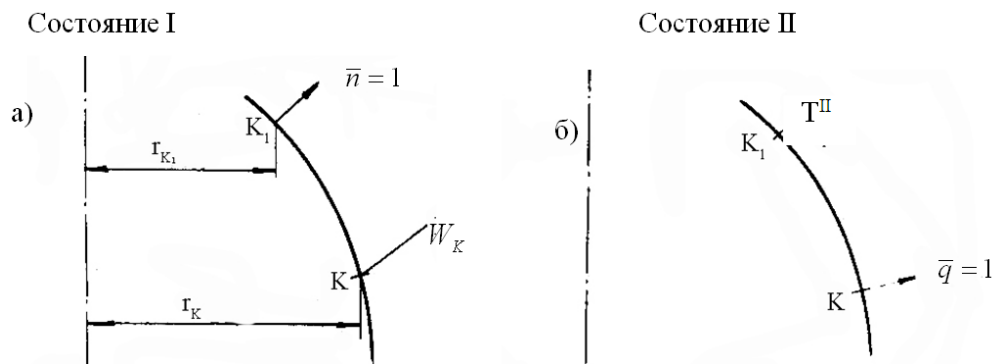


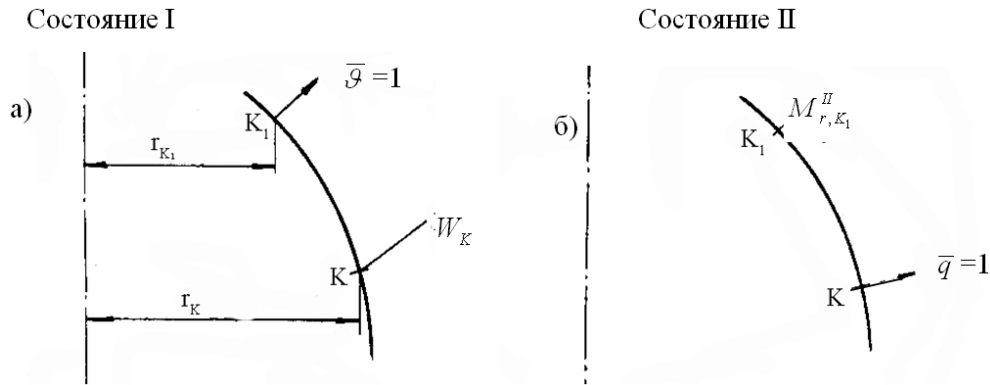
Рис. 4. Два состояния оболочки

Из формулы (6) следует, что перемещение  $W$  в сечении  $K$  при нагрузке  $\bar{n}=1$ , приложенной в сечении  $K_1$ , равно перемещению  $T$  сечения  $K_1$ , вызванному нагрузкой  $\bar{q}=1$ , приложенной в сечении  $K$ , умноженному на  $\frac{r_{K_1}}{r_K}$ . Таким образом, линию влияния  $W^{\bar{n}}$  перемещения  $W$  сечения  $K$  можно получить из эпюры перемещений  $T$ , возникающих от нагрузки  $\bar{q}=1$ , приложенной в сечении  $K$ , если каждую ординату эпюры (в сечении  $K_1$ ) умножить на отношение  $\frac{r_{K_1}}{r_K}$ .

Итак, чтобы получить линию влияния  $S^d$ , где  $S$ -перемещение  $T$ ,  $W$  или  $\Theta$  сечения  $K$ , а  $d$ -силовая нагрузка  $\bar{n}$ ,  $\bar{q}$  или  $\bar{m}$ , надо в сечении  $K$  приложить к оболочке единичную силовую нагрузку  $\bar{n}$ ,  $\bar{q}$  или  $\bar{m}$  (при  $S$ , равном  $T$ ,  $W$  или  $\Theta$  соответственно) и от неё построить эпюру перемещения  $T$ ,  $W$  или  $\Theta$  (при  $d$ , равном  $\bar{n}$ ,  $\bar{q}$  или  $\bar{m}$  соответственно), а затем ординаты этой

эпюры умножить на  $\frac{r_{K_1}}{r_K}$ . В соответствии с этим выводом в строках 4-6 табл. 1 заполнены колонки 1-3.

Рассмотрим в заключение построение линии влияния  $C^d$  при  $C = T, W$  или  $\Theta$  и  $d = \bar{t}, \bar{w}$  или  $\bar{g}$ . Построение этой группы линий влияния покажем на примере линии влияния  $W^{\bar{g}}$ , т.е. когда  $C=W$  и  $d = \bar{g}$ . Соответствующие два состояния системы изображены на Рис. 5, а, б. В состоянии I к оболочке в сечении  $K_1$  приложена единичная деформативная нагрузка  $\bar{g} = 1$ , вызывающая в сечении  $K$  оболочки перемещение  $W_K$ . В состоянии II в сечении  $K$  приложена к оболочке единичная силовая нагрузка  $\bar{q} = 1$ , соответствующая перемещению  $W_K$ , вызывающая в сечении  $K_1$  усилие  $M_{r,K}''$ .



**Рис. 5. Два состояния оболочки**

На основании принципа взаимности работ

$$0 = M_{K_1}'' \cdot 2\pi r_K \bar{g} + \bar{q} \cdot 2\pi r_{K_1} W_{r,K} \quad (7)$$

Учитывая, что  $\bar{g} = 1$  и  $\bar{q} = 1$ , получаем:

$$W_K = -M_{r,K_1}'' \cdot \frac{r_{K_1}}{r_K} \quad (8)$$

Из формулы (8) следует, что перемещение  $W$  в сечении  $K$  при нагрузке  $\bar{g} = 1$ , приложенной в сечении  $K_1$ , равно изгибающему моменту  $M_r$  в сечении  $K_1$ , вызванному нагрузкой  $\bar{q} = 1$ , приложенной в сечении  $K$ , умноженному на  $\left(-\frac{r_{K_1}}{r_K}\right)$ . Таким образом, линию влияния  $W^{\bar{g}}$



перемещения  $W$  сечения  $K$  можно получить из эпюры изгибающих моментов  $M_r$ , возникающих в оболочке от нагрузки  $\bar{q} = 1$ , приложенной в сечении  $K$ , если каждую ординату этой эпюры (в сечении  $K_1$ ) умножить на  $\left(-\frac{r_{K_1}}{r_K}\right)$ .

Итак, чтобы получить линию влияния  $C^d$ , где  $C$ -перемещение  $T$ ,  $W$  или  $\Theta$  сечения  $K$ , а  $d$  - деформативная нагрузка  $\bar{t}$ ,  $\bar{w}$  или  $\bar{\vartheta}$ , надо в сечении  $K$  приложить к оболочке единичную силовую нагрузку  $\bar{n}$ ,  $\bar{q}$  или  $\bar{m}$  (при  $C$ , равном  $T$ ,  $W$  или  $\Theta$  соответственно), и от неё построить эпюру усилия  $N_r$ ,  $Q$  или  $M_r$  (при  $d$ , равном  $\bar{t}$ ,  $\bar{w}$  или  $\bar{\vartheta}$  соответственно), а затем ординаты этой эпюры умножить на  $\left(-\frac{r_{K_1}}{r_K}\right)$ . В соответствии с этим выводом в строках 4-6 табл. 1 заполнены колонки 4-6.

Представим любой элемент табл. 1 в виде  $C_1^{d_1}$ , где  $C_1 = N_r, Q, M_r, T, W, \Theta$ -вид эпюры, которую нужно построить, чтобы получить необходимую линию влияния фактора в сечении  $K$ , а  $d_1 = \bar{n}, \bar{q}, \bar{m}, \bar{t}, \bar{w}, \bar{\vartheta}$  - вид единичной нагрузки, приложенной в сечении  $K$ , от действия которой надо построить эпюру  $C_1$ . Из табл. 1 следует:

$$\text{линия влияния } C^d = \pm (\text{эпюра } C_1^{d_1}) \times -\frac{r_{K_1}}{r_K}. \quad (9)$$

Фактор  $C_1$  соответствует нагрузке  $d$ , а нагрузка  $d_1$  - фактору  $C$ . Знак плюс перед правой частью в формуле (9) ставится, когда  $C$  представляет собой силовой фактор, а  $d$ -деформативную нагрузку, или наоборот; знак минус ставится когда и  $C$  и  $d$  оба представляют собой или силовые фактор и нагрузку или деформативные.

В соответствии с этим правилом установим, например, какую эпюру надо построить, чтобы получить линию влияния угла поворота  $\Theta$  от действия подвижной нагрузки  $\bar{t} = 1$ : здесь  $C = \Theta$ ,  $d = \bar{t}$ ;  $C_1$  соответствует  $d = \bar{t}$  и, следовательно, равно  $N_r$ ;  $d_1$  соответствует  $C = \Theta$  и, следовательно, равно  $M_r$ . Итак,  $C_1 = N_r$ ,  $d_1 = \bar{m}$ . Оба они силовые (фактор  $N_r$  и нагрузка  $\bar{m}$ ), а потому в правой части формулы (9) следует поставить знак минус. Итак, мы получили, что линия влияния  $\theta^{\bar{t}} = -N_r^{\bar{m}} \frac{r_{K_1}}{r_K}$ , т.е. может быть получена из эпюры  $N_r$  от нагрузки  $\bar{m} = 1$ , путём

умножения ординат этой эпюры на  $\left(-\frac{r_{K_1}}{r_K}\right)$ .

## ВЫВОДЫ

Построение необходимых эпюр для получения линий влияния многослойных ортотропных оболочек средней толщины производится по методике, изложенной в [14, 15].

Линии влияния усилий  $N_t$  и  $M_t$  в сечении  $K$  оболочки можно построить лишь после того как построены линии влияния  $N_r$ ,  $M_r$ ,  $T$ ,  $W$  и  $\Theta$  для этого сечения. При этом используется матрица  $P_1$  (18) [14], (5) [15], в соответствии с которой каждая ордината линии влияния, например,  $N_r^d$  равна сумме результатов умножения соответствующих ординат линий влияния

$$N_r^d, M_r^d, T^d, W^d \text{ и } \Theta^d \text{ на } C_{11}, C_{12}, d_{11} \frac{\cos \alpha}{r_k}, d_{11} \frac{\sin \alpha}{r_k} \text{ и } d_{13} \frac{\cos \alpha}{r_k}.$$

## ЛИТЕРАТУРА

1. Строительная механика. Под общей редакцией Даркова А.В. -7ое изд.. –Москва: Высшая школа, 1976. -600 с.
2. **Киселёв В.А.** Строительная механика. - Москва: Госстройиздат, 1960. -560 с.
3. **Рабинович И.М.** Курс строительной механики стержневых систем. – Москва, Ленинград: Госстройиздат, 1950. –ч. I. -388с.
4. **Снитко Н.К.** Строительная механика. - Москва: Высшая школа, 1972. -487 с.
5. **Жердева Г.И.** Построение линий влияния для осесимметричных оболочек.-Сб. трудов/ВЗПИ. Москва:1967. –Вып. 45. с. 104-115.
6. **Жердева Г.И.** Линии влияния для балок на упругом основании и осесимметричных оболочек.-Автореферат дисс. на соиск. учён. степ. канд. техн. наук, ВЗПИ, Москва,1969.-18с.
7. **Шпиро Г.С.** Расчёт упругих тонких осесимметричных оболочек как плоских балок, расположенных на упругом основании.-Тр. ВНИИ ж-д стр-ва и проектирования. Москва, 1952. –вып. 4, с. 56-60.
8. **Шпиро Г.С.** Расчёт осесимметричных оболочек.-Расчёты на прочность: Сб. трудов/Москва: Машиностроение, 1968. –вып. 13, с. 99-127.
9. **Уманский А.А.** О расчёте балок на упругом основании.- Москва: Стройиздат, 1933. -48 с.



კოეფიციენტის ნულთან ტოლობას. ამდენად ჩვენს მიერ შემოთავაზებული გაანგარიშების მეთოდის იდეალური უფრო ზუსტ შედეგებს.

ნაშრომში აგებულია გავლენის საზები დატვირთვებისას, როდესაც  $C=N_r, Q$ , ან  $M_r$  და  $d = \bar{n}, \bar{q}$  ან  $\bar{m}$ , აგრეთვე დეფორმაციული დატვირთვებისას, ე.ი.  $d = \bar{t}, \bar{w}$  ან  $\bar{\vartheta}$ . აგებულია აგრეთვე გავლენის საზები, როცა  $C=T, W$  ან  $\Theta$  და  $d = \bar{n}, \bar{q}$  ან  $\bar{m}$  და  $d = \bar{t}, \bar{w}$  ან  $\bar{\vartheta}$ . ნაჩვენებია, რომ  $N_t$  და  $M_t$  ძალების გავლენის საზების აგება გარის  $K$  კვეთში შესაძლებელია მხოლოდ მას შემდეგ, როცა აგებული იქნება  $N_r, M_r, T, W$  და  $\Theta$  გავლენის საზები ამ კვეთისათვის.

## CONSTRUCTION OF INFLUENCE LINES FOR MYLTI-LAYER MEDIUM THICKNESS ORTHOTROPIC SHELLS WITH LOCATED ON WINKLER TYPE COMPLEX ELASTIC FOUNDATION UNDER AXISYMMETRIC LOADS

**J. Bichiashvili, Z. Bichiashvili, G. Bichiashvili**

### Summary

The method of construction of influence lines for multilayered orthotropic medium thickness shells, located on the Winkler type complex elastic foundation under axisymmetric loads is developed. This method is grounded on the application of principle of work reciprocity, thus the  $K$  matrix of coefficient of subgrade reactions would be the symmetric matrix. In the work are constructed the influence lines at force loadings, when  $C=N_r, Q$  or  $M_r$  and  $d = \bar{n}, \bar{q}$  or  $\bar{m}$ , as well as at deformation loadings, i.e.  $d = \bar{t}, \bar{w}$  and  $\bar{\vartheta}$ . It is shown that the construction of influence lines of forces  $N_t$  and  $M_t$  in the  $K$  cross-section of shell is possible only when will be constructed the influence lines  $N_r, M_r, T, W$  and  $\Theta$  for this cross-section.

შპს 621.866.12

მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას ტოროიდული მემბრანის  
ეფექტური ფართის განსაზღვრის შესახებ

ს. ბიწაძე

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

**რეზიუმე:** ნაშრომი ეძღვნება მემბრანიანი მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას ტოროიდული მემბრანის ეფექტური ფართის განსაზღვრას საბიძგებელას ტექნიკური მახასიათებლების გათვალისწინებით. განსაზღვრული ეფექტური ფართი უზრუნველყოფს მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას ჭოკის გადაადგილების სასურველ სიდიდეს საბიძგებელას მუდმივი დენის მაგნიტის ღუზის სვლის სიდიდის შეუცვლელად.

**საკვანძო სიტყვები:** საბიძგებელა, ტოროიდული მემბრანა, ეფექტური ფართი.

### შესავალი

მრეწველობის მრავალ დარგში, სადაც საჭიროა ელექტრული პროცესების მექანიკურ პროცესებად, კერძოდ სწორხაზოვან წინსვლით და უკუსვლით მოძრაობებად გარდაქმნა, ძირითადად გამოიყენება მუდმივი და ცვლადი დენის ელექტრომაგნიტური და სხვადასხვა სახის საბიძგებლები. ბოლო ხანს ფართო გამოყენება ჰპოვეს სხვადასხვა ტიპის მაგნიტურჰიდრაულიკურმა საბიძგებლებმა. ჩვენს მიერ შექმნილ, ორიგინალური კონსტრუქციის მემბრანიანი მაგნიტურჰიდრაულიკურ საბიძგებელაში [1] საბიძგებელას მუდმივი დენის მაგნიტის ღუზაზე დამაგრებული ტოროიდული მემბრანის მეშვეობით ღუზის გულანასთან მიზიდვისას წარმოიქმნება ჭარბი წნევა მუშა სითხეში, რის გამოც დღუშზე დამაგრებული ჭოკი აიწევა. ხოლო მუდმივი დენის მაგნიტისადმი კვების

შეწყვეტისას ჭოკზე მოქმედი გარე დატრავიტივის მეშვეობით ჭოკი დაეშვება ქვევით თავის საწყის მდებარეობამდე.

მემბრანის ეფექტური ფართის სიდიდის ცვლილებით, ელექტრომაგნიტის ღუზის სვლის სიდიდის შეუცვლელად, შეგვიძლია მივიღოთ საბიძგებელას ჭოკის სვლის ნებისმიერი სასურველი სიდიდე საბიძგებელას მუდმივი დენის მაგნიტის გაბარიტების სიდიდეთა შეუცვლელად.

## პირითადი ნაწილი

მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას ტოროიდული მემბრანის ზომები შეირჩევა საბიძგებელას ჭოკის სვლის სიდიდის, მუშა სითხის ჭარბი წნევისა და მუდმივი დენის ელექტრომაგნიტის ღუზის სვლის სიდიდის გათვალისწინებით. ტოროიდული მემბრანის პროექტირებისას აუცილებელია ვიცოდეთ მემბრანის რა პარამეტრები მოქმედებს მემბრანის ეფექტური ფართის სიდიდეზე და როგორ იცვლება ეფექტური ფართი დატვირთვის ცვლილებასთან ერთად.

ცნობილია, რომ თუ მემბრანას აქვს წრფივი მახასიათებელი, მისი ეფექტური ფართი ნებისმიერი ჩაღუნვისას პრაქტიკულად არ იცვლება. ასეთ მემბრანას წარმოადგენს ტოროიდული მემბრანაც [2]. ასეთი სახის მემბრანის ეფექტური ფართი კი შეიძლება გამოვითვალოთ ცნობილი ფორმულით [3]:

$$F_{\text{ეფ}} = \frac{\Delta Q}{\Delta P},$$

საიდანაც ზღვარზე გადასვლით მივიღებთ

$$F_{\text{ეფ}} = \frac{dQ}{dP} = \frac{K_Q}{K_P}, \quad (1)$$

$\Delta Q$  მემბრანის მიერ განხორციელებული ძალის ნაზრდია წნევის  $\Delta P$  სიდიდით გაზრდისას;

$K_Q$  – სიხისტის სიდიდე  $Q$  ძალისას;

$K_P$  – სიხისტის სიდიდე წნევის  $P$  სიდიდისას;

$K_P$  და  $K_Q$  სიხისტის სიდიდეები განისაზღვრება ფორმულებით:

$$K_Q = \frac{Q}{\omega_0} = \eta_Q a_Q \frac{\pi E h^3}{R^2}, \quad (2)$$

$$K_P = \frac{P}{\omega_0} = \eta_P a_P \frac{E h^3}{R^4}, \quad (3)$$

სადაც:

$Q$  – მემბრანის მიერ განხორციელებული ძალვა;

$P$  – მემბრანაზე მოქმედი წნევის სიდიდე;

$\omega_0$  – მემბრანის ცენტრის ჩალუნვა;

$\eta_d$  და  $\eta_p$  – შემასწორებელი კოეფიციენტები;

$a_d$  და  $a_p$  – ემპირიულად განსაზღვრული კოეფიციენტები;

$E$  – მემბრანის მასალის დრეკადობის მოდული;

$h$  – მემბრანის სისქე;

$R$  – მემბრანის სიხისტის ცენტრის რადიუსი.

