

# ტრანსპირენტი და მანქანათმშენებლობა

ISSN 1512-3537



სამეცნიერო-ტექნიკური  
ჟურნალი

№4(19) 2010

თბილისი



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

ISSN 1512-3537

# ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა

№4 (19) 2010

სასწავლო – მეთოდური და

სამეცნიერო – კვლევითი ნაშრომების კრებული



გამომცემლობა „ ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“

თბილისი 2010

**ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა**  
**ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ**  
**TRANSPORT AND MACHINEBUILDING**  
**სარედაქციო კოლეგია**

პროფ. ზურაბ ბოგველიშვილი; პროფ. ბორის ბოკოლიშვილი; პროფ. ალექსი ბურდულაძე; პროფ. ოტარ გელაშვილი (მთავარი რედაქტორი); პროფ. ვახტანგ გოგილაშვილი; პროფ. მერაბ გოცაძე; პროფ. ლია დემეტრაძე; პროფ. მელორ ელიზბარაშვილი; პროფ. ჯუმბერ იოსებიძე; პროფ. სერგო კარიბიძისი; პროფ. ვასილ კოპალეიშვილი; პროფ. თამაზ მებრელიძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე); პროფ. ენვერ მოისწრაფიშვილი; პროფ. თამაზ მჭედლიშვილი; პროფ. გოდერძი ტყეშელაშვილი; პროფ. ჯუმბერ უფლისაშვილი (დამფუძნებელი და გამომცემელი); პროფ. არჩილ შრანგიშვილი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე); პროფ. ანზორ შავგულიძე; პროფ. ავთანდილ შვანგირაძე; პროფ. მიხეილ შილაკაძე; პროფ. მერაბ შვანგირაძე; პროფ. ზაურ ჩიტაძე; პროფ. დავით ძოწენიძე; პროფ. გია ჭელიძე; პროფ. ზურაბ ჯაფარიძე.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

проф. Зураб Богвелишвили; проф. Борис Боколишвили; проф. Алексей Бурдуладзе; проф. ОТАР ГЕЛАШВИЛИ (главный редактор); проф. Вахтанг Гогилашвили; проф. Мераб Гоцадзе; проф. Лиа Деметрадзе; проф. Мелор Елизбарашвили; проф. Джумбер Иосебидзе; проф. Серго Карипидис; проф. Василий Копалеишвили; проф. ТАМАЗ МЕГРЕЛИДЗЕ (зам.главного редактора); проф. Энвер Моисцрапишвили; проф. Тамаз Мчедлишвили; проф. Годердзи Ткешелашвили; проф. ДЖУМБЕР УПЛИСАШВИЛИ (основатель и издатель); проф. АРЧИЛ ПРАНГИШВИЛИ (зам. главного редактора); проф. Анзор Шавгулидзе; проф. Автандил Шарвашидзе; проф. Михаил Шилакадзе; проф. Мераб Швангирадце; проф. Заур Читидзе; проф. Давид Дзоценидзе; проф. Гия Челидзе; проф. Зураб Джапаридзе.

**EDITORIAL BOARD**

Prof. Zurab bogvelishvily; prof. Boris Bokolishvily; Prof. Alexy Burduladze; Prof. OTAR GELASHVILY (editor-in-chief); Prof. Vakhtang Gogilashvily; Prof. Merab Gotsadze; Prof. Lia Demetradze; Prof. Melor Elizbarashvily; Prof. Jumber Iosebidze; Prof. Sergo Karibidisy; Prof. Vasil Kopaleishvily; Prof. TAMAZ MEGRELIDZE (deputy editor-in-chief); Prof. Enver Moistsrapishvily; Prof. Tamaz Mchedlishvily; Prof. Goderdzy Tkeshelashvily; Prof. JUMBER UPLISASHVILY (Constituent and editor); Prof. ARCHIL PRANGISHVILY (deputy editor-in-chief); Prof. Anzor Shavgulidze; Prof. Avtandil Sharvashidze; Prof. Mikheil Shilakadze; Prof. Merab Svangiradze; Prof. Zaur Chitidze; Prof. David Jotsenidze; Prof. Gia Chelidze; Prof. Zurab Djaparidze.

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

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

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

პასუხისმგებელი რედაქტორი: **თეა ბარამაშვილი**

Ответственный редактор: **Tea Baramashvili**

Executive editor: **Tea Baramashvily**

რედაქციის მისამართი: თბილისი, კოსტავას 77

Адрес редакции: Тбилиси, Костава 77

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

Tel: 599 56 48 78; 551 611 611

**სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის შაკულტეტის  
სატრანსპორტო დეპარტამენტში გაერთიანებულია შემდეგი  
მიმართულებები:**

- **საზღვაო ტრანსპორტი და სატრანსპორტო მოწყობილობები (№38)**  
მიმართულება ამზადებს გემებისა და მათი ენერგეტიკული დანადგარების ექსპლუატაციის სპეციალისტებს.
- **საავტომობილო ტრანსპორტი (№46)**  
მიმართულება ამზადებს ავტომობილების ტექნიკური ექსპლუატაციის, ეკოლოგიური უსაფრთხოებისა და მოძრაობის ორგანიზაციის, საავტომობილო ტრანსპორტზე გადაზიდვების ორგანიზაციისა და მართვის სპეციალისტებს.
- **ვაგონმშენებლობის, საგაგონო მეურნეობის და სარკინიგზო ტრანსპორტზე გადაზიდვის პროცესების მართვა (№58)**  
მიმართულება ამზადებს სარკინიგზო მოძრაობის შემადგენლობის ექსპლუატაციის და რემონტის სარკინიგზო ტრანსპორტზე გადაზიდვის ორგანიზაციისა და მართვის სპეციალისტებს.
- **ელექტრული ტრანსპორტი (№62)**  
მიმართულება ამზადებს ელექტრული ტრანსპორტის დაპროექტების, ექსპლუატაციის, რეაბილიტაციის, მართვისა და ავტომატიზაციის სპეციალისტებს.
- **რკინიგზის ტრანსპორტზე ავტომატიკა და კავშირგაბმულობა (№100)**  
მიმართულება ამზადებს ტრანსპორტის მენეჯმენტისა და ბიზნესის ორგანიზაციისა და მართვის სპეციალისტებს.
- **ტრანსპორტისა და მანქანათმშენებლობის ეკონომიკა და ორგანიზაცია (№112)**  
მიმართულება ამზადებს ტრანსპორტის, მანქანათმშენებლობის, ელექტრული მრეწველობის და კავშირგაბმულობის მენეჯმენტის სპეციალისტებს.

**სამაბისტრო სპეციალობები:**

- ავტომობილები და საავტომობილო მეურნეობა
- ავტომობილების ეკოლოგიური უსაფრთხოება
- გადაზიდვების ორგანიზაცია და მართვა საავტომობილო ტრანსპორტზე
- ავტომობილების მოძრაობის ორგანიზაცია და უსაფრთხოება
- სატრანსპორტო ლოგისტიკა
- სარკინიგზო ტრანსპორტი
- საავიაციო ინჟინერია
- ამწე-სატრანსპორტო, სამშენებლო, საგზაო, სალიანდაგო მანქანები და მექანიზმები
- ტრანსპორტის მენეჯმენტი
- ბიზნესის ორგანიზაცია და მართვა

**საღოქტორო პროგრამა „საავტომობილო ტრანსპორტის ექსპლუატაცია“  
მიმართულებები:**

- საავტომობილო გადაზიდვები
- საგზაო მოძრაობის ორგანიზაცია და უსაფრთხოება
- ავტომობილების სერვისი
- ავტომობილების ეკოლოგიური უსაფრთხოება

**საღოქტორო პროგრამა „სარკინიგზო ტრანსპორტის ექსპლუატაცია“  
მიმართულებები:**

- სარკინიგზო გადაზიდვები
- მატარებლების მოძრაობის ორგანიზაცია და უსაფრთხოება
- ვაგონები და სავაგონო მეურნეობა
- ელექტრული ტრანსპორტი

**საღოქტორო პროგრამა „სატრანსპორტო ლიბისტიკა“  
მიმართულებები:**

- მატერიალურ-ტექნიკური მარაგების მართვის ლოგისტიკური სისტემები
- სატრანსპორტო-საინფორმაციო მართვის ლოგისტიკური სისტემები

**საღოქტორო პროგრამა „დარბოვრივი ეკონომიკა და მენეჯმენტი“.  
მიმართულებები:**

- ტრანსპორტის ეკონომიკა და მენეჯმენტი
- მანქანათმშენებლობის ეკონომიკა და მენეჯმენტი

**ტრანსპორტის ინჟინერიის დიპლომირებულ სპეციალისტთა მიმართულებები:**

- ავტომობილების სერვისი და ეკოლოგიური უსაფრთხოება
- საავტომობილო გადაზიდვებში ლოგისტიკური სისტემები და მენეჯმენტი
- სავაგონო მეურნეობა
- სარკინიგზო გადაზიდვები და მისი მენეჯმენტი
- სალიანდაგო მეურნეობა