თუ  $K_p$  და  $K_d$ -ს გამოსახულებებს (2), (3) შევიტანთ (1) ფორმულაში, მაშინ ფარდობითი ეფექტური ფართისათვის გვექნება ფორმულა

$$f_{\text{ეფ}} = \frac{\eta_d a_d}{\eta_p a_p}. \quad (4)$$

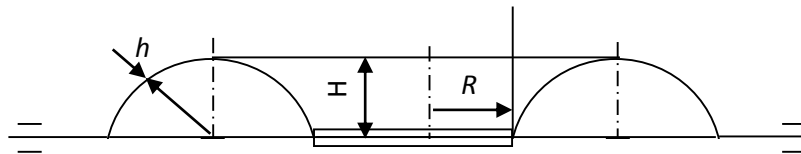
წრფივმახასიათებლიანი ტოროიდული მემბრანისათვის მიღებული ფარდობითი ეფექტური ფართი (4) გვიჩვენებს, თუ მემბრანის მთლიანი ფართის რა ნაწილი არის ეფექტური.

ცხადია, რომ ტოროიდული მემბრანის ხისტი ცენტრის  $R$  რადიუსის გაზრდით იზრდება ეფექტური ფართი. გოფრის  $H$  სიღრმის გაზრდა ასევე გამოიწვევს ეფექტური ფართის გაზრდას, ხოლო მემბრანის  $h$  სისქის გაზრდით შემცირდება ეფექტური ფართის სიდიდე (ნახ. 1).

შევნიშნოთ, რომ ხისტი ცენტრის რადიუსის გაზრდით მცირდება გოფრის სიგანე და გოფრის სიღრმის გავლენა ეფექტური ფართის სიდიდეზე ნაკლებად შესამჩნევია.

მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას ტექნიკური მახასიათებლებისა და გაბარიტული ზომების გათვალისწინებით შეგვიძლია ვიანგარიშოთ ტოროიდული მემბრანის გაბარიტული ზომები, რის შემდეგაც განვსაზღვრავთ მემბრანის ეფექტურ ფართს. მემბრანის ეფექტური ფართიდან გამომდინარე კი შეგვიძლია დავადგინოთ ჭოკის სვლის რეალური სიდიდე.

იმ შემთხვევაში, თუ ჭოკის სვლის სიდიდე არ დაემთხვევა მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას სასურველ სვლის სიდიდეს, მაშინ შევიტანთ შესაბამის შესწორებებს მემბრანის გაბარიტულ ზომებში, რათა მივაღწიოთ საბიძგებელას სვლის მოცემულ სიდიდეს.



ნახ. 1. ტოროიდული მემბრანა



## დასკვნა

ამრიგად, ზემოთ მოყვანილი მსჯელობიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავა-სკვნათ, რომ მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას ტექნიკური მახასიათებლის გათვალისწინებით შესაძლებელია დავადგინოთ საბიძგებელას ტოროიდული მემბრანის ეფექტური ფართი, რომელიც უზრუნველყოფს მაგნიტურჰიდრაულიკური საბიძგებელას ჭოკის სვლის მოცემულ სიდიდეს.

## ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. **О.С. Езикашвили, С.Г. Бицадзе.** Магнитогидрравлический толкатель. А.С. №582188, Б.И. №44, 1977г.
2. **Л.Е. Андреева.** Расчет гофрированных мембран, сб. «Расчеты на прочность в машиностроении» МВТУ, Машгиз, 1995г.
3. **Л.Е. Андреева.** Упругие элементы приборов, Машгиз, 1962г.

## ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ ТОРОИДАЛЬНОЙ МЕМБРАНЫ МАГНИТОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ТОЛКАТЕЛЯ

**С. Бицадзе**

### Резюме

В статье представлен способ определения эффективной площади тороидальной мембраны магнитогидрравлического толкателя с учетом технической характеристики толкателя, что обеспечивает требуемую величину хода штока магнитогидрравлического толкателя.

## ON THE DETERMINATION OF EFFECTIVE AREA OF TOROIDAL MEMBRANE OF MAGNETOHYDRAULIC PUSHER

**S. Bitsadze**

### Summary

The method of determination of effective area of toroidal membrane of magnetohydraulic pusher by taking into account technical characteristics of pusher is represented in the paper, that provides the necessary value of valve pin travel of magnetohydraulic pusher.

შპს 656(075.8)

საკონტეინერო გადაზიდვების მართვის ეფექტური  
სისტემის დამუშავება

ნ. ბუთხუზი

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

**რეზიუმე:** გადაზიდვების ერთიანი ლოგისტიკური კომპლექსის შექმნა დღეისათვის აქტუალურია საავტომობილო საკონტეინერო გადაზიდვებში. ნებისმიერი ეფექტიანი ეკონომიკური სისტემა, მათ შორის ლოგისტიკური, ითვალისწინებს სხვასდხვა სახის დანახარჯებზე კონტროლს, რაც წარმოადგენს მისი ფუნქციონირების მასტიმულირებელ ფაქტორს. ლოგისტიკის განვითარება განპირობებულია მოქნილი და ეფექტიანი ლოგისტიკური ჯაჭვის დაპროექტებისათვის სხვადასხვა ნაკადების მოძრაობასთან დაკავშირებით ხარჯების შემცირების მუდმივი მისწრაფებით. ამ ფაქტორების გათვალისწინებით ლოგისტიკური ჯაჭვის შიგნით დანახარჯების კვლევა, ანალიზი და სისტემატიზაცია წარმოადგენს საკვანძოს და განსაკუთრებით აქტუალურს საკითხს ლოგისტიკური ჯაჭვის ფორმირების პროცესში.

**საკვანძო სიტყვები:** იმიტაციური მოდელი, კონტეინერი, ლოგისტიკური ჯაჭვი, მათემატიკური მოდელი, ტვირთი, ტრანსპორტი.

პირითადი ნაწილი

საქართველოში ბიზნესის სფეროში მეწარმეთა უმრავლესობა მიმართავს ლოგისტიკურ სერვისს, როგორც ბაზარზე კონკურენტუნარიანობის გაზრდის ერთ-ერთ შესაძლებლობას.

საქონლისა და მომსახურების მრავალი სახის გაჩენა ზრდის მასზე მოთხოვნილების ხარისხს, რაც განპირობებულია ლოგისტიკური მომსახურების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მახასიათებლების მკვეთრ რყევაში. ამ პირობებში ცვალებად გარემოსთან ლოგისტიკის ადაპტაციის უნარი წარმოადგენს არსებით ფაქტორს ბაზარზე მდგრადი მდგომარეობის შენარჩუნებისათვის. ლოგისტიკური ოპერაციების მნიშვნელოვანი ნაწილი სრულდება სხვადასხვა სატრანსპორტო საშუალების მეშვეობით, რომელიც შეადგენს საერთო დანახარჯების თითქმის ნახევარს. მატერიალური ნაკადების ოპტიმიზირება შესაძლებელია მხოლოდ საწყისი წყაროდან საბოლოო მომხმარებლამდე, რისთვისაც საჭიროა სისტემური მიდგომა, როგორც სატრანსპორტო საშუალებების შესარჩევად, ისე მატერიალური ნაკადების დაპროექტების პროცესში.

თანამედროვე საკონტინერო სატრანსპორტო ლოგისტიკური სისტემის შექმნა დაფუძნებულია მატერიალური და საინფორმაციო ნაკადების მართვასა და ლოგისტიკური მოდელების აგების საფუძველზე, რისთვისაც საჭიროა დამუშავდეს საკონტინერო გადაზიდვების სატრანსპორტო ლოგისტიკური სისტემის მათემატიკური მოდელი და იმიტაციური მოდელირების საფუძველზე ეფექტური ფუნქციონირების დაგეგმვის ალგორითმი.

საკონტინერო გადაზიდვების სატრანსპორტო ლოგისტიკური სისტემის მათემატიკური მოდელი საშუალებას გვაძლევს დინამიკაში გამოვავლინოთ ურთიერთკავშირები ქვესისტემებს (გამგზავნ და მიმღებ საკონტინერო ტერმინალებს, საავტომობილო ტრანსპორტის და სხვა) და ლოგისტიკის ძირითადი მიზნების მიღწევის ძირითად გზებს შორის. ამ მიზნების განხორციელება უზრუნველყოფს საექსპლუატაციო ხარჯების შემცირებას, დაგეგმვისა და მართვის ოპტიმალური პრინციპების არჩევას და სატრანსპორტო ლოგისტიკური ბიზნესის რენტაბელობის ამაღლებას.

## ძირითადი ნაწილი

იმიტაციური მოდელირების შედეგების მეცნიერული ანალიზის, განზოგადოებისა და სინთეზის საფუძველზე მუშავდება საკონტინერო გადაზიდვების სატრანსპორტო ლოგისტიკური სისტემის გამოკვლევის, დაგეგმვისა და მართვის ერთიანი მეთოდი. ამ მოდელის გამოყენების ეფექტურობა დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად ზუსტად ასახავს იგი საკონტინერო გადაზიდვების რეალურ სატრანსპორტო პროცესს, ვინაიდან საკონტინერო გადაზიდვების სატრანსპორტო ლოგისტიკური სისტემა მიეკუთვნება რთულ სისტემებს, რომელიც ხასიათდება მასში მიმდინარე პროცესების დინამიკური და ალბათური ხასიათით. საკონტინერო-ლოგისტიკური

სისტემის ფუნქციონირების მიზნები და შედეგები ასევე ფასდება შესაბამისი ეკონომიკური მაჩვენებლებით. ეს მაჩვენებლები სრულად უნდა ახასიათებდეს საკონტინერო სისტემების აუცილებელ ამოცანებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ მიზნის მიღწევას.

ამოცანის მათემატიკური დასმა დამოკიდებულია მარშრუტის სახეზე, რომლითაც ხორციელდება გადაზიდვები. მაგალითად: კონტინერს ძირითადი პუნქტიდან გადააქვს რამოდენიმე ადგილას. ეს პუნქტები ერთმანეთს უკავშირდება საავტომობილო გზებით. აუცილებელია წინასწარ მოიძებნოს და დაიგეგმოს მარშრუტი. ვთქვათ, არის  $n$  რაოდენობა,  $i$  პუნქტიდან  $j$  პუნქტამდე მანძილია  $C_{ij}$ . კონტინერი თითოეულ პუნქტში უნდა მოხვდეს ერთხელ, რის შემდგომაც ის ბრუნდება ძირითად მარშრუტში. ჩვენი ამოცანაა, განვსაზღვროთ ავტომობილის მოძრაობის გრაფიკი ისეთნაირად, რომ მის მიერ განვლილი მანძილი იყოს მინიმალური და დროული. მოცემული ამოცანის მათემატიკურად ფორმულირებისათვის შემოგვყავს ლოგიკური ცვლადები  $X_{ij}$ , რომელმაც შეიძლება მიიღოს მნიშვნელობა:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{თუ ავტომობილი } i \text{ პუნქტიდან მიემგზავრება } j \text{ პუნქტში;} \\ 0 & \text{წინააღმდეგ შემთხვევაში} \end{cases} \quad (1)$$

სადაც:  $\overline{ij}=0; i \neq j;$

შესაბამისობის შემდგომი სისტემა ქმნის მათემატიკურ მოდელს. ეს კანონზომიერება ქმნის შემდეგ სახე:

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1 \quad j = 1, n; i \neq j ; \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1 \quad i = 1, n; i \neq j ; \quad (3)$$

$$V_i - V_{j+n} * X_{ij} \leq n-1 \quad i=1, n \quad j \neq i; \quad (4)$$

სადაც:  $V_i$  და  $V_j$  დამოკიდებული მნიშვნელობებია.

(2) და (3) პირობები გამორიცხავენ ციკლებს (კვანძებს), რადგანაც ავტომობილი გაივლის თითოეულ პუნქტს ერთხელ და იქიდან გამოდის ერთხელ. (4) პირობა არ უშვებს  $N+1$  რგოლების დახურული მარშრუტის დანაწილებას პატარა რგოლებად. მოცემული ამოცანის მიზნობრივი ფუნქციის სახით გამოდის მარშრუტის სიგრძე, რომელიც ექვემდებარება მინიმიზაციას:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^m C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min \quad (5)$$

ამავე დროს ოპტიმიზირდება არა მარტო მარშრუტის სიგრძე, არამედ მასთან დაკავშირებული ეკონომიკური მაჩვენებლებიც-გადაზიდვები დანახარჯებზე.

მათემატიკური მოდელის შემოწმება ადეკვატურობაზე საკმაოდ რთული პროცესია, რადგან ის დაკავშირებულია ბევრ ლოგიკურ, პრაქტიკულ და სტატისტიკურ საკითხებთან. მოდელის შემოწმება ადეკვატურობაზე შესაძლებელია მოხდეს შემდეგი მეთოდების გამოყენებით:

- წინა პერიოდის დროს მიღებული მოდელებისა და ანალოგიური მოცემული მოდელების შედარებით;
- სტატისტიკური მეთოდებით შემოწმება ადეკვატურობაზე ფიშერისა და სტიუდენტის კრიტერიუმების დახმარებით.

მიღებული შედეგების შეუთანხმობლობის შემთხვევაში ხდება მოდელის კორექტირება.

მეტნაკლებად დამუშავებული და ეფექტურია მრავალფაქტორული რეგრესიულ-კორელაციური მეთოდი. განტოლება შეიძლება იყოს წრფივი, არაწრფივი, ხარისხობრივი და ა.შ. რეგრესიულ-კორელაციური მეთოდის ანალიზი შეიძლება გამოყენებული იყოს მათემატიკური მოდელის მისაღებად, რომელიც განსაზღვრავს ავტომობილის საწვავის ხარჯს.

ძირითადი ტექნიკური, საგზაო, კლიმატური და სხვა კონტროლირებადი ფაქტორების ურთიერთშემოქმედებიდან, საწვავის ხარჯის განსაზღვრისათვის გამოვიყენოთ 15 ფაქტორი. ჩატარებული თეორიული და ექსპერიმენტალური კვლევები და შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ დასაშვები ფაქტორების რიცხვს რომელიც პირდაპირ მოქმედებს ავტომობილის საწვავის ხარჯზე საკონტინერო გადაზიდვების დროს.

საწვავის ხარჯის რეგრესიის განტოლების მისაღებად უნდა გამოვიყენოთ მესამე რიგის გეგმა, რომელიც საშუალებას გვაძლევს შევაფასოთ წრფივი, კვადრატული და კუბური რეგრესიის განტოლების წევრების მოქმედება. ასევე პარამეტრების ურთიერთქმედების ეფექტი და ამით შევაფასოთ რეაგირება შედეგების გადახრაზე.

საწვავის მათემატიკურ მოდელში ჩართვისათვის სავარაუდოდ შერჩეული არის პირველი, მეორე და მესამე ხარისხის ათი პარამეტრი, სულ განტოლების 48 წევრი.

მოდელის სამი ვარიანტის ანალიზის და გამოთვლის შედეგად საწვავის ხარჯის რეგრესიის განტოლობას აქვს შემდეგი სახე:

$$Q_5 = 2,51 \cdot 0,16 \cdot L + 1,61 \cdot G_{\alpha} - 0,53 \cdot V_{\text{საშ.}} + 0,94 \cdot T_{\text{მოდ.}} + 0,39 \cdot T_{\text{გაზ.}} + 4,36 \cdot N_0 - 1,46 \cdot 10^{-2} \cdot W_{\text{საშ.სიჩქ.}} \quad (6)$$

$Q_5$  ფუნქციის ურთიერთკავშირის ხარისხი ცვლად პარამეტრებთან ფასდება მრავლობითი კორელაციის კოეფიციენტით (R), რომლის გამოთვლაც წარმოებს ცნობილი ფორმულით. რაც მეტია მრავლობითი კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა, მით მეტად უახლოვდება

ექსპერიმენტალური მონაცემები რეგრესიის მოდელით გამოთვლის შედეგებს. ჩვენს შემთხვევაში  $R=0.975$ , ე. ი. რეგრესიის ტოლობა საწვავის ხარჯის ფორმირების პროცესს აღწერს დიდი სიზუსტით.

ფორმულაში შემავალი თითოეული პარამეტრის ზემოქმედების ხარისხის განსაზღვრა შესაძლებელი იქნება რეგრესიის კოეფიციენტების(β) უშუალო შედარებით. ყველა პარამეტრისთვის მიღებული β კოეფიციენტის მნიშვნელობა მოყვნილია ცხრილში (1).

ცხრილი 1

**პარამეტრების β კოეფიციენტის მნიშვნელობები**

პარამეტრები	Gა	Vსაშ.	Tმომ	Wსაშ.სინქ	L	N0	Tგან
განზომილება	ტ	კმ/სთ	წთ.	-	კმ	კმ <sup>-1</sup>	წთ.
β	0,60	-0,25	0,24	-0,33	-0,17	0,52	0,16

პარამეტრების მნიშვნელობის ანალიზის დროს აუცილებელია მხედველობაში მივიღოთ, რომ ბევრი მათგანი მჭიდრო კავშირშია ერთმანეთთან. ისეთი პარამეტრები, როგორცაა საშუალო სინქარე და მარშრუტის სიგრძე უკუდამოკიდებულებითაა დაკავშირებული საწვავის ხარჯის სიდიდესთან, რამდენადაც აქვთ მნიშვნელობა  $\beta < 0$ . რეგრესიის ტოლობის და კოეფიციენტის მნიშვნელობის სტატისტიკური შეფასების მიღების შემდეგ მათემატიკური მოდელი შემოწმებულია ადეკვატურობაზე.

კომპიუტერზე პროგრამით გამოთვლილი ფიშერის კრიტერიუმის მნიშვნელობა შეადგენს 0,753, ხოლო ცხრილით მნიშვნელობის დონის მიხედვით  $\alpha = 0,05$   $F_{ცხრ.}=1,0$ . როგორც ვხედავთ,  $F_{გამოთ.} < F_{ცხრ.}$  ( $0,753 < 1,0$ ). ეს ნიშნავს, რომ  $\alpha = 0,05$  ( $P=95\%$ ) მნიშვნელობის დონეზე, რეგრესიის სახით ჩაწერილი მათემატიკური მოდელი, ადეკვატურად აღწერს საწვავის ხარჯის ფორმირების პროცესს.

რამდენადაც ფორმულაში ყველა პარამეტრი შემთხვევითია, იმდენად შემთხვევითია ფუნქციების მნიშვნელობაც ( $Q_s$ ) და აქვს დისპერსია. ამიტომ აუცილებელია განისაზღვროს მოდელის საშუალო შედეგის ნდობის კორიდორი (ნდობის ინტერვალი). კორიდორის საზღვრები (ზედა და ქვედა) დამოკიდებულია საშუალო კვადრატულ გადახრაზე  $\sigma(Q_s)_{ექსპ.}$  და მოცემულ ნდობის ალბათობაზე  $P=1-\alpha$ .

ჩვენს მიერ შემუშავებული პროგრამა საშუალებას გვაძლევს გამოეთვალოთ  $\delta$  და განვსაზღვროთ საწვავის სახაზო ხარჯის საშუალო შედეგი ნღობის კორიდორის ზედა და ქვედა საზღვრებში რეგრესიის (6) ტოლობისთვის მნიშვნელობა  $\delta = \pm 4,82$  ლ/100 კმ.

რეგრესიის ნღობის კორიდორის განსაზღვრა გვაძლევს საშუალებას შევაფასოთ მოდელის სხვადასხვა შემთხვევითი პარამეტრების ცვლილების ზემოქმედების შედეგად  $Q_c$  -ის (მინიმუმიდან მაქსიმუმამდე) მნიშვნელობის შესაძლო ცვლილებები და ასევე განვსაზღვროთ კონკრეტულ პირობებში საწვავის ხარჯის სიდიდე.

შესაძლებელია საკონტინერო გადაზიდვების მართვის სისტემის ეფექტიანობა ანალოგიურად განისაზღვროს სატრანსპორტო პროცესში მოქმედი სხვა ფაქტორების გათვლისწინებითაც.

## დასკვნა

ამრიგად, აღნიშნული მეთოდიკა უზრუნველყოფს საკონტინერო გადაზიდვების სისტემის ეფექტურობის შეფასებას რეალურ საექსპლუატაციო პირობებში, ასევე შესაძლებელია სისტემის ეფექტურობის პროგნოზირება პერსპექტივაში დროის ნებისმიერი პერიოდისათვის. ჩვენს მიერ შემუშავებული ორიგინალური მეთოდით შესაძლებელია სატვირთო გადაზიდვების პროცესზე მოქმედი საექსპლუატაციო ფაქტორების ოპტიმიზაცია ისე, რომ მინიმალური იყოს გადაზიდვების თვითღირებულება და მაქიმალურად დაკმაყოფილდეს ტვირთმფლობელის ინტერესები.

## ბამოყენებული ლიტერატურა

1. ბოცვაძე ლ, გელაშვილი ო, მებურიშვილი მ, „სატრანსპორტო ლოგისტიკის საფუძვლები“, თბილისი, საგამომცემლო სახლი ტექ.უნივერსიტეტი, 2007წ.
2. ბოცვაძე ლ, გელაშვილი ო, მებურიშვილი მ. „საერთაშორისო სატრანსპორტო ლოგისტიკის ეკონომიკური და საინფორმაციო უზრუნველყოფა“. საგამომცემლო სახლი ტექ. უნივერსიტეტი, თბილისი, 2007წ.-77 გვ
3. ბოცვაძე ლ, ერაძე კ, ბოცვაძე ვ. „ლოგისტიკური მენეჯმენტი და მოდელირება“ თბილისი 2010წ.-233გვ.
4. ბოცვაძე ლ, გელაშვილი ო, მებურიშვილი მ, „სატრანსპორტო ლოგისტიკის საფუძვლები“, თბილისი; საგამომცემლო სახლი ტექ.უნივერსიტეტი, 2007წ.
5. **Корсаков А.А.** „Логистика“ Московская финансово-промышленная академия Москва, 2005- 37ст.
6. [www.geostat.ge](http://www.geostat.ge)
7. [www.uta.gov.ge/saavtomobilo.html](http://www.uta.gov.ge/saavtomobilo.html)

# **РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК**

**Н. Бутхузи**

**Резюме**

Создание единого логистического комплекса по перевозкам на сегодняшний день актуально в автомобильных перевозках. Любая эффективная экономическая система, в том числе логистическая, предусматривает контроль над различного рода расходами, что представляет собой стимулирующий фактор для его функционирования. Развитие логистики обусловлено постоянным стремлением сократить расходы, связанные с проектированием гибкой и эффективной логистической цепи для движения различных потоков. С учётом этих факторов исследование, анализ и систематизация расходов внутри логистической цепи представляется узловым и особенно актуальным вопросом в процесс формирования логистической цепи.

# **DEVELOPING OF EFFECTIVE CONTAINER TRAFFIC SYSTEM**

**N. Butkhuzi**

**Summary**

Creating a unified logistics traffic complex currently is topical for motor transport freight traffic. Any effective economic system, as well as logistics, provides control over the various types of expenses that represents stimulating factor for its operation. The development of logistics is stipulated by constant trend to reduce costs associated with designing of flexible and efficient logistic chain for the various flows traffic. With consideration of these factors the study, analysis and systematization of expenses within the logistics chain represents as key and particularly important issue in the formation of the supply chain.



---

УДК 621.337.2.072.2:681.586.6

**ОПТИМАЛЬНЫЙ МЕТОД РЕГУЛИРОВАНИЯ  
НАПРЯЖЕНИЯ И ЧАСТОТЫ ТРЕХФАЗНОГО ИНВЕРТОРА**

**Карипидис С.И., Маглакелидзе Т.А., Саникидзе Дж.К.,  
Схиртладзе Ю.П.**

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

**Резюме:** При регулировании скорости трехфазного асинхронного двигателя посредством инвертора напряжения на транзисторах IGBT, либо запираемых тиристорах GTO, IGCT, предлагается отказаться от широко известного и применяемого в настоящее время широтно-импульсного (ШИМ) метода регулирования напряжения и частоты. Предлагается в двухступенчатых кривых напряжения с  $\alpha = 60^\circ$  при соединении нагрузки в звезду и в треугольник брать оптимальный угол  $\alpha = 1,7693$  ( $101,42^\circ$ ), при котором кривая напряжения будет максимально приближена к синусоиде. В статье также доказано, что при такой оптимальной форме первая гармоника в 1,236 раза больше первой гармоники при ШИМ-е, кроме того в обоих случаях при почти равных 3-ей, 5-ой, 7-ой и 9-ой гармониках, в случае ШИМ-а 11-ая, 13-ая, 15-ая, 17-ая и т.д. на порядок больше.

**Ключевые слова:** инвертор, транзистор, тиристор, напряжение, ток, широтно-импульсное регулирование, оптимальный.

Развитие полупроводниковой техники в части создания мощных (на сотни тысяч вольт и ампер) полевых транзисторов IGBT и запираемых тиристоров GTO, IGCT, в настоящее время способствовало широкому внедрению асинхронного электропривода во многие отрасли промышленности и транспорта.

Вместе с тем следует отметить, что до настоящего времени существующие и широко применяемые методы широтно-импульсного регулирования напряжения и частоты, при которых

имеют место низкие значения амплитуды первой гармоники, к.п.д. (большая частота переключения приборов), коэффициента мощности (большое число высших гармоник) с указанными выше приборами, делает эти методы неэкономичными.

В статье предлагается простой метод с использованием существующих двухступенчатых кривых напряжения при соединении нагрузки в звезду, с  $\frac{T}{2} = 180^\circ$  и треугольником с  $\frac{T}{2} = 120^\circ$ , угол  $\alpha$  брать 1,7693(101,4°) вместо  $\frac{\pi}{6}$ , при котором кривая напряжения будет максимально приближена к синусоиде.

На рис. 1, а приводится реальная схема трехфазного инвертора на транзисторах IGBT в двух вариантах: соединения нагрузки в звезду и соединения нагрузки в треугольник [1].

На рис. 1, в, г и д показаны формы кривых фазных напряжений для случая  $180^\circ$ , полупериода напряжения и соединения нагрузки в звезду. Следует отметить, что при соединении нагрузки в треугольник и при  $120^\circ$  электрических градусах полупериода, формы межфазных напряжений будут такими же, как на рис. 1, в, г и д с той лишь разницей, что ступени напряжения будут другими. Вместо  $\frac{1}{3}E_d$  и  $\frac{2}{3}E_d$  будут  $\frac{1}{2}E_d$  и  $E_d$ . На рис. 1, е приводятся схемы фазных сопротивлений для каждого интервала времени переключения транзисторов при соединении нагрузки в звезду. До настоящего времени, чтобы исключить 3-ью и кратные ей гармоники угол  $\alpha$  берут равным  $\frac{T}{6}$ .

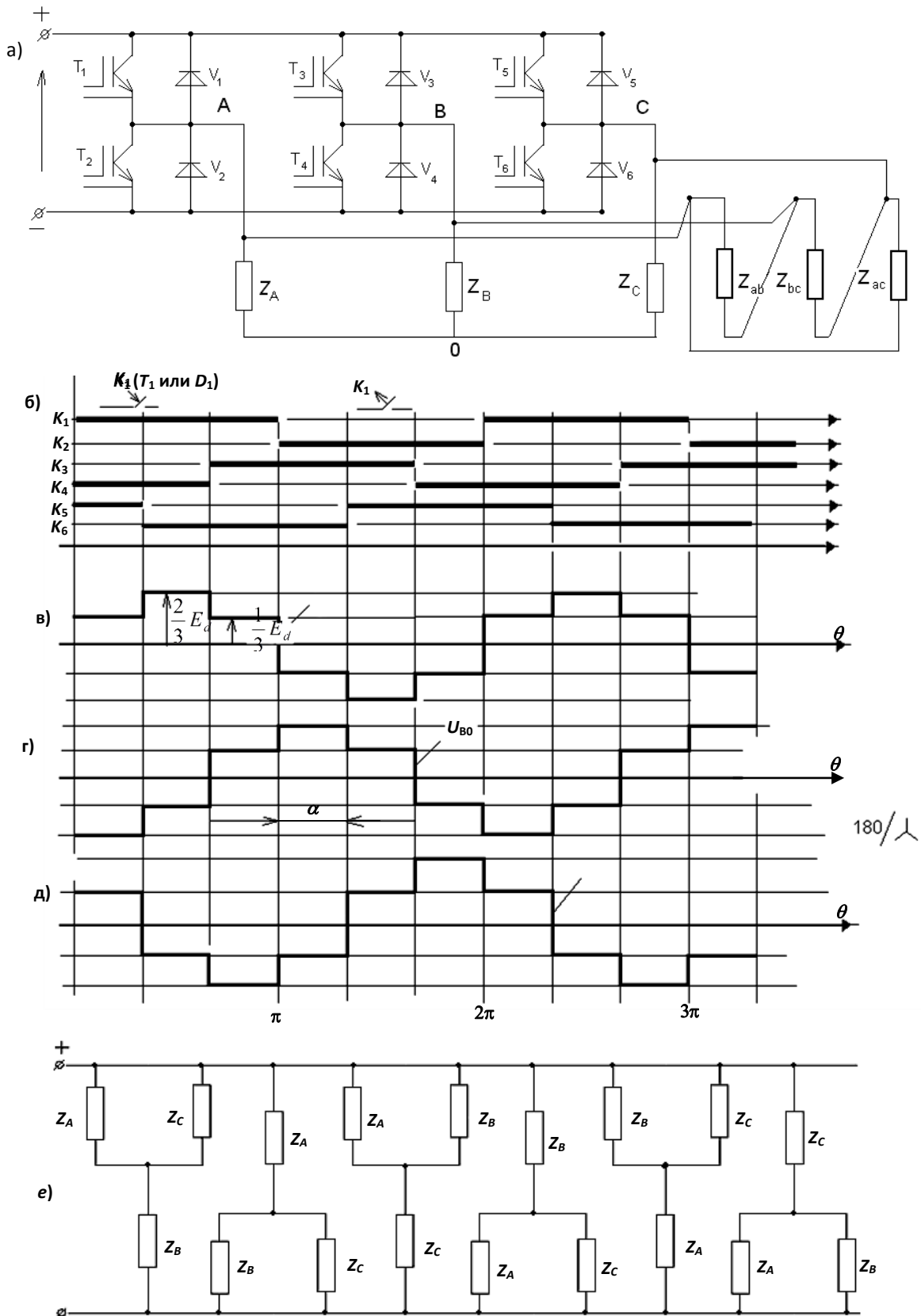
Однако, как показывают расчеты, при этом значительно уменьшается первая гармоника и становится равной  $0,8406E_d$  вместо  $0,9963E_d$ . Поэтому резонным считается величину ступеней  $U$  и угол  $\alpha$  рассчитать оптимальными методами, например, на основании метода наименьших квадратов. В этом случае при одинаковых эффективных значениях напряжений, кривые которых приведены на рис. 2, а и рис. 2, б

$$U_{\alpha 1} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot E_d \sqrt{(b_1 - a_1) + (b_2 - a_2) + (b_3 - a_3)} = U_{\alpha 2} = U \sqrt{\frac{\pi + 3\alpha}{\pi}}, \quad (1)$$

и при оптимальной угле  $\alpha$ , равном  $\alpha = 1,7693(101,42^\circ)$ , ступени получаются одинаковыми и равными, соответственно  $0,44 E_d$ .

При такой оптимальной форме и угле  $\alpha = 1,7693$ , основная (первая) гармоника будет  $0,9963E_d$ , а остальные гармоники будут минимальными. В связи с вышеизложенным, следует отказаться от широко известного и применяемого до настоящего времени метода широтно-импульсного регулирования напряжения и частоты (ШИМ), где даже при оптимальном ШИМ, приведенном на рис. 2, а коэффициент гармоник высокий.

Действительно, как известно [2], коэффициент гармоник, который является показателем приближения любой несинусоидальной периодической кривой к синусоиде равен:



**Рис. 1. Схема трехфазного инвертора, алгоритм управления, диаграммы фазных напряжений и схемы поинтервальных сопротивлений нагрузки**

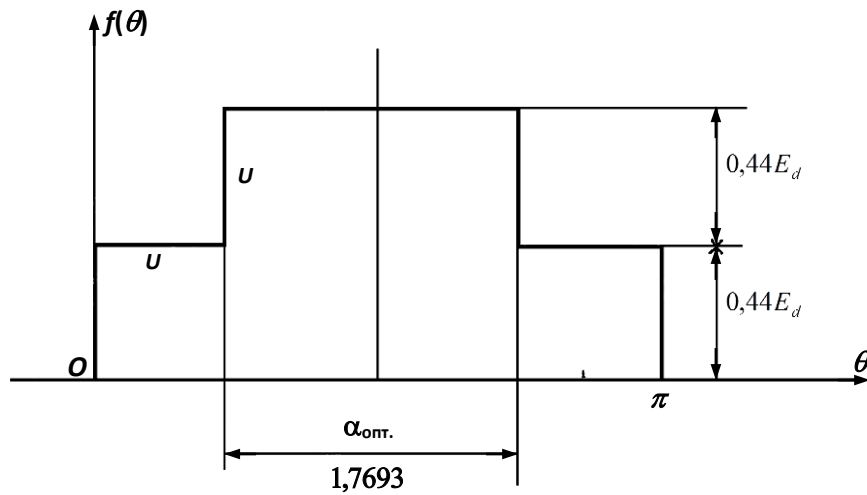
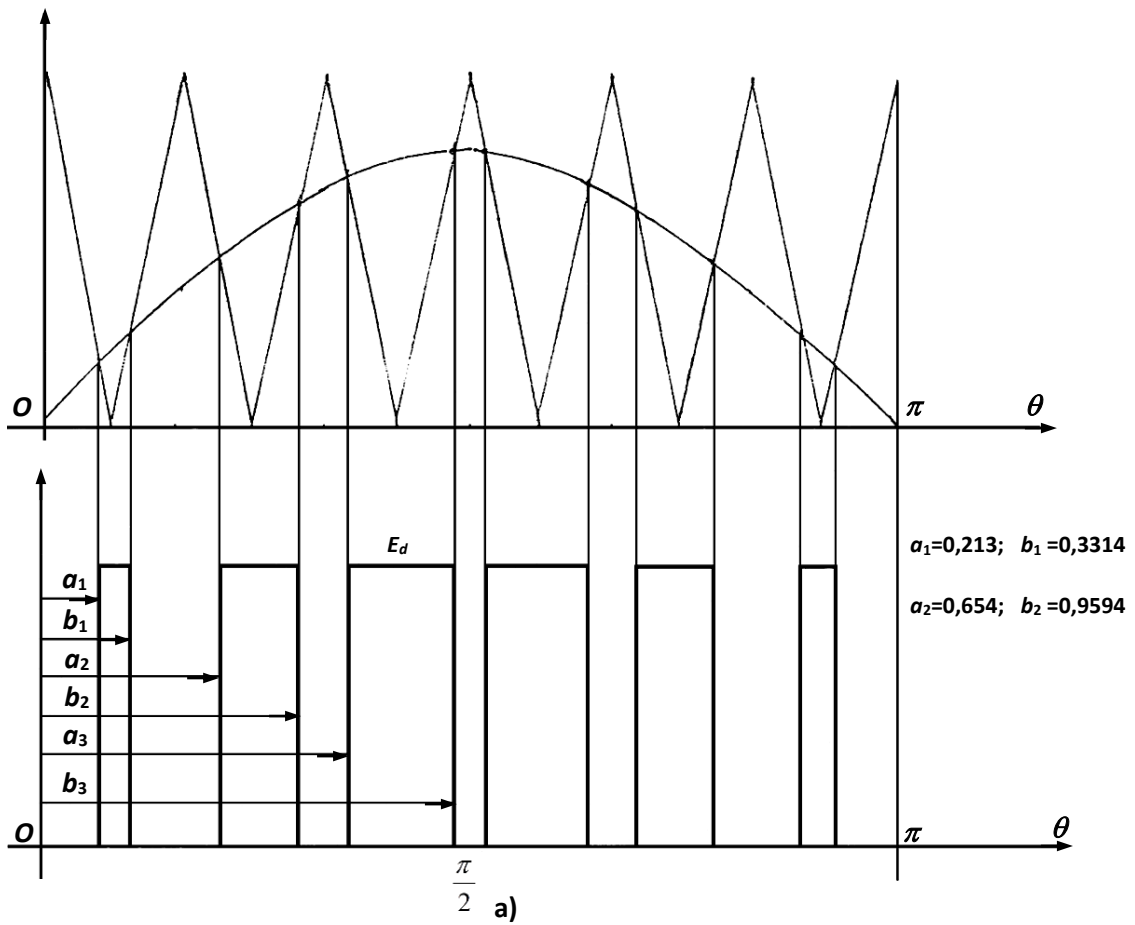


Рис. 2. Диаграммы формирования <sup>б)</sup> синусоидальной ШИМ и оптимальной формы напряжения для асинхронного двигателя

$$K_r = \frac{\sqrt{1 - K_u^2}}{K_u}; \quad K_u = \frac{U_1}{U_3}, \quad (2)$$

где  $K_u$  – коэффициент искажения:

$U_1 U_3$  – эффективные значения первой гармоники и целиком всей кривой. Например, коэффициент гармоник для синусоиды равен нулю.

По формуле (2), если вычислить коэффициент гармоник, даже для оптимальной ШИМ (рис. 2, а), он окажется значительно больше даже для случая двухступенчатой кривой напряжения при  $\alpha = 60^\circ$ . Для примера,  $K_g$  для оптимальной ШИМ равен 0,7708, а для двухступенчатой с  $\alpha = 60^\circ$  равен 0,2986. Этот же коэффициент для оптимальной двухступенчатой кривой напряжения с  $\alpha = 1,7693$  ( $101^\circ$ ) равен  $K_g = 0,2132$ . Сравнение численных значений коэффициента гармоник  $K_g$  говорит о преимуществах двухступенчатого оптимального варианта и непригодности ШИМ.

Другим наглядным подтверждением преимущества двухступенчатой оптимальной формы переменного напряжения инвертора по сравнению с ШИМ является разложение этих кривых в ряд Фурье.