უპაკ 681. 3

## შეფუძვლილესული სივრცითი ინვერსორი

ჯ. უფლისაშვილი, თ. ბარამაშვილი

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

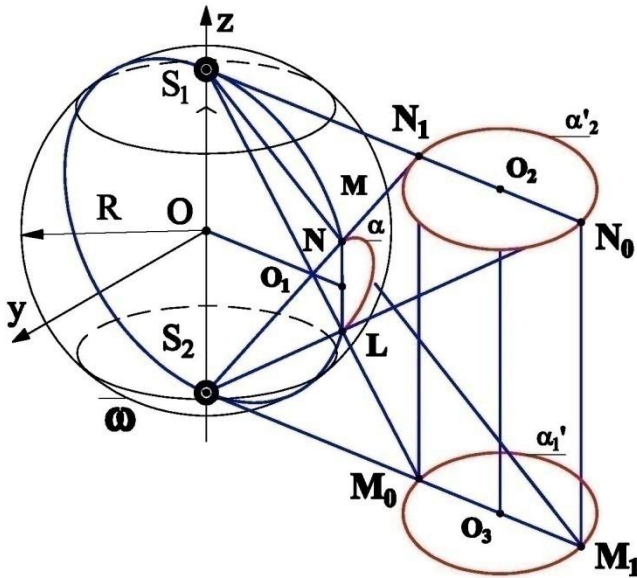
**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია შეწყვილებული სივრცითი მექანიზმის კონსტრუირების საკითხები გეომეტრიული გარდაქმნის ინვერსიის თვისებების გამოყენებით. კონსტრუირებულია ორტაქტიანი შეწყვილებული სივრცითი ინვერსორი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია თანაბარი მოძრაობის გარდაქმნა არათანაბარ მოძრაობად. იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნას ამბრავ სისტემებში, რომელიც ტექნოლოგიურ პროცესებში სწრაფი და შენელებული მოძრაობების განხორციელების საშუალებას იძლევა.

**საკვანძო სიტყვები:** მექანიზმი, ინვერსია, შეწყვილებული ინვერსორი, ფიქსირება, კონსტრუირება, წერტილი, წრეწირი, ოვალი, პოლუსი.

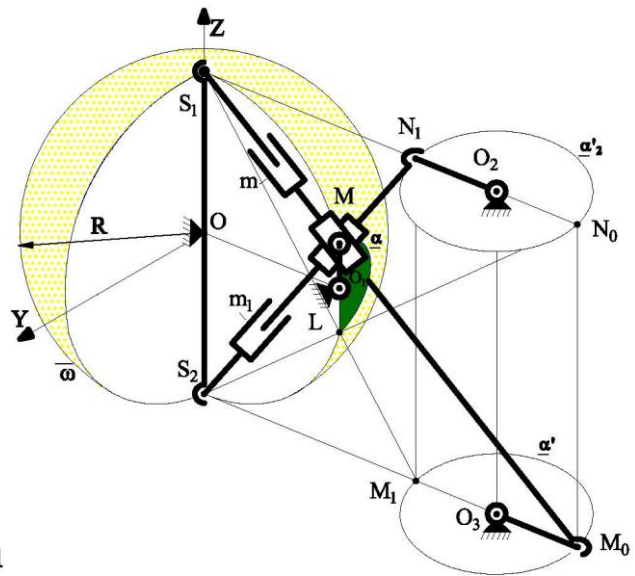
ცნობილია, რომ სივრცითი ინვერსია სფეროს სიბრტყედ გარდაქმნის და ამ სფეროზე განლაგებული ნებისმიერი ფიგურა ბრტყელ ფიგურებად გარდაიქმნებიან. უნდა აღინიშნოს აგრეთვე ინვერსიის ის თვისება, რომელიც სფეროზე მდებარე წრეწირს ამ სფეროს შესაბამის სიბრტყეზე მდებარე წრეწირად გარდაქმნის. ნახ. 1-ზე  $\alpha$  სფეროა წარმოდგენილი.

ამავე ნახაზზე ამ სფეროს  $S_1$  და  $S_2$  პოლუსებია წარმოდგენილი. თუ  $S_1 S_2$  დიამეტრის მართობულ სიბრტყეებს გავატარებთ  $S_1$  და  $S_2$  წერტილებში და ამ სფეროს და მასზე განლაგებულგეომეტრიულ ფიგურებს  $S_1$  და  $S_2$  ცენტრებიდან დავაგეგმილებთ, მაშინ  $\alpha$  წრეწირი შესაბამისად  $\alpha'_1$  და  $\alpha'_2$  წრეწირებად გარდაიქმნებიან. აგებული გამოსახულება გვაძლევს საშუალებას შევქმნათ მოძრავი სივრცითი მექანიკური სისტემა, რომლის ტექნიკური მახასიათებლებიც ვფიქრობთ პრაქტიკაში შემდგომ გამოყენებას ჰპოვებს. ჩვენს მიერ აგებულ ნახაზზე  $\alpha$  წრეწირს სფეროზე ისეთი ორიენტაცია უკავია, რომ მისი  $S_1$  ცენტრიდან ქვედა  $S_2$

პოლუსში გავლებულ სიბრტყეზე და ზედა  $S_1$  პოლუსში გამავალ სიბრტყეებზე თანაბარი რადიუსის წრეწირებს შემოწერს. როგორც ნახაზიდან ჩანს,  $\alpha$  წრეწირის გადაადგილება სფეროს ზედაპირზე შესაბამისად  $\alpha'_1$  და  $\alpha'_2$  წრეწირების პარამეტრების ცვლილებებს განაპირობებს. იმის მიხედვით, თუ  $\alpha$  წრეწირი სფეროს ზემო ან ქვემო ნახევარზე განლაგდება შესაბამისად მისი ინვერსიული წრეწირების ( $\alpha'_1$  და  $\alpha'_2$ ) რადიუსები შემცირდება და გაიზრდება.