В общем случае амплитуда  $k$ -ой гармоники для рис. 2, а будет:

$$U_{mk} = \frac{8E_d}{\pi k} \left[ \sin k \frac{a_1 + b_1}{2} \cdot \sin k \frac{b_1 - a_1}{2} + \sin k \frac{a_2 + b_2}{2} \sin k \frac{b_2 - a_2}{2} + \sin k \frac{a_3 + b_3}{2} \cdot \sin k \frac{b_3 - a_3}{2} \right]. \quad (3)$$

Подставляя в (3) численные значения  $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2$  и  $b_3$ , приведенные на рис. 2, после определенных преобразований, для такой оптимальной ШИМ получим:

$$U(\theta) = 0,808E_d \left[ \sin \theta + \frac{0,2363}{3} \sin 3\theta - \frac{0,04229}{5} \sin 5\theta + \frac{0,1368}{7} \sin 7\theta + \frac{1,5}{9} \sin 9\theta + \frac{4,2543}{11} \sin 11\theta - \frac{5,0}{13} \sin 13\theta - \frac{2,68}{15} \sin 15\theta - \frac{0,3422}{17} \sin 17\theta + \dots \right]. \quad (4)$$

Для двухступенчатой оптимальной кривой напряжения (рис. 2, б), в общем случае амплитуда  $k$ -ой гармоники будет:

$$U_{mk} = \frac{4U}{\pi k} \left[ \sin^2 k \frac{\pi}{2} + \sin k \frac{\pi}{2} \sin K \frac{\alpha}{2} \right], \quad (5)$$

где  $U$  – величина первой ступени кривой напряжения.

В формулу (5), подставляя вместо  $U$   $0,44E_d$ , вместо  $\alpha$   $1,7693$ , окончательно можно написать:

$$\begin{aligned}
 U(\theta) = 0,9963E_d \left[ \sin \theta + \frac{0,3398}{3} \sin 3\theta + \frac{0,02658}{5} \sin 5\theta + \right. \\
 \left. + \frac{0,6973}{7} \sin 7\theta + \frac{1,2744}{9} \sin 9\theta + \frac{0,8317}{11} \sin 11\theta + \right. \\
 \left. + \frac{0,0793}{13} \sin 13\theta + \frac{0,226}{15} \sin 15\theta + \frac{1,262}{17} \sin 17\theta + \dots \right]. \quad (6)
 \end{aligned}$$

Как это ясно из сравнения рядов (4) и (6), в первом случае основная гармоника в 1,236 раза меньше. Кроме того, при ШИМ также значительны 11-ая, 13-ая, 15-ая и 17-ая гармоника, при почти одинаковых для обеих кривых 3-ей, 5-ой, 7-ой, 9-ой гармониках.

Если способ регулирования напряжения инвертора за счет ШИМ оправдывал себя в схемах с искусственной коммутацией при применении обыкновенных тиристоров, где требовалось постоянное, неизменной величины, напряжение для зарядки коммутирующих конденсаторов, то в случае применения запираемых тиристоров типов GTO, IGCT или полевых транзисторов IGBT, такой необходимости нет. Исходя из этого в общем случае предлагаются двухуровневые схемы регулирования напряжения и частоты, которые показаны на рис. 3. Как это ясно из схем, входное напряжение инверторов регулируется за счет транзистора IGBT, который, с целью уменьшения габаритов  $LC$  фильтра, работает при высоких частотах 10-20 кГц.

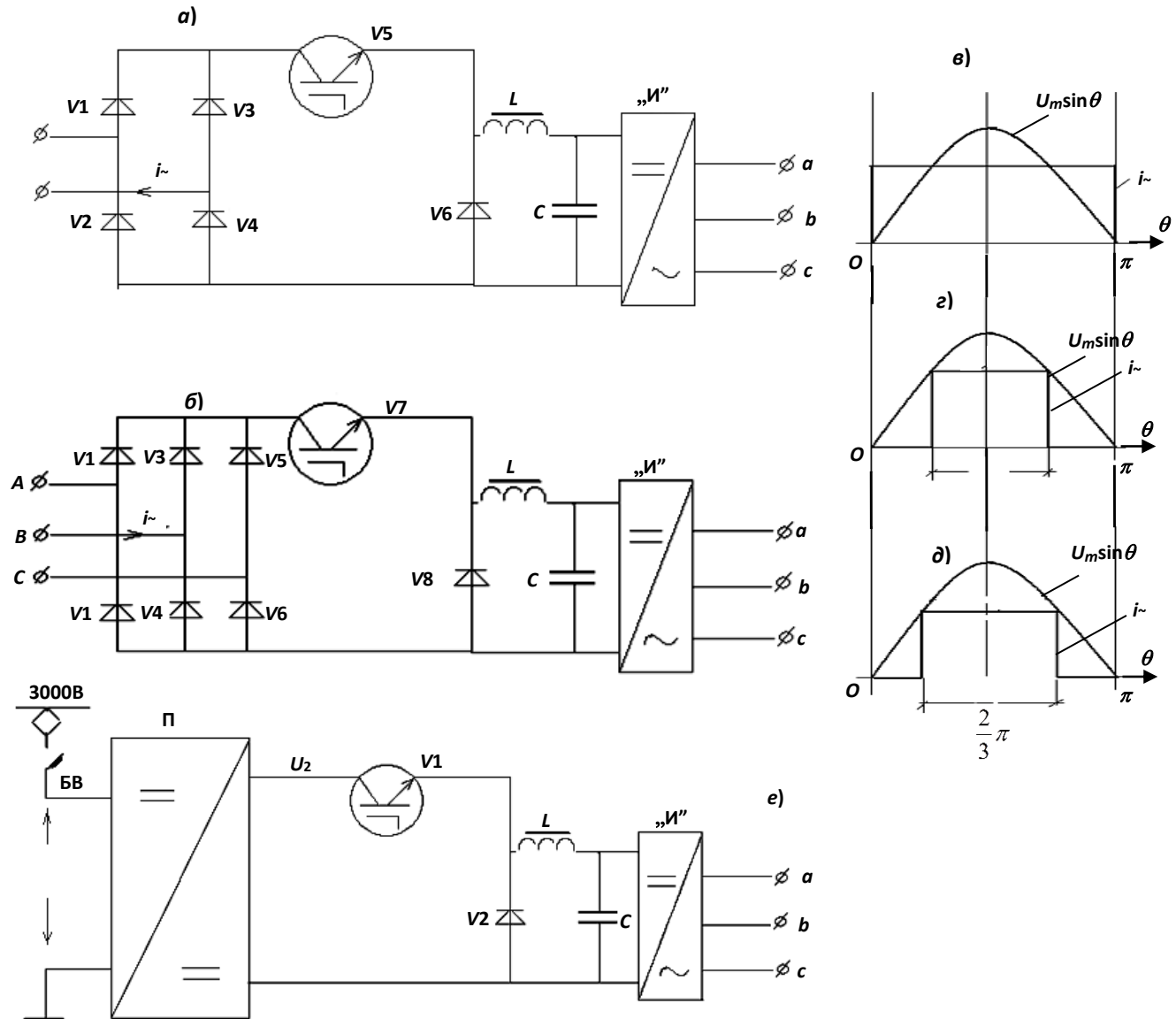
Форма кривой напряжения инвертора при этом остается оптимальной неизменной во всем диапазоне регулирования напряжения и частоты (рис. 2, б). Особо следует отметить тот факт, что несмотря на двухуровневое регулирование, его общий к.п.д. и коэффициент мощности при этом будут значительно больше, чем при одноуровневом регулировании с применением для регулирования напряжения и частоты ШИМ, система управления также будет значительно проще. На рис. 3, в, г, д показаны формы кривых сетевых токов при однофазном выпрямлении с неуправляемыми выпрямителями V1-V4, коэффициент мощности, как известно, в этом случае равен 0,9. На рис. 3, г показан случай, когда приборы V1, V2 являются запираемыми тиристорами. За их счет форма сетевого тока имеет оптимальную форму (рис. 3, г) с  $\alpha = 2,323$  ( $133^\circ$ ), при котором коэффициент мощности равен 0,96.

Для трехфазного выпрямителя при  $\alpha = \frac{2}{3}\pi$ , как известно, коэффициент мощности равен

$$K_m = 0,9594.$$

На рис. 3, е показан вариант схемы питания от контактной сети 3000 В. Как это ясно из рисунка, напряжение сети преобразуется с помощью любого однотранзисторного IGBT

преобразователя П на любое низкое  $U_2$ , которое далее также с помощью IGBT более низкого класса плавно регулируется вместе с частотой и подается на фильтр L,C, далее на инвертор «И».



**Рис. 3. Возможные варианты схем оптимального регулирования напряжения и частоты 3х фазных инверторов**

### ВЫВОДЫ

1. Для получения максимальных значений к.п.д. и коэффициента мощности при регулировании скорости асинхронного двигателя посредством инвертора напряжения на транзисторах IGBT или управляемых тиристорах типа GTO, IGCT, предлагается отказаться от широтно-импульсного (ШИМ) регулирования напряжения и частоты широко известного и применяемого в настоящее время.

2. Вместо этого предлагается двухступенчатая оптимальная кусочно-линейная кривая напряжения, близкая к синусоиде, форма которой сохраняется во все время регулирования.

3. Теоретически доказано, что при такой оптимальной форме напряжения его первая гармоника, при прочих равных условиях, будет больше первой гармоники при ШИМ-е в 1,236 раза.

4. Также доказано, что при почти одинаковых 3-ей, 5-ой, 7-ой и 9-ой гармониках для обеих кривых, в случае ШИМ-а, 11-ая, 13-ая, 15-ая и 17-ая гармоники будут почти на порядок больше.

5. Предлагается двухступенчатое регулирование напряжения и частоты, т.е. напряжение и частота регулируются независимо друг от друга, а не так, как при ШИМ-е.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Моин В.С.** Стабилизированные транзисторные преобразователи. Москва. Энергоиздат, 1986.
2. **Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В.** Основные теории цепей. Москва, изд-во «Энергия».

### სამფაზა ინვერტორის ძაბვის და სიხშირის რეგულირების ოპტიმალური მეთოდი

ს. კარიბიძისი, თ. მალლაკელიძე, ჯ. სანიკიძე, ი. სხირტლაძე  
რეზიუმე

შემოთავაზებულია სამფაზა ასინქრონული ძრავის სიჩქარის რეგულირება IGBT ტრანზისტორების, ან GTO, IGCT მართვადი ტირისტორების ბაზაზე შექმნილი ინვერტორებით, დღეისათვის ფართოდ გავრცელებული ძაბვის და სიხშირის განივ – იმპულსური რეგულირების (გირ)-ის ნაცვლად. წარმოდგენილია დატვირთვის ვარსკვლავური და სამკუთხა შეერთებისას



ძაბვის ორსაფეხურიანი მრუდი,  $\alpha=60^0$  კუთხის ნაცვლად, ოპტიმალური კუთხით  $\alpha=1,7693$  ( $101,42^0$ ), რომლის დროს ძაბვის მრუდი მაქსიმალურად უახლოვდება სინუსოიდას. სტატიაში ასევე დამტკიცებულია, რომ ძაბვის ასეთი ოპტიმალური ფორმისას, პირველი ჰარმონიკა 1,236-ჯერ აღემატება გირ-ის პირველ ჰარმონიკის მნიშვნელობას. ამავდროულად რეგულირების ორივე მეთოდის შემთხვევაში 3-ე, 5-ე, 7-ე ჰარმონიკის ტოლობისას, გირ-ის დროს 11-ე, 13-ე, 15-ე, 17-ე და ა.შ. ფარმონიკები ერთი რიგით მეტია.

## **OPTIMAL THREE-PHASE INVERTER VOLTAGE AND FREQUENCY CONTROL METHOD**

**Karipidis S.I., Maglakelidze T.A., Sanikidze J.K.,  
Skhirtladze Iu.P.**

### **Summary**

At control of speed of three-phase induction motor by the voltage inverter on transistors IGBT, or locking thyristors GTO, IGCT is proposed to turn down the widely known and currently used pulse-duration modulation (PDM) voltage and frequency control method. Is offered in two-stage voltage curves with  $\alpha=60^{\circ}$  at load connecting in star and triangle to assume optimum angle  $\alpha=1,7693$  ( $101,42^{\circ}$ ), in which the voltage curve will be maximally close to a sinusoid. In the article also is proved that at such optimal shape in the first harmonic in 1,236 times is greater than the first harmonic at PDM, moreover, in both cases with almost equal 3rd, 5th, 7th and 9th harmonics, in the case of PDM the 11th, 13th, 15th, 17th, etc. will be on order greater.

---

УДК 624.074.4

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНО ВЫБРАННОЙ РАСЧЁТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЕЁ

Дж. Бичиашвили, З. Бичиашвили, Г. Бичиашвили

(Грузинский технический университет, ул. М. Костава, 75, г.

Тбилиси, Грузия)

**Резюме:** *Методика [1] решения осесимметричных задач расчёта ортотропных и изотропных оболочек средней толщины и тонких, свободных и расположенных на упругом основании, однослойных и многослойных, применима при произвольно выбранной расчётной поверхности оболочки. Несмотря на это напряжённо-деформированное состояние одной и той же оболочки, установленное при различных расчётных поверхностях, может оказаться различным. В статье изучены особенности расчёта осесимметричной оболочки, при произвольно выбранной расчётной поверхности. Результаты расчётов приведены в виде таблицы, которые подтверждают правильность полученных в [1] формул и программ, составленных для расчёта по этим формулам оболочек на ЭВМ.*

**Ключевые слова:** оболочка, расчётная поверхность, срединная плоскость, осесимметричная нагрузка.

### ВВЕДЕНИЕ

Предложенная методика решения осесимметричных задач расчёта ортотропных и изотропных оболочек средней толщины и тонких, свободных и расположенных на упругом основании, однослойных и многослойных [1], применима при произвольно выбранной расчётной поверхности оболочки. Несмотря на это напряжённо-деформированное состояние одной и той же оболочки, установленное на основе результатов её расчётов, выполненных при различных расчётных поверхностях, может оказаться различным. Это связано с тем, что при различных расчётных поверхностях гипотеза Лява – Кирхгофа может оказаться отнесённой к

различным прямолинейным волокнам оболочки, поскольку эти волокна считаются перпендикулярными расчётной поверхности оболочки.

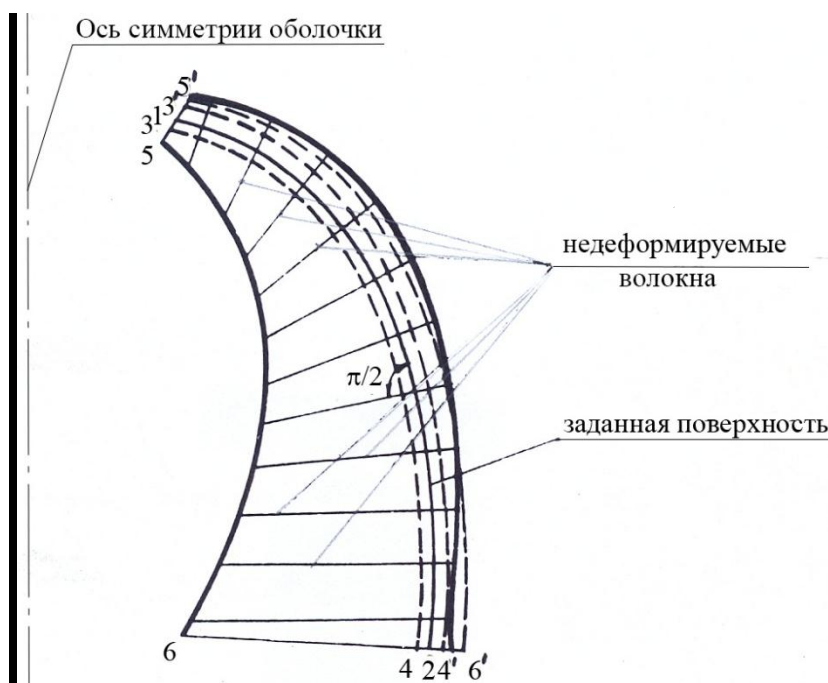
Обычно формулировки гипотезы Лява–Кирхгофа, приводимые в литературе ([2], стр. 19; [3], стр. 49), относятся к прямолинейным элементам, нормальным к *срединной* поверхности оболочки. Если оболочка однородная, и имеет постоянную толщину, то положение её срединной поверхности вполне определено. Если же оболочка имеет переменную толщину, а особенно если она состоит из нескольких слоёв переменной толщины, обладающих различными механическими характеристиками, то не ясно какую поверхность следует считать срединной и какие элементы оболочки на основании гипотезы Лява–Кирхгофа следует считать недеформируемыми. В научной и технической литературе этот вопрос обходится молчанием, и решаться он может в каждом конкретном случае разными лицами по-разному. Аналогично в строительной механике обходится молчанием и иногда по-разному решается вопрос о том, какие именно сечения стержней переменной толщины следует считать поперечными и применять к ним гипотезу плоских поперечных сечений (гипотезу Бернулли). Исследование указанных вопросов возможно путём сопоставления решений, полученных для оболочек переменной толщины, многослойных, ортотропных методами решения трёхмерных задач теории упругости, (т.е. без использования гипотезы Лява–Кирхгофа), с решениями, полученными по теории оболочек (т.е. с использованием этой гипотезы). Проведение таких исследований представляет очень сложную задачу и не является целью настоящей работы.

В случаях, когда оболочка имеет переменную толщину, или неоднородная, или состоит из нескольких слоёв с разными механическими свойствами и т.д. необходимо для получения определённых результатов расчёта задавать поверхность, к волокнам перпендикулярным которой применяется гипотеза Лява–Кирхгофа. Очевидно, если заданная поверхность расположена примерно посередине между наружными поверхностями оболочки, а толщины оболочки и отдельных её слоёв медленно изменяются вдоль меридиана, то результаты расчёта слабо зависят от положения заданной поверхности.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При выполнении расчёта в качестве расчётной поверхности может выбираться заданная поверхность или любая другая, также перпендикулярная указанным волокнам. Так, например, если задана поверхность 1-2 на Рис. 1, перпендикулярная недеформируемым (в соответствии с гипотезой Лява–Кирхгофа) волокнам, то в качестве расчётной может быть выбрана не только

эта поверхность, но также, например, поверхности 3-4 или 3'-4', перпендикулярные тем же волокнам. При этом расчёт может вестись по предложенной методике, изложенной в работе [1]. В качестве расчётных поверхностей могут быть (при заданной поверхности 1-2) выбраны и поверхности, например, 5-6 или 5'-6'; однако, в этом случае методика расчёта оболочки будет содержать некоторые особенности, связанные с тем, что недеформируемые (в соответствии с гипотезой Лява–Кирхгофа) волокна не перпендикулярны расчётной поверхности, в то время, как формулы полученные в работе [1] основаны на предположении о том, что они перпендикулярны этой поверхности. Поэтому на каждом из участков, на которые при расчёте разбивается меридиан расчётной поверхности оболочки, следует считать этот меридиан перпендикулярным направлениям недеформируемых волокон (т.е. параллельным заданной поверхности).