ნახ. 1



ნახ. 2

ამ მოდელს ის თვისებაც აქვს თუ ზემოთ აღწერილ პოლუსებზე გატარებულ სიბრტყეებს ერთმანეთს შევუთავსებთ ისინი ინვერსიის საუკეთესო თვისებებს ინარჩუნებენ. კერძოდ  $\alpha'_1$  და  $\alpha'_2$  ინვერსიულ წრეწირებად გარდაიქმნებიან.

ყველაფერი ზემოთ აღწერილი გვაძლევს იმის საშუალებას, რომ ჩვენს მიერ წარმოდგენილი გეომეტრიული ნაგებობები მოძრავ მექანიკურ სისტემად გარდავქმნათ. სხვანაირად გეომეტრიული გარდაქმნა – ინვერსიის მექანიზმში გავანივთ. ეს იდეა მე-2 ნახაზზეა წარმოდგენილი.

ჩვენს მიერ კონსტრუირებული მექანიზმი შვიდ რგოლს შეიცავს, ამავე დროს იგი დგარზე ოთხი წერტილითაა დამაგრებული. რგოლები ერთმანეთთან ათი კ.წ.-თაა დაკავშირებული. მათგან ოთხი ბრუნვითი, ოთხი სფერული და ორი წინსვლითი კ.წ.-ია.

როგორც ნახაზიდან ჩანს,  $S_1M_0$  და  $S_2N_1$  რგოლები ტელესკოპური  $m$  და  $m_1$  მოწყობილობებით არიან აღჭურვილნი.

$\alpha$  წრეწირი  $O_1M$  რგოლის  $M$  კ.წ.-ის მოძრაობის კანონს წარმოადგენს.  $S_2N_1$  რგოლის მეშვეობით  $N_1$  წერტილი როგორც აღწერილი გეომეტრიიდან ჩანს  $\alpha'_2$  წრეწირზე გადაადგილდება და  $M$  წერტილის მიერ შესრულებულ თანაბარ ძრაობას  $N_1$  წერტილის მიერ შესრულებულ არათანაბარ ძრაობად გარდაქმნის. თუ  $\alpha$  წრეწირზე  $M$  საათის ისრის მიმართულებით მოძრაობს, მაშინ გამავალი რგოლის  $N_1$  წერტილი საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით გადაადგილდება. ახლა  $\alpha$  წრეწირის  $\alpha'_1$  წრეწირად გარდაქმნა განვიხილოთ.

სიბრტყე რომელზედაც  $\alpha'_1$  წრეწირია მოთავსებული  $\omega$  სფეროს  $S_2$  წერტილზე გადის და  $S_1$  და  $S_2$  ღერძის მართობია. როგორც ნახაზიდან ჩანს, ამ სისტემაში  $M$  წერტილი, ხოლო მისი ინვერსიული  $M_0$  წერტილი  $\alpha'_1$  წრეწირებზე გადაადგილდებიან. თუ  $M$  წერტილი საათის ისრის მიმართულებით მოძრაობს, მაშინ  $M_0$  წერტილი მის საწინააღმდეგო მიმართულებით გადაადგილდება. როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ  $S_1M_0$  რგოლი და  $S_2N_1$  რგოლი  $m$  და  $m_1$  ტელესკოპური მოწყობილობებით არიან აღჭურვილნი, რაც დინამიკაში ამ რგოლების პარამეტრების რეგულირებას განაპირობებს.

ზემოთ განხილული გეომეტრიული გარდაქმნა და მისი რეალიზება მოძრავ მექანიკურ სისტემებში საფუძვლად უდევს ჩვენს მიერ შემუშავებულ მექანიზმის ავტომატიზირებულ კონსტრუირებას.

*AutoCAD*-ზე ორიენტირებული კომპიუტერული სისტემის საფუძველზე დაგეგმარებას ვიწყებთ სამუშაო მაგიდაზე *Modifai, Draw, Dimensions, Text, Standart* და *Layers* ინსტრუმენტთა პანელის მოწყობით. თავდაპირველად ბრძანება *Layers*-ში ვქმნით, თვალსაჩინოებისთვის შესაძლებელია მექანიზმის რგოლებისათვის სხვადასხვა ფერის, სისქის ფენების შექმნა:

I ფენა – იგი გათვალისწინებულია კოორდინატთა ღერძების ასაგებად, შერჩეულია ხაზთა ფერი, ტიპი და სისქე (*Color – blak, linetype – Continuous 0,50 mm*);

II ფენას ვქმნით – გეომეტრიული აგებებისათვის, მასში გათვალისწინებულია ფერი, ტიპი და სისქე (*Color – blue, linetype – Continuous 2,00 mm*).

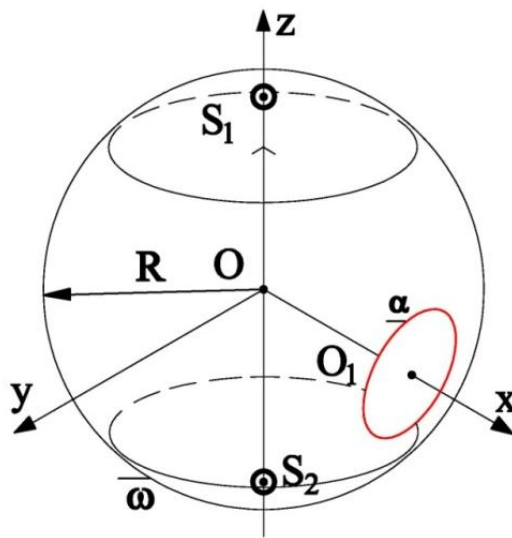
I ფენაში გათვალისწინებულია კოორდინატთა სისტემის ასაგებად აუცილებელია ინსტრუმენტთა პანელის *Draw* მენიუს *Line* (მონაკვეთი), *Circle* (წრეწირი) და *Point* (წერტილი) ბრძანებების გამოყენება. კოორდინატთა სისტემის აგების შემდეგ *Circle* ბრძანების მეშვეობით ვაფიქსირებთ სასურველი რადიუსის წრეწირს, რომლის დროსაც კოორდინატთა და



მდგომარეობის სტრიქონში გააქტიურებული უნდა იყოს *OSNAP* რეჟიმი. გეომეტრიული აგებებისთვის აუცილებელია *Line* ბრძანების გამოყენება, რომლის დროსაც კოორდინატა და მდგომარეობის სტრიქონში გააქტიურებული უნდა იყოს *ORTHO* და *OSNAP* რეჟიმები.

I ეტაპი. ვაფიქსირებთ სფეროს  $O$  ცენტრს და მასზე შემოვხაზავთ ნებისმიერი რადიუსის წრეწირს. ეს წრეწირი, რომ სფეროდ აღვიქვათ  $O$  ცენტრზე ავაგოთ ოვალი. სფეროს ზედაპირზე ვიღებთ ნებისმიერ  $N$  წერტილს და მასზე ვატარებთ  $SN$  წრფეს.

ოვალის გამოსახაზად უნდა გამოვიყენოთ *Line* მენიუს *Ellipse* ბრძანება, რომლის დროსაც კოორდინატა და მდგომარეობის სტრიქონში გააქტიურებული უნდა იყოს *OSNAP* რეჟიმი.



ნახ. 3

II ეტაპი.  $O_1$  ცენტრზე შემოწერილი წრეწირის  $M$  და  $L$  წერტილები გარდავქმნათ  $S_1$  წერტილიდან  $S_2$  წერტილზე გატარებულ სიბრტყეზე აგებული მისი ინვერსიული  $M_1$  და  $M_0$  ინვერსიული წერტილებით. ამავე ეტაპზე თუ  $S_2$  წერტილის ინვერსიის ცენტრად მივიღებთ, ხოლო  $S_1$ -ზე  $S_1S_2$  ღერძის მართობ სიბრტყეს გავატარებთ, მაშინ ამ სიბრტყეში  $M$  და  $L$  წერტილების ინვერსიული წერტილები  $N_1$  და  $N_0$  იქნება.

დაგეგმარების მე-2 ეტაპზე *Alt + N* კონბინაციის საშუალებით გამოგვაქვს *Layer Properties Manager* – ის ფანჯარა, სადაც ვამატებთ ახალ მე-3 ფენას:

III ფენა – მოიცავს გეომეტრიული აგებისათვის (*Color – red, linetype – Continuous 2,00 mm*) საფუძველზე მასში შეტანილი კონსტრუქციული ღებულების ფიქსირებას.

ინვერსიული გარდაქმნის საფუძველზე აგებული წერტილებისა წრეწირების სრულყოფისათვის, საჭიროა ვისარგებლოთ ინსტრუმენტთა პანელის *Draw* მენიუს

*Hatch and Gradient* და *Text Formatting* ბრძანებებით, რომელიც საშუალებას იძლევა შეირჩეს ტექსტური სტილი და სიმბოლოების სიმაღლე.