**Рис. 1. Элемент оболочки**

На Рис. 2 показана небольшая часть рассчитываемой оболочки и **заданная** поверхность её. Через  $i, i+1, \dots$  обозначены участки, на которые разбита оболочка; размеры в направлении меридиана этих участков заданной поверхности малы, т.к. оболочка при расчёте разбивается на большое число участков. Границы участков перпендикулярны заданной поверхности и совпадают с направлениями заданных недеформируемых волокон. Если в качестве расчётной выбрана поверхность, не перпендикулярная этим волокнам, то расчёт производится, в

сущности, при ступенчатой расчётной поверхности, показанной на Рис. 2. жирной, ломаной линией. Ступенчатая поверхность посередине каждого участка пересекает выбранную расчётную поверхность; каждая ступень в пределах участка параллельна заданной поверхности. Конец каждого участка рассматривается как двойное сечение, в котором расчётная ось оболочки (меридиан расчётной поверхности) смещается по нормали к ней на величину  $\Delta$ , равную величине уступа. Матрица  $\bar{F}_S$  перехода через такое двойное сечение определяется выражением (1)[4]. Матрица  $\bar{F}_{S_{i-1}S_i}$  перехода через  $i$  участок [см. выражение (7[1])] включает в себя матрицу  $\bar{F}_i$  перехода через двойное сечение  $i$  и определяется, поэтому не выражениями (8[5]), а по формуле

$$\bar{F}_{S_{i-1}S_i} = (E + P_{S_i} \Delta S_i) \bar{F}_i, \quad (1)$$

где  $\Delta S_i$  - длина  $i$ -ой ступени (см. Рис. 2).



Рис. 2. Элемент оболочки

Полученные в результате расчёта для  $i$ -го сечения усилия  $N_r$ ,  $Q$  и  $M_r$  действуют в  $i$ -том коническом сечении оболочки, перпендикулярном **заданной** поверхности, но относятся к единице длины параллели этого сечения, проходящей через точку  $A$  (см. рис. 2) расчётной

поверхности оболочки\* ;  $M_r$  – представляет собой изгибающий момент относительно этой параллели. Перемещение  $T$  представляет собой перемещение точки  $A$  в направлении меридиана заданной поверхности, а  $W$  – в направлении  $i$ -го сечения;  $\Theta$  представляет собой поворот  $i$ -го конического сечения. Усилия  $N_t$  и  $M_t$  относятся к единице длины ступени  $\Delta s_i$ , причём  $M_t$  представляет собой изгибающий момент относительно меридиана, проведенного на уровне расчётной поверхности, параллельно заданной поверхности. Напряжения  $\sigma_r$  и  $\sigma_t$  относятся соответственно к меридианному и  $i$ -тому коническому сечениям оболочки

При расчёте оболочки в соответствии с указаниями настоящей статьи значения  $\sigma_r$ ,  $\sigma_t$ ,  $W$  и  $\Theta$  не зависят от выбора расчётной поверхности и, следовательно, совпадают с соответствующими значениями, которые были бы получены, если бы в качестве расчётной была принята заданная поверхность. Значения же  $N_r$ ,  $Q$ ,  $M_r$ ,  $T$ ,  $N_t$  и  $M_t$ , полученные в результате расчёта, зависят от выбора расчётной поверхности. Они связаны со значениями факторов  $\bar{N}_r$ ,  $\bar{Q}$ ,  $\bar{M}_r$ ,  $\bar{T}$ ,  $\bar{\Theta}$ ,  $\bar{N}_t$  и  $\bar{M}_t$ , относящихся к заданной поверхности зависимостями основанными на формулах преобразования (4[6]) и (6[6]).

Приведённые соображения иллюстрируются далее на примере расчёта конической оболочки переменной толщины при расчётной поверхности, совпадающей с внутренней поверхностью оболочки. Заданная же поверхность является срединной поверхностью; расчёт той же оболочки при расчётной поверхности, совпадающей с заданной, приведён в ([7], стр 446).

Таким образом, значения всех внутренних усилий и перемещений  $T$  зависят от положения расчётной поверхности и сами по себе не характеризуют напряжённо-деформированного состояния оболочки. Эпюры внутренних усилий не дают, поэтому наглядного представления о напряжённом состоянии оболочки, т.к. переход от значений ординат этих эпюр к значениям напряжений  $\sigma_r$  и  $\sigma_t$  в оболочке связан с необходимостью выполнения достаточно сложных расчётов – особенно при многослойной, ортотропной оболочке средней толщины. Поэтому при изложении результатов расчёта основное внимание уделяется напряжениям  $\sigma_r$  и  $\sigma_t$  в оболочке, а не усилиям в ней.

Для проверки правильности формул полученных в работе [1], а также проверки правильности составленных для расчёта программ (главным образом, составленных процедур  $G$ ,

---

\* Точнее через точку  $A_1$  или  $A_2$  – в зависимости от того был ли при подсчёте матрицы  $N_i$  осуществлён переход (с помощью матрицы  $\bar{F}_i$ ) через  $i$ -ое двойное сечение, или нет. Это, однако, не имеет практического значения, так как величины уступов  $\Delta$  весьма малы – в связи с тем, что меридиан расчётной поверхности разбивается на большое число участков.

G1 и G2) выполнены расчёты свободной конической оболочки, рассмотренной в [7] (см.Рис. VI-15), но при ином расположении расчётной поверхности.

В качестве расчётной была выбрана внутренняя поверхность конической оболочки. При расчёте, как и в [7], принималось, что гипотеза Лява–Кирхгофа о недеформируемости прямолинейного элемента относится к элементам, перпендикулярным срединной (а не расчётной) поверхности оболочки. Длина  $\Delta s$  каждого из  $m$  участков, на которые разбивался меридиан расчётной поверхности оболочки, определялась в направлении меридиана срединной поверхности, т.е. принималась равной  $\frac{31.5}{m}$  см.

В качестве конических сечений оболочки, рассматривались сечения, перпендикулярные её срединной поверхности.

Программа для расчёта была получена из программы, составленной для расчётов, выполненных в [7] путём внесения в неё изменений, связанных с выбором другой расчётной поверхности. В частности был предусмотрен переход через двойное сечение у границы каждого участка при вычислении матрицы  $F_{0\ell}$  и определении матриц-столбцов факторов в сечениях оболочки.

Матрицы-столбцы начальных и конечных факторов имеют вид:

$$N_0 = \begin{pmatrix} N_0 = \frac{\sin \alpha}{2\bar{r}_1} \\ Q_0 = -\frac{\cos \alpha}{2\bar{r}_1} \\ M_0 = 1.1375 \frac{\sin \alpha}{2\bar{r}_1} \\ T_0 \\ W_0 = T_0 \operatorname{tg} \alpha \\ \Theta_0 \end{pmatrix}; \quad N_\ell = \begin{pmatrix} N_\ell = \frac{\sin \alpha}{2\bar{r}_2} \\ Q_\ell = -\frac{\cos \alpha}{2\bar{r}_2} \\ M_\ell = 1.1375 \frac{\sin \alpha}{2\bar{r}_2} \\ T_\ell \\ W_\ell \\ \Theta_\ell \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где  $\bar{r}_1$  и  $\bar{r}_2$  - расстояния от точек А и В до оси симметрии оболочки (см. Рис. VI-15[7]), равные

$$\begin{aligned} \bar{r}_1 &= r_1 - \frac{4.55}{2} \sin \alpha; \\ \bar{r}_2 &= r_2 - \frac{1.4}{2} \sin \alpha. \end{aligned} \quad (3)$$

В данном случае, в отличие от рассмотренного в [7], моменты  $M_0$  и  $M_\ell$  не равны нулю, т.к. внешняя нагрузка приложена у срединной, а не расчётной поверхности оболочки:

$$M_0 = N_0 \cdot \frac{4.55}{2} = 1.1375 \frac{\sin \alpha}{\bar{\pi}_1};$$

$$M_\ell = N_\ell \cdot \frac{1.4}{2} = 0.35 \frac{\sin \alpha}{\bar{\pi}_2}. \quad (4)$$

Соотношение между  $T_0$  и  $W_0$  (в матрице  $N_0$ ) соответствует расположению шарнирно подвижной опоры в токе А начального сечения (т.е. не такому, какое показано на Рис. VI-15[7]). В связи с этим все перемещения  $T$  и  $W$ , полученные в данном расчёте, должны отличаться от найденных ранее на постоянные величины, зависящие от дополнительного поступательного смещения всей оболочки в направлении оси её симметрии.

Уравнения, используемые для определения неизвестных начальных факторов  $T_0$  и  $\Theta_0$ , будут иметь вид:

$$Q_\ell = f_{21} \frac{\sin \alpha}{\bar{\pi}_1} - f_{22} \frac{\cos \alpha}{\bar{\pi}_1} + f_{23} \cdot 1.1375 \frac{\sin \alpha}{\bar{\pi}_1} + (f_{24} + f_{25} \cdot \operatorname{tg} \alpha) + f_{26} Q_0 = -\frac{\cos \alpha}{\bar{\pi}_2}; \quad (5)$$

$$M_\ell = f_{31} \frac{\sin \alpha}{\bar{\pi}_1} - f_{32} \frac{\cos \alpha}{\bar{\pi}_1} + f_{33} \cdot 1.1375 \frac{\sin \alpha}{\bar{\pi}_1} + (f_{34} + f_{35} \cdot \operatorname{tg} \alpha) + f_{36} \Theta_0 = 0.35 \frac{\sin \alpha}{\bar{\pi}_2}. \quad (6)$$

Обозначим:

$$\left. \begin{aligned} A1 &= f_{24} + f_{25} \cdot \operatorname{tg} \alpha; & A2 &= f_{34} + f_{35} \cdot \operatorname{tg} \alpha; \\ A3 &= f_{32} \frac{\cos \alpha}{\bar{\pi}_1} - f_{31} \frac{\sin \alpha}{\bar{\pi}_1} + f_{33} \cdot 1.1375 \frac{\sin \alpha}{\bar{\pi}_1} + 0.35 \frac{\sin \alpha}{\bar{\pi}_2}; \\ A4 &= f_{22} \frac{\cos \alpha}{\bar{\pi}_1} - f_{21} \frac{\sin \alpha}{\bar{\pi}_1} + f_{23} \cdot 1.1375 \frac{\sin \alpha}{\bar{\pi}_1} - \frac{\sin \alpha}{\bar{\pi}_2}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Тогда получим

$$\begin{vmatrix} A_1 & f_{26} \\ A_2 & f_{36} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} T_0 \\ \Theta_0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} A4 \\ A3 \end{vmatrix}, \quad (8)$$

откуда

$$T_0 = \frac{f_{36} A4 - f_{26} A3}{f_{36} A1 - f_{26} A2}; \quad \Theta_0 = \frac{A1 \cdot A3 - A2 \cdot A4}{f_{36} A1 - f_{26} A2}. \quad (9)$$

Были проведены расчёты тех же пяти конических оболочек, что и в [7], различающихся механическими характеристиками материала (см. Табл. VI-2[7]). Оболочки рассчитывались как оболочки средней толщины. В Табл. 1 приводятся основные результаты расчёта, полученные для изотропной оболочки при расчётной поверхности, совпадающей со срединной (по данным, полученным в [7]) и совпадающей с внутренней поверхностью оболочки.



Углы  $\Theta$  поворота сечений оболочки коническими поверхностями и напряжения  $\sigma_r$  и  $\sigma_t$  в оболочке не должны зависеть от выбора расчётной поверхности её; это видно и из Табл. 1.

Усилия  $N_r$  и  $Q$  должны быть обратно пропорциональными расстоянию от меридиана расчётной поверхности до оси симметрии оболочки. Отношение расстояния от оси симметрии до меридиана срединной поверхности к расстоянию до меридиана внутренней поверхности равно:

$$\eta = \frac{r}{\bar{r}} = \frac{r}{r - \frac{\delta}{2} \sin \alpha} = \frac{1}{1 - \frac{\delta \sin \alpha}{2(24,5 + s) \cos \alpha}} = \frac{1}{1 - \frac{1,8\delta}{49 + 2s}}, \quad (10)$$

где толщина оболочки

$$\delta = \frac{1,4}{31,5}s + \frac{4,5}{31,5}(31,5 - s) = 4,55 - 0,1s. \quad (11)$$

Следовательно

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{1,8(4,55 - 0,1s)}{49 + 2s}}. \quad (12)$$

Таблица 1.

**Основные результаты расчёта, полученные для изотропной оболочки при расчётной поверхности, совпадающей со срединной и совпадающей с внутренней поверхностью оболочки**

Усилия, перемещения, напряжения		Расстояние $s$ от начального сечения, см		0	3,5	10,5	17,5	24,5	31,5
		Расчётная поверхность							
$10^3 N_r, \text{ н/см}$	срединная			11,69	13,05	11,27	9,39	7,82	5,11
	внутренняя			14,04	15,09	12,38	9,99	8,13	5,23
$10^3 Q, \text{ н/см}$	срединная			-6,50	-0,61	1,01	0,84	0,31	-2,84
	внутренняя			-7,80	-0,70	1,11	0,89	0,32	-2,91
$10^3 M_r, \text{ н}$	срединная			0	-9,70	-3,55	2,83	7,13	0
	внутренняя			31,94	20,46	17,76	16,97	15,95	3,66
$10^3 N_t, \text{ н/см}$	срединная			34,17	12,88	-0,05	0,22	-5,47	-23,18
	внутренняя			34,17	12,87	-0,05	0,23	-5,47	-23,20

$10^3 M_t, \text{н}$	срединная	1,88	-0,76	-0,66	0,98	2,71	0,53
	внутренняя	79,62	26,28	-0,76	1,29	-3,03	-15,71
$10^7 T, \text{см}$	срединная	-3,91	-4,43	-6,54	-8,83	-11,40	-15,73
	внутренняя	-2,87	-4,60	-9,23	-11,77	-11,43	-12,14
$10^7 W, \text{см}$	срединная	-7,04	-0,84	5,56	7,03	16,34	63,63
	внутренняя	-5,17	1,03	7,42	8,89	18,20	65,53
$10^7 \Theta, \text{рад}$	срединная	-1,93	-1,52	-0,38	-0,30	-3,17	-9,93
	внутренняя	-1,93	-1,52	-0,38	-0,30	-3,17	-9,94
$10\sigma_r, -\delta/2, \text{Па}$	срединная	-300	-699	-531	-134	597	-373
	внутренняя	-300	-699	-531	-134	596	-372
$10\sigma_r, \delta/2, \text{Па}$	срединная	-214	49	-124	-528	-1315	-356
	внутренняя	-214	49	-124	-527	-1315	-357
$10\sigma_t, -\delta/2, \text{Па}$	срединная	-687	-323	-29	67	632	1820
	внутренняя	-687	-323	-29	67	632	1821
$10\sigma_t, \delta/2, \text{Па}$	срединная	-798	-273	36	-82	-106	1497
	внутренняя	-798	-273	36	-82	-106	1498

Рассмотрим для примера сечение с координатой  $s=10,5$  см. Для этого сечения (при  $\delta=3,50$  см) находим

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{1,8 \cdot 3,50}{70}} = 1,099.$$

Обозначим  $N_r^I$  и  $Q^I$  усилия при расчётной поверхности, совпадающей со срединной поверхностью оболочки, а  $N_r^{II}$  и  $Q^{II}$  - с внутренней её поверхностью. Тогда должны соблюдаться условия

$$\left. \begin{aligned} N_r^{II} &= N_r^I \cdot \eta; \\ Q_r^{II} &= Q_r^I \cdot \eta \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

В самом деле по Табл. 1 устанавливаем (при  $s=10,5$  см):

$$N_r^{II} = 12,38 = N_r^I \cdot \eta = 11,27 \cdot 1,099 = 12,38 ;$$

$$Q_r^{II} = 1,11 = Q_r^I \cdot \eta = 1,01 \cdot 1,099 = 1,11 .$$

Изгибающий момент  $M_r^{II}$  связан с усилиями  $M_r^I$  и  $N_r^I$  зависимостью

$$N_r'' = \left( N_r' \cdot \frac{\delta}{2} + M_r' \right) \cdot \eta. \quad (14)$$

Например, в сечении при  $s=10,5$  см по табл.1 находим:

$$M_r'' = 17.76 \approx \left( 11.27 \frac{3.50}{2} - 3.35 \right) \cdot 1.099 = 17.77 .$$

Продольные силы  $N_r'$  и  $N_r''$  в рассматриваемом случае должны быть одинаковы, так как для конической оболочки  $R=\infty$ . Это условие выполняется (см. Табл. 1).

Изгибающие моменты  $M_t''$  связаны с усилиями  $N_t'$  и  $M_t'$  зависимостью:

$$M_t'' = N_t' \cdot \frac{\delta}{2} + M_t'. \quad (15)$$

Например, в сечении при  $s=10,5$  см по табл.1 находим:

$$M_t'' = -0.76 \approx -0.05 \cdot \frac{3.50}{2} - 0.66 = -0.75 .$$

В заключение рассмотрим зависимости между  $T^I$ ,  $W^I$  и  $T^{II}$ ,  $W^{II}$ . Если бы условия закрепления оболочек, рассчитанных в настоящей статье и в [7] были одинаковыми, то имели бы место зависимости

$$\left. \begin{aligned} T'' &= T' - \Theta' \cdot \frac{\delta}{2}; \\ W'' &= W' \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Однако шарнирно подвижная опора в [7] была расположена в центре верхнего сечения, а в настоящей статье у его внутреннего края (в точке А – см. Рис. VI-12[7]). Перемещение  $\Delta_A'$  точки А в направлении оси симметрии оболочки вниз равнялось

$$\begin{aligned} \Delta_A' &= T_0' \sin \alpha - W_0' \cos \alpha - \Theta_0' \frac{\delta}{2} \sin \alpha = \\ &= \left( -3.91 \cdot 1.8 + 7.04 + 1.93 \cdot \frac{4.55}{2} \cdot 1.8 \right) \cdot 0.48564 = 3.839 , \end{aligned}$$

где  $T_0'$ ,  $W_0'$  и  $\Theta_0'$  - перемещения нулевого сечения ( $s=0$ ).

Перемещения  $T^{II}$  и  $W^{II}$  должны удовлетворять, следовательно, условиям:

$$\left. \begin{aligned} T'' &= T' - \Theta' \cdot \frac{\delta}{2} - \Delta_A' \sin \alpha; \\ W'' &= W' + \Delta_A' \cos \alpha. \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Проверяем по данным Табл. 1 выполнение этих условий, например, для сечения с координатой  $s=10,5$  см:

$$T'' = -9.23 = -6.54 + 0.38 \cdot \frac{3.50}{2} - 3.839 \cdot 0.87415 = -9.23;$$

$$W'' = 7.42 = 5.56 + 3.839 \cdot 0.48564 = 7.42.$$

## ВЫВОДЫ

Выполненные в статье проверки подтверждают правильность полученных в [1] формул и программ, составленных для расчёта по этим формулам оболочек на ЭВМ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Бичиашвили Дж.В.** Осесимметричная задача расчёта многослойных ортотропных оболочек средней толщины на упругом основании//Известия ВУЗ-ов. “Строительство и архитектура”, 1978, № 9. с. 46-51.
2. **Огибалов П.М., Колтунов М.А.** Оболочки и пластины, Москва: Издательство Московского Университета, 1969. -695 с.
3. **Филин А.П.** Элементы теории оболочек. 2-ое изд. Ленинград: Стройиздат, 1975. -256 с.
4. **Бичиашвили Дж.В.** Двойные сечения осесимметричных оболочек//Известия ВУЗ-ов. “Строительство и архитектура”, 1979, № 3. с. 24-27.
5. **Бичиашвили Дж.В., Бичиашвили З.Дж., Бичиашвили Г. Дж.** К расчёту оболочек вращения на упругом основании МНП//Труды ГТУ, № 1(425), Тбилиси, 1999. с. 27-31.
6. **Бичиашвили Дж.В.** Преобразования при изменении положения расчётной поверхности ортотропной осесимметричной оболочки на упругом основании//Известия вузов. Строительство и архитектура, 1978, № 11. с. 25-30.
7. **Бичиашвили Дж.В.** Опоры канатных дорог (конструкция и расчёт). Тбилиси: Издательство “Мецниереба”, 1982. -548 с.