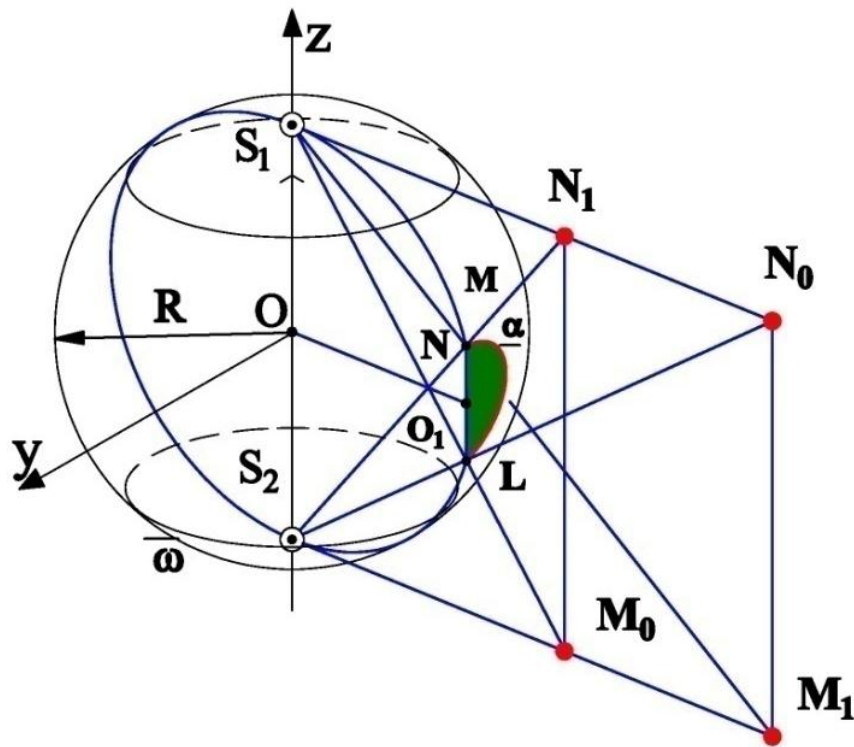
დასაგეგმარებელი მექანიზმის დასრულებული სახის მისაღებად *Line* ბრძანების საშუალებით წრეწირზე აგებულ წერტილს ვაკავშირებთ სფეროს პოლუსთან. ამ დროს კოორდინატა და მდგომარეობის სტრიქონში გააქტიურებული უნდა იყოს *Object Snap* რეჟიმი.

$N_1N_0$  და  $M_0M_1$  მონაკვეთები გავყოთ შუაზე და მიღებულ  $O_2O_3$  წერტილებზე შემოვხაზოთ შესაბამისად  $O_2N_1$  და  $O_3M_0$  რადიუსის მქონე წრეწირები. რათქმა უნდა ამ წრეწირების რადიუსები ტოლი იქნება.

დაგეგმარების მე-3 ეტაპზე ინსტრუმენტთა პანელის *Layers* მენიუს საშუალებით გამოგვაქვს *Layer Properties Manager* – ის ფანჯარა, სადაც ვამატებთ ახალ მე-4 ფენას:

IV ფენა – მოიცავს მექანიზმის რგოლებისა და მათი ურთიერთდამაკავშირებელი კინემატიკური წყვილების ნახაზზე ფიქსირებას (*Color – blak, linetype – Continuous 2,11 mm*).

მექანიზმის დგარების ასაგებად ვიყენებთ *Line, Rectangle, Circle* ბრძანებებს.