**ღერძსიმეტრიული გარსის გაანგარიშების თავისებურებანი  
ნებისმიერად შერჩეული საანგარიშო ზედაპირის დროს  
ჯ. ბიჭიაშვილი, ზ. ბიჭიაშვილი, გ. ბიჭიაშვილი  
რეზიუმე**

საშუალო სისქის და თხელი, თავისუფალი და ღრეკად ფუძეზე განლაგებული, ერთშიანი და მრავალშიანი ორთოტროპული და იზოტროპული გარსის გადაწყვეტის ღერძსიმეტრიული ამოცანის მეთოდის [1] შეიძლება გამოყენებული იქნეს გარსის ნებისმიერად შერჩეული საანგარიშო ზედაპირის დროს. ამის მიუხედავად ერთიადიმავე გარსის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა დადგენილი მისი გაანგარიშების შედეგების მიხედვით, შესრულებულია სხვადასხვა საანგარიშო ზედაპირის დროს შეიძლება აღმოჩნდეს სხვადასხვა. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ სხვადასხვა საანგარიშო ზედაპირის დროს ლავი-კირხჰოფის ჰიპოტეზა შეიძლება აღმოჩნდეს მიმართებაში გარსის სხვადასხვა სწორხაზოვან ბოჭკოებთან, რადგან ეს ბოჭკოები ითვლება პერპენდიკულარულია გარსის საანგარიშო ზედაპირისადმი. სტატიაში შესწავლილია ღერძსიმეტრიული გარსის გაანგარიშების თავისებურებანი ნებისმიერად შერჩეული საანგარიშო ზედაპირის დროს. შრომაში [1] მიღებული ფორმულების სისწორის შესამოწმებლად, აგრეთვე საანგარიშოდ შედგენილი პროგრამების სისწორის დასადგენად სტატიაში შესრულებულია ნაშრომში [7] განხილული თავისუფალი კონუსური გარსის გაანგარიშება, მაგრამ საანგარიშო ზედაპირის სხვანაირად განლაგებისას. გაანგარიშების შედეგები მოყვანილია ცხრილების სახით, რომლებიც ადასტურებენ შრომაში [1] მიღებული ფორმულების და პროგრამების სისწორეს, რომლებიც შედგენილი იყო ამ ფორმულების ეგმ-ზე გარსების გასაანგარიშებლად.

**SINGULARITIES OF AXYSIMMETRIC SHELL CALCULATION AT  
ARBITRARY SELECTED DESIGN SURFACE**

**J. Bichiashvili, Z. Bichiashvili, G. Bichiashvili**

**Summary**

The methods of medium thickness and thin, free and located on complex elastic foundation, single-layer and multi layer orthotropic and isotropic axysimmetric shells solution problem [1], would be applied at arbitrary selected design surface of shell. Despite this accordingly of calculation results of same shell's the mode of deformation carried out at various design surfaces would be different. In the article are studied the features of axysimmetric shells solution problem at arbitrary selected design surface. The results of calculation are stated in the Table that are confirmed the correctness of obtained in the work [1] formulae and computer programs that were compiled for shell's calculation on computer by these formulae.

შპს 339;626.9

საქართველოს სამეწარმეო ბიზნესი და მენეჯერთა შრომის  
ანაზღაურება

გ. ტყეშელაშვილი, ი. სალუქვაძე

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

**რეზიუმე:** საქართველოს ეკონომიკის ჩამორჩენილობა გამოწვეულია როგორც ობიექტური, ისე სუბიექტურ ფაქტორებით. ამოცანა მდგომარეობა სამეწარმეო ბიზნესის დაჩქარებულ განვითარებაში. ამ მიმართულებით ერთ-ერთ ძირითად ამოცანას წარმოადგენს სამეწარმეო ბიზნესში დასაქმებულთა ხელფასით სამართლიანი უზრუნველყოფა, სადაც გათვალისწინებული იქნება თითოეული მუშაკის კვალიფიკაცია, შრომის დანახარჯები და ხარისხი. სტატიაში შემოთავაზებულია ხელფასის განსაზღვრის მეთოდოლოგია.

**საკვანძო სიტყვები:** სამეწარმეო ბიზნესი, შრომის ანაზღაურება, მენეჯერი, მომუშავეთა რიცხოვნება, მოტივაცია.

საქართველოს ეკონომიკური განვითარებლობა, სხვა ობიექტურ ფაქტორებთან ერთად, განპირობებულია სამეწარმეო ბიზნესის ჩამორჩენილობით. საქართველო, რომელიც დამოუკიდებლობის მოპოვებამდე ითვლებოდა ეკონომიკურად ერთ-ერთ ყველაზე განვითარებულ რესპუბლიკად სსრკ-ში, ხოლო მისი სამრეწველო პოტენციალი ძალიან მაღალი იყო და იმ დროის ისეთ განვითარებულ სახელმწიფოებს უტოლდებოდა, როგორებიცაა პოლანდია, ავსტრია, დანია და ა. შ. დღეისათვის საგალალო მდგომარეობაშია.

1988 წელს გამოცემული სტატისტიკური ცნობარის თანახმად საქართველოში 1987 წელს წარმოებული იქნა 22645,1 მლნ. მან. ერთობლივი საზოგადოებრივი პროდუქტი, საიდანაც

მრეწველობაზე მოდიოდა 13,722,6 მლნ. მან. საწარმოო ძირითადი ფონდების საერთო ღირებულება შეადგენდა 24,271 მლნ. მან. საიდანაც მრეწველობაზე მოდიოდა 10,176 მლნ. მან.<sup>12</sup> თუ მოვახდენთ მაშინდელი მანეთის და დღევანდელი ლარის მსყიდველუნარიანობის შედარებას ძირითადი მოხმარების პროდუქციის მიხედვით, როგორებიცაა საკვები, ტრანსპორტი, საწვავი, კომუნალური გადასახადები, მომსახურება და ა.შ. მივიღებთ, რომ 1987 წელს მანეთი 10-ჯერ მაინც აღემატებოდა დღევანდელ ლარს. ამ შეფარდების მხედველობაში მიღებით, ზემოთ მოყვანილი ციფრობრივი მონაცემები დღევანდელი ტერმინოლოგიის მიხედვით დაახლოებით ასეთ სურათს მოგვცემს: საქართველომ 1987 წელს აწარმოა მშპ 226,451 მლნ. ლარის, რომელშიდაც მრეწველობის წილად მოდიოდა 137,226 მლნ. ლარი ანუ 60,6%, ხოლო ქვეყნის ძირითადი საწარმოო კაპიტალი შეადგენდა 242,710 მლნ. ლარს, საიდანაც მრეწველობაზე მოდიოდა 101,760 მლნ. ლარი. რაც პროცენტულად 41,9%-ის ტოლი იყო. აღნიშნული ციფრობრივი მონაცემები მიუთითებენ იმ გარემოებაზეც, რომ მაშინ მრეწველობაში შრომის ნაყოფიერების დონე გაცილებით მაღალი იყო, ვიდრე ეკონომიკის სხვა დარგებში

დღევანდელი სურათი კი ოფიციალური მონაცემებით ასეთია: მშპ ტოლია 246344 მლნ. ლარის (2011 წ-ს. შემცირებულია 9.3-ჯერ)<sup>13</sup>. აქედან მრეწველობის წილი წარმოდგენილია 2,929.2 მლნ. ლარით. (შემცირებულია 46.8-ჯერ). ასეთივე არასახარბიელო სურათს იძლევა არსებული ძირითადი კაპიტალის მონაცემებიც. 2011 წელს ძირითადი აქტივების საერთო ღირებულებამ შეადგინა – 15,538.7 მლნ. ლარი, საიდანაც მრეწველობაზე მოდიოდა 4,580.5 მლნ. ლარი.<sup>14</sup> (შემცირებულია 22,2-ჯერ).

წარსულს ჩაბარდა ისეთი დიდმასშტაბური მანქანათმშენებელი ქარხნები, როგორებიც იყო ქუთაისის საავტომობილო (დასაქმებული იყო 16 000 კაცზე მეტი), ქუთაისის სატრაქტორო ქარხანა (მომუშავეთა რიცხოვნება 5000 კაცზე მეტი), საწარმოო გაერთიანება “ჩარხმშენებელი” (4500 კაცი), სვ “ელექტროაპარატი” (4700 კაცი) და სხვა, ხოლო ისეთმა გიგანტმა საწარმოებმა, როგორებიცაა თბილისის საავიაციო ქარხანა და რუსთავის მეტალურგიული კომბინატი, წარმოების მოცულობა შეამცირეს 30-40-ჯერ. ასეთივე მდგომარეობაა მრეწველობის სხვა დარგებშიც – მსუბუქი მრეწველობა, საკონსერვო წარმოება, სამშენებლო მასალების წარმოება და ა.შ. საქართველოს მრეწველობას დღევანდელი სტატისტიკა სამ ნაწილად ჰყოფს. ესენია:

<sup>12</sup> Народное хозяйство Грузинской ССР в 1987 г. Тбилиси, 1988г. стр. 14, 44.

<sup>13</sup> მონაცემები აღებულია – საქართველოს სტატისტიკური წელიწადი 2012. თბილისი, 2013. გვერდები: 109, 115.

<sup>14</sup> იქვე. გვერდები 134 და 142.

სამთო-მომპოვებითი მრეწველობა (C), დამამუშავებელი მრეწველობა (D), ელექტროენერჯის, აირისა და წყლის წარმოება (E), საიდანაც ყველაზე მაღალი ხვედრითი წილით E სექციაა წარმოდგენილი და აქაც მუშაობა ძირითადად ძველი სიმძლავრეებით მიმდინარეობს.

ქვეყნის ეკონომიკის და მათ შორის მრეწველობის დაცემის უკეთ აღქმისათვის ზემოთ მოყვანილი მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილი 1-ში.

ცხრილი 1

### 1987 და 2011 წლის ძირითადი ეკონომიკური პარამეტრების შედარება

მაჩვენებლები	1987 წელი	2011 წელი	შემცირება (მატება)
მთლიანი შიდა პროდუქტი	226,451,0	24,344.0	შემცირება 9.3-ჯერ
სამრეწველო პროდუქციის მოცულობა	137,226.0	2,929.2	შემცირება 46.8-ჯერ
ძირითადი საწარმოო აქტივები	242,710.0	15,538.7	შემცირება 15.6-ჯერ
მრეწველობის ძირითადი აქტივები	101,760.0	4,580.5	შემცირება 22.2-ჯერ

საქართველოში სამეწარმეო ბიზნესის ასეთი დაცემა მრავალმა ფაქტორმა განაპირობა, რომელთაგან ობიექტურს მიეკუთვნება ტრადიციული სამეურნეო კავშირების მოშლა, სამოქალაქო ომი, მეურნეობრიობის სისტემის ცვლილება, ხოლო სუბიექტურებია: მტაცებლური და კლანური ეკონომიკა; დამორგუნავი საგადასახადო სისტემა, განსაკუთრებით დამოუკიდებლობის პირველი 15 წლის განმავლობაში; საბაზრო ინფრასტრუქტურის განვითარებისთვის არასათანადო ხელშეწყობა; საბანკო-საკრედიტო სისტემის მოუწესრიგებლობა; საწარმოს არასათანადო მენეჯმენტი და სხვა. ყოველივე აღნიშნულმა კი გამოიწვია ქართული პროდუქციის არაკონკურენტუნარიანობა არა მარტო საგარეო, არამედ შიდა ბაზარზეც.

დღეისათვის სამეწარმეო გარემო, მიუხედავად მისი უამრავი ნაკლოვანებისა, მაინც შეიძლება ითქვას – მოწესრიგებულია, ამიტომ შესაძლებელია სამეწარმეო სფეროს განვითარება, ხოლო ქვეყანაში სამეწარმეო ბიზნესის განვითარების გარეშე, იგი განწირულია მუდმივი ეკონომიკური ჩამორჩენილობისათვის.

სამრეწველო პროდუქციის კონკურენტუნარიანობის ამაღლების საქმეში ერთ-ერთ ძირითად მიმართულებად უნდა იქცეს სამეწარმეო პერსონალის ხელმძღვანელობის გაუმჯობესება.



ნებისმიერი საწარმოს ძირითად კონკურენტულ უპირატესობას წარმოადგენს კვალიფიცირებული პროფესიული საკადრო შემადგენლობა. კადრებთან მუშაობა მოიცავს შემდეგ ელემენტებს: ეფექტური საკადრო პოლიტიკა, პერსონალის შერჩევა, პერსონალის შეფასება, კადრების განლაგება, მომუშავეთა ადაპტაცია, პერსონალის სწავლება.

პერსონალის მენეჯმენტის მიზანს წარმოადგენს მომუშავეთა სამეწარმეო, შემოქმედებითი აქტივობის ამაღლება. განსაკუთრებულ მოთხოვნას საჭიროებს ადმინისტრაციულ-მმართველობითი მომუშავეების შემადგენლობის განსაზღვრა. აღნიშნულ საკითხებს დიდ ყურადღებას უთმობენ მთელ მსოფლიოში. აღსანიშნავია კ. ვ. რამანის, რ. ჯაიპკაშ რედის, ა. კუმარის, რ. შარმის, ნ. აგოშკოვის, ნ. პაიჭადის, მ. ზუბიაშვილის, ვ. გურგენიძის და სხვათა შრომები, რომლებიც ხელმძღვანელი კადრების შერჩევას რეკომენდაციას იძლევიან, რომ გათვალისწინებული უნდა იქნას არა მარტო პროფესიონალიზმი, არამედ საერთო ინტელექტი და კულტურის დონე. ამ უკანასკნელთა შეფასებისათვის კი იძლევიან სხვადასხვა ტესტებს და მათ შეფასებას.<sup>15</sup>

თეორიული საკითხების ანალიზი აჩვენებს, რომ კადრების შერჩევას პრინციპი ეფუძნება ადმინისტრაციულ მეთოდებს და პიროვნების მრავალმხრივ განვითარებას ადამიანური ურთიერთობების თეორიის ჭრილში.

იმ მიზნით, რომ ხელმძღვანელი კადრების მოტივაცია ამაღლდეს საწარმოს საბოლოო ტექნიკურ-ეკონომიკური პარამეტრების გაუმჯობესებისადმი ერთერთი ძირითადი საკითხია პერსონალის შეფასების და ხელფასის სისტემის გაუმჯობესება.

სპეციალისტებისათვის ასეთ კრიტერიუმებად შეიძლება იყოს: განათლება, საწარმოო გამოცდილება, ინტელექტუალური უნარი. აღნიშნულის მახასიათებლებია: კომპეტენტურობა შემოქმედებით საკითხებში, დაკავშირებული თანამდებობრივ მოვალეობებთან; უნარი განჭვრიტოს განვითარების პერსპექტივა; გამოყოს ყველაზე მნიშვნელოვანი და აქტუალური სიტუაციები; კოლექტივის მართვის უნარი; პროფესიული ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების შესაძლებლობა და სხვა.

ამ შემთხვევაში ხელმძღვანელების და პროფესიონალების შრომის შეფასების ყველაზე ეფექტური ფორმაა ატესტაცია. ატესტაციისას მთავარი ყურადღება საჭიროა მიექცეს შესაფასებელ

---

<sup>15</sup> იხ.:K.N. Ramani. Personnel Management. 2005. p 115; R. Jaiapkash Reddi. Personnal Managment. 2007. p. 431; Arin Kumar, Rachana Sharmi. Personnel Managment. Teoriend Practice. 2009. 238 p. და სხვა.

კრიტერიუმებს, ამ კრიტერიუმების რაოდენობივი შეფასების შესაძლებლობას, რომელიც გამოისახება ბალებში. საატესტაციო კომისიის გადაწყვეტილებები უნდა ხასიათდებოდეს ობიექტურობით და მაქსიმალურად ადეკვატურად ასახავდეს შესაფასებელი პერსონალის რეალურ მდგომარეობას.

ატესტაციის მონაცემებზე დაყრდნობით საჭიროა განისაზღვროს მომუშავეს (ამ შემთხვევაში ინჟინერ-ტექნიკური პერსონალის) ხელფასის სიდიდე. აღნიშნული კატეგორიის პერსონალის ანაზღაურება, როგორც წესი არ ექვემდებარება სატარიფო სისტემას, როგორც ეს განსაზღვრულია მუშათა კატეგორიისათვის.

ბალური შეფასებისას საჭიროა რამდენიმე საფეხურიანი გამოთვლის ჩატარება:

1. განისაზღვრება მომუშავეს მიერ ერთ თვეში გამომუშავებული ჯამური ბალის სიდიდე.

$$A_i = K_i * T_i * F; \quad (1)$$

სადაც  $K_i$  -  $i$  მომუშავეს კვალიფიკაციის დონეა ბალებში, მიღებული ატესტაციის შედეგად;  $T_i$  -  $i$  მომუშავეს მიერ ერთ თვეში გამომუშავება კაც-საათებში;  $F_i$  -  $i$  მომუშავეს შრომითი წვლილის კოეფიციენტი. აღნიშნული კოეფიციენტი ენიჭება თითოეულ მომუშავეს საატესტაციო კომისიის შეხედულებით.

2. განისაზღვრება ყველა კატეგორიის მომუშავეს ბალური ჯამი

$$A = \sum_{i=1}^n A_i \quad (2)$$

სადაც  $n$  ყველა კატეგორიის მომუშავეთა რიცხვია.

3. განისაზღვრება შეფასების ერთ ბალზე მოსული ხელფასის საშუალო სიდიდე, ამ მიზნით ხელფასის ფონდი ( $K$ ) იყოფა ბალების საერთო რიცხვზე ( $A$ ).

$$S = K : A \quad (3)$$

4. გამოითვლება ხელფასი მოცემული მომუშავეისათვის. ამისათვის ერთი ბალის ხელფასი ( $S$ ) მრავლდება მოცემული მუშაკის ბალების საერთო რიცხვზე

$$S_i = S * A_i \quad (4)$$

ასეთი გამოთვლების სქემა წარმოდგენილია ნახ. 2-ზე.