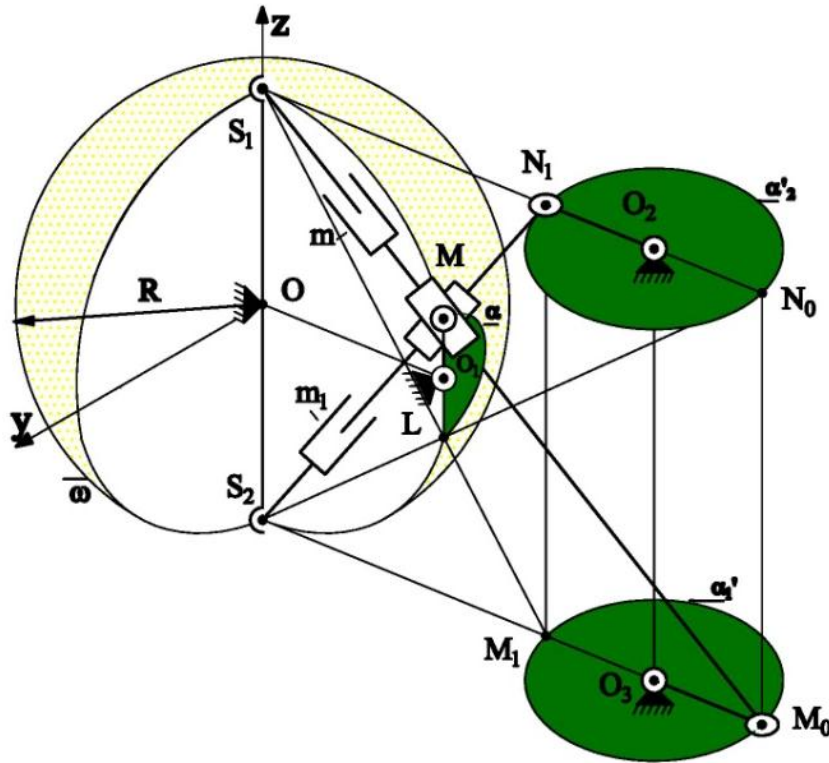


ნახ. 4

II ეტაპი. მიღებული გეომეტრიული აგებები შევმოსოთ კონსტრუქციული ელემენტებით. შესაბამისად მივიღებთ სამ ბრუნვით, ორ წინსვლით და ხუთ სფერულ კინემატიკურ წყვილებს. ამ მექანიზმშიც მსგავსად წინა შემთხვევებისა  $M_0S_1$  და  $N_1S_2$  რგოლებში ჩამონტაჟებული  $m$  და  $m_1$

ტელესკოპური მოდულები, რომელიც საშუალებას იძლევიან იმ რგოლების სიდიდეთა რეგულირებაზე, რომელთაც ისინი მიეკუთვნებიან.

იმისათვის, რომ აგებულ მექანიზმს მივცეთ ბრტყელი მექანიზმის კინემატიკური სქემის სახე, გრაფიკულ ზონაში უნდა წავშალოთ გეომეტრიული აგებისათვის საჭირო დამატებითი სხივები. ამისათვის გამოიყენება ინსტრუმენტთა პანელის *Modify* მენიუს *Break at Point*, *Break*, *Trim* და *Extend* ბრძანებები.

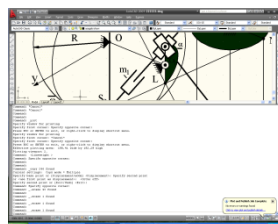


ნახ. 5

ქვემოთ მოცემულია ჩვენს მიერ კონსტრუირებული მექანიზმის კინემატიკური მახასიათებლები:

1.  $S_1N_1 \times S_1M_1 = (S_1S_2)^2$ ;
2.  $S_2N \times NN_1 = (S_1S_2)^2$ ;
3.  $S_1N_1 \times S_2M_1 = (S_1S_2)^2$ .

ქვემოთ მოცემულია აგებული მექანიზმის გრაფიკული პროგრამა *AutoCAD*-ის მეშვეობით შედგენილი პროგრამული ნაწილი, რომლის ერთი ეტაპიც ქვემოთ მოყვანილი ელექტრონული ვერსიის სურათით განისაზღვრება:



## გამოყენებული ლიტერატურა

1. ჯ. უფლისაშვილი, ნ. ნათბილაძე – „პოლიგრაფიული მანქანების მოძრავი სივრცითი სისტემების გეომეტრიული საფუძვლები”, ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი 2009წ.
2. ჯ. უფლისაშვილი, თ. ბარამაშვილი, ი. უგრეხელიძე – „კომპლექტური გარდაქმნის საფუძველზე კონსტრუირებული სახსროვანი მექანიზმი”, ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა”, თბილისი 2009წ.

## СПАРЕННЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ИНВЕРСОР

Дж. Уплисашвили, Т. Бараашвили

### Резюме

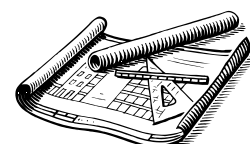
В статье рассматриваются вопросы проектирования спаренного пространственного механизма с помощью применения свойств инверсии геометрических преобразований. Сконструирован двухатктный спаренный пространственной инверсор, при помощи которого возможно превращение равномерного движения в неравномерное движение. Оно может быть использовано в системах приводов, которые в технологических процессах предоставляют возможность осуществления быстрых и замедленных движений.

## PAIRED SPATIAL INVERSOR

J. Uplisashvili, T. Baramashvili

### Summary

In the article are considered issues of paired spatial mechanism design by application of inversion properties of geometric transformation. Is designed two-cycled spatial inversor, due which is possible to transform the uniform motion in irregular motion. It can be used in actuator systems, that give the possibility in technological processes to perform fast and slow movements.



---

УДК 621.923

## К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ АКТИВНОЙ ВИБРОЗАЩИТНОЙ СИСТЕМЫ

Мchedlishvili Т.Ф., Диасамидзе Р.А., Амколадзе Х.М.