## ხელფასის გამოთვლა არატარიფულ სისტემაში

გ.ს.პ.	კვალიფიკ. დონე	გამომუშ. ღრო	შრომითი წვლილის კოეფიციენტი	ბალის რიცხვი	ბალის ხელფასი	ხელფასი
1	4.5	180	1.3	1,053.0	4.8	5,054.4
2	4.09	180	1.3	957.06	4.8	4,593.9
3	3.62	170	1.2	738.48	4.8	3,544.7
4	2.89	180	0.9	468.18	4.8	2,247.3
5	2.44	179	1.1	480.43	4.8	2,306.1
6	2.0	180	1.2	432.0	4.8	2,073.6
7	1.0	176	1.3	228.8	4.8	1,098.24
სულ	X	X	X	5177.0		24,850.0

ასეთი სისტემის გამოყენებისას მიზანშეწონილია ხელფასი დამოკიდებული იყოს საწარმოს საბოლოო მაჩვენებელზე, წარმოების შედეგებზე. აქედან გამომდინარე საჭიროა უპირველესად გამოანგარიშებული იქნას საწარმოს სახელფასო ფონდის საერთო სიდიდე, რომლისგანაც განისაზღვრება აღნიშნული კატეგორიის მომუშავეთა ფუნქციონალური რგოლების ჯამური ხელფასის ფონდი. რგოლებისათვის ხელფასის ფონდის განსაზღვრისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ შემოთავაზებული სქემით, ხოლო მას შემდეგ, რაც განისაზღვრება ფუნქციონალური რგოლის ხელფასის ფონდის მოცულობა, გამოითვლება თითოეული მუშაკის ხელფასის სიდიდე.

არსებობს სამეურნეო (ფუნქციონალური) რგოლების ხელფასის განსაზღვრის მეორე გზაც. ამ შემთხვევაში თითოეული რგოლი საჭიროა იმყოფებოდეს დამოუკიდებელ სამეურნეო ანგარიშზე. ხელფასის ფონდის განსაზღვრის სქემა მოცემულია ცხრილ 2-ში.

№	მაჩვენებლები	მნიშვნელობა
1.	პროდუქციის ღირებულება (ათასი ლარი)	672
2.	მატერიალური დანახარჯები (ათასი ლარი)	496
3.	იჯარის გადასახადი (ათასი ლარი)	100
4.	შემოსავალი (პ1 – პ2 – პ3) (ათასი ლარი)	76
5.	მიღებული ავანსი (ათასი ლარი)	45
6.	გასაცემი ხელფასის ფონდი (ათასი ლარი)	31

ხელფასის განსაზღვრის შემოთავაზებული სისტემის პირობებში სტრუქტურული ერთეული დამოუკიდებელია თითოეული მუშაკის ხელფასის განსაზღვრაში. ხელფასი გაცილებით სამართლიანია და იზრდება მომუშავეთა პასუხისმგებლობა ფირმის საბოლოო ტექნიკურ-ეკონომიკური პარამეტრების გაუმჯობესების საქმეში.

## **ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЙ БИЗНЕС В ГРУЗИИ И ОПЛАТА ТРУДА МЕНЕДЖЕРОВ**

**Г. Ткешелашвили, И. Салуквадзе**

### **Резюме**

Экономическая отсталость Грузии вызвана как объективными, так и субъективными факторами. Задача состоит в ускоренном развитии предпринимательского бизнеса. В этом направлении, одной из основных задач представляет справедливое обеспечение заработной платой занятых в предпринимательском бизнесе, где будет учтена квалификации каждого работника, затраты и качество труда. В статье предложен метод определения заработной платы.

## **ENTREPRENEURIAL BUSINESS IN GEORGIA AND REMUNERATION OF MANAGERS LABOUR**

**G. Tkeshelashvili I. Salukvadze**

### **Summary**

Georgia's economic backwardness is caused by objective as well as subjective factors. The task consists in accelerated development of entrepreneurial businesses. In this direction, one of the main tasks is to ensure a fair wage by employees in the entrepreneurial business, where will be taken into account each employee's qualifications, labour inputs and quality of labor. In this article is offered a method for the determination of wages.

УДК 624.074.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ЗАДАЧИ РАСЧЁТА ОБОЛОЧЕК

Дж. Бичиашвили, З. Бичиашвили, Г. Бичиашвили

(Грузинский технический университет, ул. М. Костава, 75, г.

Тбилиси, Грузия)

**Резюме:** В статье выполнено исследование дифференциальных уравнений осесимметричной задачи расчёта оболочек, к которой применим принцип взаимности работ. Необходимость проведения таких исследований обусловлена наличием ряда ошибок, которые были обнаружены при проверке блоков  $P$  матрицы, дифференциальных уравнений задачи. Проведена дополнительная проверка блока  $P_{vu}$  матрицы  $P$ , содержащего податливости оболочки. В работе доказана правильность ранее полученных формул на основе преобразования податливостей.

I

В работе [1] были получены условия (19) [1], которым должна удовлетворять матрица  $P$  дифференциальных уравнений, полученная для задач, к которым применим принцип взаимности работ (19) [1]

$$\left. \begin{aligned} P_{uu} &= -\bar{P}_{vv}^* = -\left(\frac{\cos \alpha}{r} E + P_{vv}^*\right); \\ P_{uv} &= \bar{P}_{uv}^* = P_{uv}^*; \\ P_{vu} &= \bar{P}_{vu}^* = P_{vu}^*; \\ P_{vv} &= -\bar{P}_{uu}^* = -\left(\frac{\cos \alpha}{r} E + P_{uu}^*\right). \end{aligned} \right\} \quad (19) [1]$$

Материал рассматриваемой ортотропной оболочки этому принципу удовлетворяет; это следует из последнего уравнения (8) [2]:

$$B_{rtz} = B_{tz} \mu_{rtz} = B_{rz} \mu_{trz}. \quad (8) [2]$$

Указанному принципу упругое основание, на котором расположена оболочка, удовлетворяет, если матрица  $K$  коэффициентов постели /см. выражение (1) [3]/

$$K = \begin{vmatrix} K_{nT} & K_{nW} & K_{n\theta} \\ K_{qT} & K_{qW} & K_{q\theta} \\ K_{mT} & K_{mW} & K_{m\theta} \end{vmatrix} \quad (1)[3]$$

симметрична, т.е. если

$$K_{nW}=K_{qT}; \quad K_{n\theta}=K_{mT}; \quad K_{q\theta}=K_{mW}. \quad (1)$$

## II

В этом, следовательно, случае матрица  $P$ , определяемая формулой (17) [2] должна удовлетворять условиям (19) [1]. В настоящей работе сделана проверка выполнения этих условий. Такая проверка необходима, так как в процессе получения матрицы  $P$ , весьма громоздком, было возможно появление ошибок.

Блоки  $P_{uu}$  и  $P_{vv}^*$  [см. выражение (3) матрицы  $P$  приведённое в работе [1]]

$$P = \begin{vmatrix} P_{uu} & P_{uv} \\ P_{uv} & P_{vv} \end{vmatrix} \quad (2)$$

должны удовлетворять первому из уравнений (19) [1]:

$$P_{uu} = -\left(\frac{\cos \alpha}{r} E + P_{vv}^*\right),$$

т.е. должно выполняться равенство двух матриц:

$$\begin{vmatrix} \frac{\cos \alpha}{r} (C_{11} - 1) & -\frac{1}{R} & C_{12} \frac{\cos \alpha}{r} \\ \frac{1}{R} + C_{11} \frac{\sin \alpha}{r} & -\frac{\cos \alpha}{r} & C_{12} \frac{\sin \alpha}{r} \\ C_{21} \frac{\cos \alpha}{r} & 1 & \frac{\cos \alpha}{r} (C_{22} - 1) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -\frac{\cos \alpha}{r} (1 + b_{11}) & -\frac{1}{R} & -b_{21} \frac{\cos \alpha}{r} \\ \frac{1}{R} - b_{11} \frac{\sin \alpha}{r} & -\frac{\cos \alpha}{r} & -b_{21} \frac{\sin \alpha}{r} \\ -b_{13} \frac{\cos \alpha}{r} & 1 & \frac{\cos \alpha}{r} (1 + b_{23}) \end{vmatrix}. \quad (3)$$

Элементы вторых столбцов обеих матриц соответственно равны друг другу. Для того, чтобы соответственно равнялись друг другу и остальные элементы обеих матриц, должны иметь место равенства

$$C_{11}=-b_{11}; \quad C_{21}=-b_{13}; \quad C_{12}=-b_{21}; \quad C_{22}=-b_{23}. \quad (4)$$

Рассматривая выражения (VI-87) [4] матриц В и С и учитывая, что жёсткостные характеристики оболочки с индексами  $tr$  и  $rt$  соответственно одинаковы [см. выражения (7) [5]], устанавливаем, что равенства (4), а, следовательно, и условие (3), выполняются.

Блоки  $P_{uv}$  и  $P_{vu}$  матрицы  $P(2)$  в соответствии со вторым и третьим условиями (19) [1] должны быть симметричными. Из выражения (17) [2] матрицы  $P$  устанавливаем, что для этого должны выполняться равенства:

$$a_{12}=a_{21}; d_{21}=d_{13}. \quad (5)$$

Из выражения (VI-87) [4] для матриц А и D и выражений (7) [5] следует, что равенства (5) соблюдаются. Следовательно, выполняются второе и третье условия (19) [1].

Четвёртое условие (19) [1] выполняется потому, что оно может быть получено путём транспонирования матриц в первом условии (19) [1], выполнение которого уже было проверено.

Проведём дополнительную проверку блока  $P_{vu}$  матрицы  $P(2)$ , содержащего податливости оболочки, используя для этого формулу преобразования податливостей при переходе от расчётной поверхности 1 к расчётной поверхности 2, расположенной от неё на расстоянии  $a$  (см. Рис. 1).

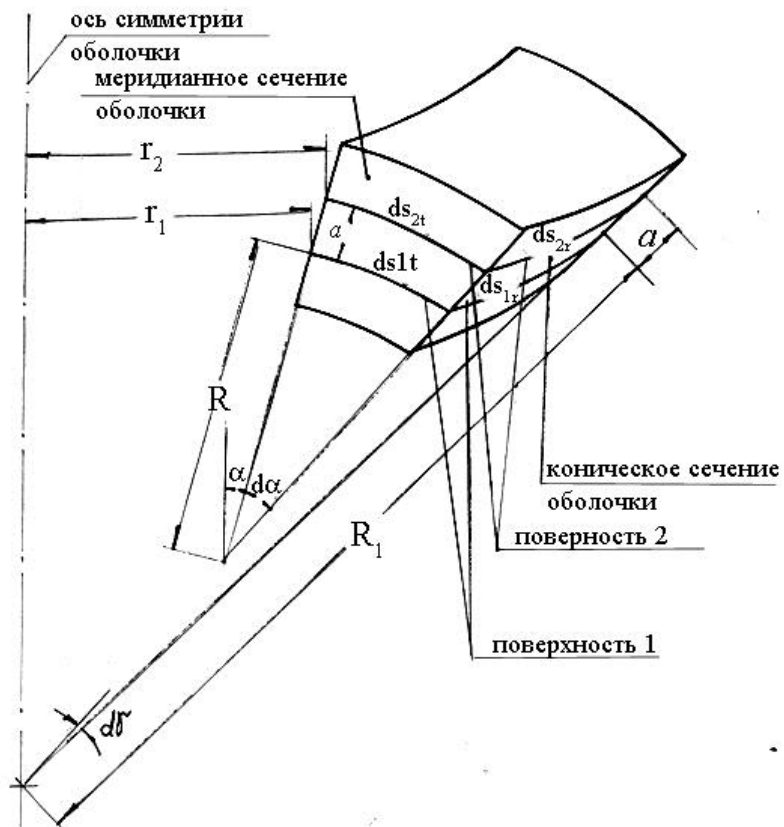


Рис. 1. Элемент оболочки

На основании формулы (15) [6]

$$P_{uu2} = \frac{\beta_t}{\beta_r} \begin{vmatrix} 1 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot P_{vu1} \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ a & 0 & 1 \end{vmatrix}. \quad (6)$$

Используя выражение(17) [2] для P, получаем <sup>16</sup>

$$\begin{aligned} P_{vu2} &= \begin{vmatrix} a_{112} & 0 & a_{122} \\ 0 & 0 & 0 \\ a_{212} & 0 & a_{222} \end{vmatrix} = \frac{\beta_t}{\beta_r} \begin{vmatrix} 1 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} a_{111} & 0 & a_{121} \\ 0 & 0 & 0 \\ a_{211} & 0 & a_{221} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ a & 0 & 1 \end{vmatrix} = \\ &= \frac{\beta_t}{\beta_r} \begin{vmatrix} a_{111} + a \cdot a_{211} + a \cdot a_{121} + a^2 a_{211} & 0 & a_{121} + a \cdot a_{221} \\ 0 & 0 & 0 \\ a_{211} + a \cdot a_{221} & 0 & a_{221} \end{vmatrix}, \end{aligned} \quad (7)$$

откуда на основании выражений (VI-87) [4]

$$\begin{aligned} \frac{1}{F_{r2}J_{r2}-S_{r2}^2} \begin{vmatrix} -J_{r2} & 0 & S_{r2} \\ 0 & 0 & 0 \\ S_{r2} & 0 & F_{r2} \end{vmatrix} &= \\ = \frac{\beta_t}{\beta_r(F_{r1}J_{r1}-S_{r1}^2)} \begin{vmatrix} -J_{r1} + 2aS_{r1} - a^2F_{r1} & 0 & S_{r1} - aF_{r1} \\ 0 & 0 & 0 \\ S_{r1} - aF_{r1} & 0 & -F_{r1} \end{vmatrix}. \end{aligned} \quad (8)$$

Из первых выражений (VI-80) [4] и (4) [5] и выражений (2) [6] находим, что

$$\begin{aligned} df_{r2} &= \frac{(R+a)B_r}{(R+a)+(z-a)} \cdot \frac{[(R_1+a)+(z-a)]}{(R_1+a)} dz = \\ &= \frac{R+a}{R} \cdot \frac{R_1}{R_1+a} \cdot \frac{RB_r}{R+z} \cdot \frac{R_1+z}{R_1} dz = \frac{\beta_r}{\beta_t} df_{r1}. \end{aligned} \quad (9)$$

Используя известные формулы, характеризующие изменение геометрических характеристик сечений при параллельном переносе оси, получаем

$$\left. \begin{aligned} F_{r2} &= \frac{\beta_r}{\beta_t} F_{r1}; \\ S_{r2} &= \frac{\beta_r}{\beta_t} (S_{r1} - aF_{r1}); \\ J_{r2} &= \frac{\beta_r}{\beta_t} (J_{r1} - 2aS_{r1} + a^2F_{r1}). \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Подставим эти характеристики в левую часть уравнения (8):

$$\begin{aligned} \frac{1}{F_{r2}J_{r2}-S_{r2}^2} \begin{vmatrix} -J_{r2} & 0 & S_{r2} \\ 0 & 0 & 0 \\ S_{r2} & 0 & F_{r2} \end{vmatrix} &= \frac{\beta_t^2}{\beta_r^2 [F_{r1}(J_{r1}-2aS_{r1}+a^2F_{r1})-(S_{r1}-aF_{r1})^2]} \cdot \\ \cdot \frac{\beta_r}{\beta_t} \begin{vmatrix} -J_{r1} + 2aS_{r1} - a^2F_{r1} & 0 & S_{r1} - aF_{r1} \\ 0 & 0 & 0 \\ S_{r1} - aF_{r1} & 0 & -F_{r1} \end{vmatrix} &= \end{aligned}$$

<sup>16</sup> последние цифры 1 или 2 в индексах указывают номер расчётной поверхности



$$= \frac{\beta_t}{\beta_r(F_{r1}J_{r1} - S_{r1}^2)} \left\| \begin{array}{ccc} -J_{r1} + 2aS_{r1} - a^2F & 0 & S_{r1} - aF_{r1} \\ 0 & 0 & 0 \\ S_{r1} - aF_{r1} & 0 & -F_{r1} \end{array} \right\|. \quad (11)$$

Этот результат совпадает с выражением (8). Таким образом, используя формулы изменения геометрических характеристик сечений при параллельном переносе осей, мы получили результат, совпадающий с найденным на основе формулы (15) [6] преобразования податливостей. Это позволяет считать правильной как формулу (15) [6], так и блок  $P_{vi}$  матрицы  $P$  (в выражении (17) [2]).

### III

Таким образом выполнено исследование дифференциальных уравнений осесимметричной задачи расчёта оболочек, к которой применим принцип взаимности работ. Необходимость проведения таких исследований обусловлена наличием ряда ошибок, которые были обнаружены при проверке блоков  $P$  дифференциальных уравнений задачи. Проведена дополнительная проверка блока  $P_{vi}$  матрицы  $P$ , содержащего податливости оболочки. В работе доказана правильность ранее полученных формул на основе преобразования податливостей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Бичиашвили. Свойства уравнений осесимметричной задачи расчёта оболочек//Известия ВУЗ-ов. “Строительство и архитектура”, 1980, № 2.
2. Д. Бичиашвили. Осесимметричная задача расчёта многослойных ортотропных оболочек средней толщины на упругом основании//Известия ВУЗ-ов. “Строительство и архитектура”, 1978, № 9.
3. Д. Бичиашвили. Линии влияния для осесимметричных оболочек//Известия ВУЗ-ов. “Строительство и архитектура”, 1981, № 9.
4. Д. Бичиашвили. Опоры канатных дорог (конструкции и расчёт). Тбилиси: Издательство “Мецниереба”, 1982. -547 с.
5. Д. Бичиашвили. Жёсткостные характеристики ортотропной осесимметричной оболочки средней толщины//Известия ВУЗ-ов. “Строительство и архитектура”, 1979, №1.

6. **Д. Бичиашвили.** Преобразования при изменении положения расчётной поверхности ортотропной осесимметричной оболочки на упругом основании//Известия вузов. “Строительство и архитектура”, 1978, № 11.

## **გარსების გაანგარიშების ღერძსიმეტრიული ამოცანის დიფერენციალური განტოლებების გამოკვლევა**

**ჯ. ბიჭიაშვილი, ზ. ბიჭიაშვილი, გ. ბიჭიაშვილი**

### **რეზიუმე**

სტატიაში შესრულებულია გარსების გაანგარიშების ღერძსიმეტრიული ამოცანის დიფერენციალური განტოლებების გამოკვლევა, რომელთა მიმართაც გამოიყენება მუშაობათა ურთიერთობის პრინციპი, ასეთი გამოკვლევების შესრულების აუცილებლობა განპირობებულია მთელი რიგი შეცდომების არსებობით, რომლებიც აღმოჩენილი იქნა ამოცანის დიფერენციალური განტოლებების P მატრიცის ბლოკების შემოწმების დროს. ჩატარებულია P მატრიცის  $P_{vu}$  ბლოკის დამატებითი შემოწმება, რომელიც გარსის დამყოლობას ითვალისწინებს. ნაშრომში დამტკიცებულია ადრე მიღებული ფორმულების სისწორე დამყოლობის გარდაქმნის საფუძველზე.

## **INVESTIGATION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS OF AXISYMMETRIC TASK OF SHELLS CALCULATION**

**J. Bichiashvili, Z. Bichiashvili, G. Bichiashvili**

### **Summary**

In the article is carried out the investigation of differential equations of axisymmetric task of shells calculation related of that would be applied the principle of work interrelations. The necessity of carrying out such investigation is stipulated due existence of lot of errors, that were been revealed at checking of differential equations at checking the P matrixes blocks. Was carried out additional checking of  $P_{vu}$  block of P matrix that provides the flexibility of shell. In the work is proved earlier obtained formulae correctness on basis of flexibility of shell.

**სამეცნიერო ნაშრომის რედაქციაში წარმოდგენის წესი**

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

1. ნაშრომი უნდა შესრულდეს A4 ფორმატის ქაღალდის 1,5 ინტერვალით ნაბეჭდ გვერდზე ISO სტანდარტის მოთხოვნის მიხედვით:
  - ა) ნაშრომი უნდა მომზადდეს Microsoft Word-ში ცხრილებისა და ფორმულების რედაქტორების გამოყენებით; შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს Microsoft Excel-ის პროგრამა.
  - ბ) საშუალო ქაღალდის მინდვრის ზომები: ზედა – 35 მმ, ქვედა – 25 მმ, მარცხენა – 20 მმ, მარჯვენა – 20 მმ.
  - გ) ქართულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი უნდა აიწყოს LitNusx – ის გარნიტურის შრიფტით, ინგლისურ და რუსულ ენებზე შესრულებული ნაშრომი კი – Times New Roman შრიფტით.
  - დ) ნაშრომის დასახელება უნდა აიწყოს LitMtavr გარნიტურის შრიფტით (14B); ავტორის სახელი და გვარი – LitNusx გარნიტურის შრიფტით (13B); დასახელება ორგანიზაციის, სადაც შესრულდა საშუალო, უნდა მიეთითოს ფრჩხილებში – შრიფტით 13B; ნაშრომის რეზიუმე უნდა შესრულდეს კურსივი შრიფტით 12; საკვანძო სიტყვები – შრიფტით 12; ნაშრომის ტექსტი – 12; რუსულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი – შრიფტით 12; ლიტერატურის ჩამონათვალის შემდეგ ერთვის რეზიუმე ინგლისურ და რუსულ ენებზე შემდეგი მითითებით: ნაშრომის დასახელება, ავტორის (ავტორების) სახელი და გვარი. რეზიუმეს მოცულობა უნდა იყოს 10-15 სტრიქონი;
2. ნაშრომი წარმოდგენილი უნდა იყოს კომპაქტ დისკზე (CD-R) და ერთ ეგზემპლარად A4 ფორმატის ქაღალდზე (მკაფიოდ) დაბეჭდილი;
3. ნაშრომს თან უნდა ერთვოდეს მონაცემები ავტორის (ავტორების) შესახებ: სამეცნიერო ხარისხი, წოდება და თანამდებობა;
4. რედაქცია მხარს დაუჭერს ერთ ჟურნალში ერთი და იგივე ავტორების მიერ შესრულებულ არაუმეტეს სამი სტატიის გამოქვეყნებას;
6. ავტორი პასუხს აგებს ნაშრომის შინაარსსა და ხარისხზე;
7. ზემოთ ჩამოთვლილი მოთხოვნების შეუსრულებლობის შემთხვევაში სტატია არ მიიღება.

რეგიონული სამეწარმეო საქმიანობის განვითარების თავისებურებები  
 ო. გელაშვილი, გ. მაისურაძე, ნ. ბუთხუზი  
**SPECIFICITY OF DEVELOPMENT OF REGIONAL INDUSTRIAL ACTIVITY**  
 O. Gelashvili, G. Maisuradze, N. Butkhuzi  
**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**  
 О. Гелашвили, Г. Маисурадзе, Н. Бутхузи ..... 3

ბოთლის დეკორატიული საფუთავი  
 ჯ. უფლისაშვილი, ნ. ფიფია, მ. ყიფშიძე, ნ. ნათბილაძე  
**ДЕКОРАТИВНАЯ УПАКОВКА БУТЫЛКИ**  
 Дж. Уплисашвили, Н.Пипия, М. Кипшидзе, Н. Натбилაძე  
**DECORATIVE BOTTLE PACKAGING**  
 D. Uplisashvili , N. Pipia , M. kipshidze , N . Natbiladze ..... 8

„ახალი ფენომენის“ გამოყენება B500W-ტიპის არმატურის საწარმოებლად  
 ვ. კოპალეიშვილი, ნ. მუმლაძე, ზ. ტაბატაძე, მ. თაბაგარი, ბ. კერძევაძე, ო. ბარბაქაძე  
**USING OF "A NEW PHENOMENON" FOR PRODUCTION OF B 500W TYPE REINFORCEMENT**  
 V. Kopaleishvili, N. Mumladze, Z. Tabatadze, M. Tabagari, B. Kerdzevadze, O. Barbakadze  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ “НОВОГО ФЕНОМЕНА“ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРЫ ТИПА В 500W**  
 В. Копалейшвили, Н. Мумладзе, З. Табатадзе, М. Табагари, Б. Кердзевадзе, О. Барбакадзе ..... 14

ბაღამწოდების მბრუნობიარობაზე მომჭმედი სხვადასხვა ხელშემშლელი ფაქტორების გამოკვლევა  
 ნ. მღებრიშვილი, გ. შარაშენიძე, ა. დუნდუა, ა. ნოდია, ნ. კვაჭაძე, გ. მღებრიშვილი, მ. ტატანაშვილი  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМУЩАЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ДЕЙСТВИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ**  
 Н. Мгебришвили, Г. Шарашенидзе, А. Дундуа, А. Нодия, Н. Квачадзе, Г. Мгебришвили, М. Татанашвили  
**STUDY OF DISTURBING FACTORS ON THE ACTION SENSITIVITY INTELLECTUAL SENSOR**  
 N. Mgebrishvili, G. Sharashenidze, A. Dundua, A. Nodia, N. Kvachadze,  
 G. Mgebrishvili, M. Tatanashvili ..... 39

თვლიანი მობილური მანქანის გამავლობის გაუმჯობესების საშუალება  
 რ. კენკიშვილი, პ. დოლიძე, დ. ნიჟარაძე, ზ. მაისურაძე  
**КОНСТРУКЦИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ КОЛЁСНОЙ МОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ**  
 Р. КЕНКИШВИЛИ, Р. ДОЛИДЗЕ, Д. НИЖАРАДЗЕ, З. МАЙСУРАДЗЕ  
**DESIGN FOR DEVELOPMENT OF CROSS-COUNTRY CAPABILITY OF THE WHEELED MOBILE VEHICLE**  
 R. KENKISHVILI, P. DOLIDZE, D. NIZHARADZE, Z.MAISURADZE ..... 45

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПАЙКИ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ГЕРМОВВООДОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ ПУШЕК  
 В.В. Квасницкий<sup>1</sup>, А.М. Костин<sup>2</sup>, А.В. Лабарткава<sup>2</sup>, Ал.В. Лабарткава<sup>2</sup>  
**DEVELOPMENT OF METAL-CERAMIS SEALS SOLDERING PROCEDURE FOR ELECTRONIC BEAM GUNS**  
 V. Kvasnitski, A. Kostini, A. Labartkava, Al. Labartkava  
 ლითონკერამიკული ჰერმომომყვანების ჩრჩილვის ტექნოლოგიის დამუშავება ელექტრონულ-სხივური ზარბაზნებისათვის  
 ვ. კვასნიცკი, ა. კოსტინი, ა. ლაბარტკავა, ალ. ლაბარტკავა ..... 55

ლიანდაგის ტემპერატურული გაბღვების ძირითადი ნიშნები და მასზე გავლენის მომხდენი ფაქტორები

ნ. რურუა, შ. გელაშვილი

**ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВЫБРОСА ПУТИ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НЕГО**

**Н. Руруа, Ш. Гелашвили**

**KEY FEATURES OF TRACK BUCKLING AND CAUSING FACTORS**

**N. Rurua, Sh. Gelashvili ..... 59**

კონუსურ სამსხვრელებში ამპრავებად გამოყენებული ღრმეობიანი სწვრული ოთხბოლს მრუდმხარა-მხრეულიანი მქანის დინამიკური კვლევა

ა. თალაკვაძე

**ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СФЕРИЧЕСКОГО КРИВОШИПНО-КОРОМИСЛОВОГО МЕХАНИЗМА С ЗАЗОРАМИ ПРИМЕНЁННОГО В КАЧЕСТВЕ ПРИВОДА КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ**

**А. Талаквადзе**

**DYNAMICAL RESEARCH OF SPHERICAL FOUR-BAR CRANK-AND-SLOT MECHANISM WITH CLEARANCES APPLIED IN CONE CRUSHER'S DRIVES**

**A. Talakvadze ..... 67**

საქართველოს რკინიგზისათვის მასალების წარმოების პრობლემები და მათი დაძლევის მიმართულებები

თ. კუპატაძე, ზ. კუპატაძე

**ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ГРУЗИИ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ ПРЕДОЛЕНИЯ**

**Т. Купатадзе, З. Купатадзе**

**PROBLEMS OF PRODUCTION MATERIALS FOR GEORGIA RAILROAD AND BASIC DIRECTIONS OF PREDOLENIYA**

**T. Kupatadze Z. Kupatadze ..... 73**

სამრეწველო საწარმოებში სტრატეგიული დაგეგმვისა და მართვის როლი

ნ. სვანიძე, გ. ტყეშელაშვილი

**РОЛЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

**Н. Сванидзе, Г. Ткешелашвили**

**ROLE OF STRATEGIC PLANNING AND MANAGEMENT IN INDUSTRIAL ENTERPRISES**

**N. Svanidze, G. Tkeshelashvili ..... 78**

**РАСЧЁТ СФЕРИЧЕСКИХ, ДВУСЛОЙНЫХ ОРТОТРОПНЫХ ОБОЛОЧЕК СО СЛОЯМИ ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ И СВОБОДНЫХ МНП Дж.**

**Бичиашвили, З. Бичиашвили, Г. Бичиашвили**

რთულ ღრმეად ფუძეზე განლაგებული და თავისუფალი სწვრული, ცვლადის სისქის შრეების მქონე ორფობიანი ორთოტროპული ბარსების განაბარიშება საწყისი პარამეტრების მეთოდით

ჯ. ბიჭიაშვილი, ზ. ბიჭიაშვილი, გ. ბიჭიაშვილი

**CALCULATION OF SPHERICAL TWO-LAYER ORTHOTROPIC SHELLS WITH VARIABLE THICKNESS LAYERS LOCATED ON ELASTIC FOUNDATION BY METHOD OF INITIAL PARAMETERS J. Bichiashvili, Z. Bichiashvili, G. Bichiashvili ..... 86**

**ОБЩЕСТВЕННЫЙ И СОЦИАЛЬНЫЙ АСПЕКТЫ ЛОГИСТИКИ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА**

**Т. Горшков, Н. Бутхузи**

ლოგისტიკაში საზოგადოებრივი და სოციალური ასპექტები საქალაქო-სამგზავრო გადაზიდვებში

თ. გორშკოვი, ნ. ბუთხუზი

**PUBLIC AND SOCIAL ASPECTS IN URBAN AND PASSENGER'S CONVEYNANCE IN LOGISTICS**

**T. Gorshkovi, N. Butkhuzi ..... 95**

<p>მაგნიტურჰიდრავლიკური ამბრავის მქონე ხუნდებიანი მუხრუჭების ამოქმედების დროის ანალიზი ს. ბიწაძე АНАЛИЗ ВРЕМЕНИ СРАБАТЫВАНИЯ КОЛОДОЧНЫХ ТОРМОЗОВ С МАГНИТОГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ С.Г. Бицадзе ANALYSIS OF TIME OF ACTUATION OF BRAKE SHOE WITH MAGNETOHYDRAULIC DRIVE S.G. Bitsadze .....</p>	100
<p>ბიონაწვავების ავტოტრანსპორტზე გამოყენების პერსპექტივები გ. მიქაძე, ს. მღებრიშვილი, ე. მიქაძე, ზ. ბალიაშვილი, ლ. ბუბუტეიშვილი ПЕРСПЕКТИВИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОТОПЛИВ НА АВТОТРАНСПОРТЕ Г. Микадзе, Х. Мгебришвили, Е. Микадзе, З. Балиашвили, Л. Бубутеишвили PERSPECTIVE OF BIOFUEL ON THE MOTOR TRANSPORTS G. Mikadze, Kh. Mgebrishvili, E.Mikadze, Z. Baliashvili, L. Bubuteishvili .....</p>	105
<p>სამრეწველო საწარმოთა მმართველობითი გადაწყვეტილების მიღების მოდელები ნ. სვანიძე, გ. ტყეშელაშვილი МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Н. Сванидзе, Г. Ткешелашвили MANAGERIAL DECISION MODELS IN INDUSTRIAL ENTERPRISES N. Svanidze, G. Tkeshelashvili .....</p>	110
<p>საქართველოს საინვესტიციო პერსპექტივა მ. ლომიძე ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПЕРСПЕКТИВА ГРУЗИИ М. Ломидзе INVESTMENT PERSPECTIVE OF GEORGIA M. Lomidze .....</p>	118
<p>ლოგისტიკური ცენტრების ადგილმდებარეობების განსაზღვრის კრიტერიუმების ანალიზი გ. დობორჯგინიძე CRITERIA ANALYSIS FOR THE LOCATION SELECTION OF LOGISTICS CENTERS G. Doborjginidze АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ Г. Доборджгинидзе .....</p>	125
<p>ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ВЛИЯНИЯ ДЛЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ОРТОТРОПНЫХ ОБОЛОЧЕК СРЕДНЕЙ ТОЛЩИНЫ РАСПОЛОЖЕННЫХ НА СЛОЖНОМ УПРУГОМ ОСНОВАНИИ ВИНКЛЕРОВСКОГО ТИПА, ЗАГРУЖЕННЫХ ОСЕСИММЕТРИЧНЫМИ НАГРУЗКАМИ Дж. Бичиашвили, З. Бичиашвили, Г. Бичиашвили გავლენის სახეობის აგება ვინკლერის ტიპის რთულ დრეკად უშუალო განლაგებული საშუალო სისქის მრავალშრიანი ორთოტროპული ღერძსიმეტრიული დატვირთვის მოქმედების ქვეშ მყოფი ბარსებისათვის ჯ. ბიჭიაშვილი, ზ. ბიჭიაშვილი, გ. ბიჭიაშვილი CONSTRUCTION OF INFLUENCE LINES FOR MYLTI-LAYER MEDIUM THICKNESS ORTHOTROPIC SHELLS WITH LOCATED ON WINKLER TYPE COMPLEX ELASTIC FOUNDATION UNDER AXISYMMETRIC LOADS J. Bichiashvili, Z. Bichiashvili, G. Bichiashvili .....</p>	136

მაგნიტურჰიდრავლიკური საბიკმეგამლას ტოროიდული მემბრანის ეფექტური ფართის განსაზღვრის შესახებ

ს. ბიწაძე

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ ТОРОИДАЛЬНОЙ МЕМБРАНЫ  
МАГНИТОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ТОЛКАТЕЛЯ

С. Бицадзе

ON THE DETERMINATION OF EFFECTIVE AREA OF TOROIDAL MEMBRANE OF  
MAGNETOHYDRAULIC PUSHER

S. Bitsadze ..... 148

საკონტეინერო გადაზიდვების მართვის ეფექტური

სისტემის დამუშავება

ნ. ბუთხუზი

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Н. Бутхузи

DEVELOPING OF EFFECTIVE CONTAINER TRAFFIC SYSTEM

N. Butkhuzi ..... 152

ОПТИМАЛЬНЫЙ МЕТОД РЕГУЛИРОВАНИЯ  
НАПРЯЖЕНИЯ И ЧАСТОТЫ ТРЕХФАЗНОГО ИНВЕРТОРА

Карипидис С.И., Маглакелидзе Т.А., Саникидзе Дж.К., Схиртладзе Ю.П.

სამფაზა ინვერტორის ძაბვის და სიხშირის რეგულირების ოპტიმალური მეთოდი

ს. კარიპიდისი, თ. მაღლაკელიძე, ჯ. სანიკიძე, ი. სხირტლაძე

OPTIMAL THREE-PHASE INVERTER VOLTAGE AND FREQUENCY CONTROL METHOD

Karipidis S.I., Maglakelidze T.A., Sanikidze J.K., Skhirtladze Iu.P. .... 159

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНО ВЫБРАННОЙ  
РАСЧЁТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЕЁ

Дж. Бичиашвили, З. Бичиашвили, Г. Бичиашвили

ღერქსიმეტრიული ბარსის ბანგბაროშების თანხმეზრეზან ნებისმიერად შერჩეული სანგბაროშო ზედაპირის დროს

ჯ. ბიჭიაშვილი, ზ. ბიჭიაშვილი, გ. ბიჭიაშვილი

SINGULARITIES OF AXYSYMMETRIC SHELL CALCULATION AT ARBITRARY SELECTED DESIGN SURFACE

J. Bichiashvili, Z. Bichiashvili, G. Bichiashvili ..... 168

საქართველოს სამეწარმეო ბიზნესი და მენეჯერთა შრომის ანაზღაურება

გ. ტყეშელაშვილი, ი. სალუკვაძე

ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЙ БИЗНЕС В ГРУЗИИ И ОПЛАТА ТРУДА МЕНЕДЖЕРОВ

Г. Ткешелашвили, И. Салуквадзе

ENTREPRENEURIAL BUSINESS IN GEORGIA AND REMUNERATION OF MANAGERS LABOUR

G. Tkeshelashvili I. Salukvadze ..... 180

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ЗАДАЧИ РАСЧЁТА  
ОБОЛОЧЕК

Дж. Бичиашвили, З. Бичиашвили, Г. Бичиашвили

ბარსების ბანგბაროშების ღერქსიმეტრიული ამოცანის დიფერენციალური განტოლებების გამოკვლევა

ჯ. ბიჭიაშვილი, ზ. ბიჭიაშვილი, გ. ბიჭიაშვილი

INVESTIGATION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS OF AXISYMMETRIC TASK OF SHELLS CALCULATION

J. Bichiashvili, Z. Bichiashvili, G. Bichiashvili ..... 187

ავტორთა საყურადღებოდ ..... 193

ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №3 (28) 2013

ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ №3 (28) 2013

TRANSPORT AND MACHINEBUILDING №3 (28) 2013

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

გამოდის პერიოდულად ოთხჯერ  
Журнал выходит в год четыре раза  
Published periodically for four times a year

გამომცემლობა „ ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“  
Издательство „ ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ ”  
PPPublishing House „ TRANSPORT AND MACHINEBUILDING”

**№503 დეპარტამენტის სასწავლო-სამეცნიერო კვლევითი ცენტრი „PRINT MEDIA”**  
**Учебно – научный центр №503-го департамента, „ PRINT MEDIA”**  
**№503 department’s of scientific and research centre „ PRINT MEDIA”**

**The number of state registration - # 4023; 105239910**

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 2013 წ. 30 დეკემბერი;  
გამოცემის ფორმატი 60X84 1/8; ფიზიკური ნაბეჭდი  
თაბახი 11.25; საბეჭდი ქაღალდი – ოფსეტური №1.

Подписано к печати 30 : 12: 2013г; Формат издания л. 60X84 1/8;  
Физичесих печатных листов 11.25; Печатная бумага - офсетная №1.

Signed for printing 30: 12: 2013;  
Editor size 60X84 1/8; printed  
sheet 11.25; printing paper - Offset N1.



# სტუ-ს სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი



აქტიური როლი მონაწილეობა  
საერთაშორისო კონკურსებში

აწარმოებს ბეჭდვითი მედიისა და სარეკლამო  
სელექციების ციფრული ტექნოლოგიების  
მალაქვალ იფიციურ სპეციალისტებს

კვალიფიკაცია და სწავლების ხანგრძლივობა:

- ბაკალავრი - 4 წელი,
- მაგისტრი - 2 წელი,
- დოქტორი - 3 წელი