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

**Резюме:** *Активные виброзащитные устройства относятся к эффективным средствам защиты человека от низкочастотных вибрационных воздействий. Качественные показатели функционирования таких систем в значительной степени зависят от динамических характеристик используемых в этих устройства замкнутых по положению электрогидравлических и гидравлических следящих приводов с дополнительными управляющими элементами, что, в свою очередь, увязывается с вопросами разработки новых прогрессивных структурных и конструктивных схем и оптимизационным подбором параметров разрабатываемых систем. В настоящей работе предлагается схема виброзащитного устройства с оригинальным следящим приводом, проведены исследования, направленные на построение математической модели динамики.*

**Ключевые слова:** виброзащитное устройство, следящий привод, поршень с упругой отдачей, активная система.

### ВВЕДЕНИЕ

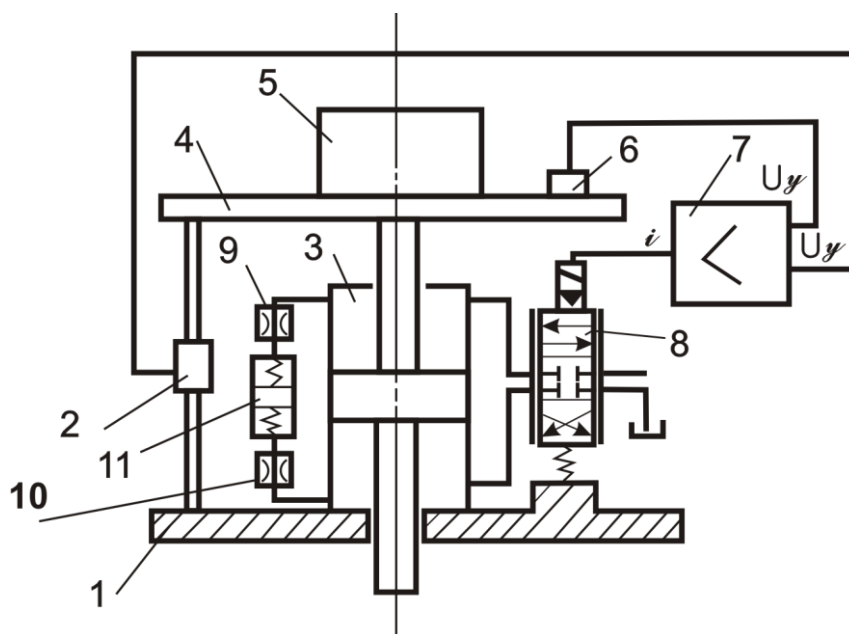
Широкое распространение получили активные виброзащитные системы, построенные на основе использования электрогидравлических и гидромеханических следящих приводов [1, 2]. А улучшение динамических показателей следящих приводов и виброзащитных систем в целом в значительной степени увязаны с проблемами устойчивости, чувствительности и быстродействия отмеченных приводов.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Улучшения динамических свойств указанных следящих приводов можно достигнуть повышением степени устойчивости при малых расрытиях управляющих золотников. Для этой цели в структуре гидравлической части может быть использована схема привода с

нелинейным законом управления, состоящая из двух четырехщелевых золотников и дополнительных гидрелиний со включенными в них последовательно дросселями [3]. Другим подходом к решению указанной задачи является гидравлическая схема с корректирующей цепью в виде гидравлического сопротивления и поршня с упругой отдачей, обеспечивающей необходимое демпфирование при малых открытиях управляющего золотника [4].

Принципиальная схема активной электрогидравлической системы виброзащиты с управлением по отклонению, включающей в гидравлической части системы названную схему корректирующего устройства, представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Принципиальная схема электрогидравлической системы**

Она содержит гидроцилиндр 3, закрепленный на основании 1, электрогидравлический усилитель-преобразователь 8, электрический усилитель-сумматор 7, акселерометр 6, установленный на каркасе 4, датчик положения 2, а также элементы корректирующего устройства: поршень 11, дроссели 9, 10 и пружины 12. Все эти элементы присоединены к исполнительному гидроцилиндру 3 посредством дополнительных гидрелиний. На каркасе 4 размещен объект виброзащиты 5.

Уравнение динамики гидравлической части электрогидравлической следящей системы с четырехщелевых золотников с нулевым начальным раскрытием золотника опишется дифференциальным уравнением:

$$m\ddot{x} + h\ddot{x} + k_{жс}\dot{x} = k_{жс}F(p_n; p; \varepsilon) - K_F\dot{x}_1, \quad (1)$$

где

$$K_F = k_{эс} \frac{F_1}{F};$$

$F(p_n; p; \varepsilon)$  – нелинейная зависимость определяемая расходной характеристикой четырехщелевого управляющего золотника;

$F$  и  $F_1$  – соответственно площади рабочих поверхностей поршней гидроцилиндров 3 и 11;

$k_{эс}$  – приведенный коэффициент жесткости гидросистемы;

$m$  – масса перемещаемых частей устройства, приведенная к поршню гидроцилиндра 3;

$h$  – коэффициент вязкого демпфирования;

$p$  – перепад давления в гидроцилиндре 3;

$\varepsilon$  – текущее раскрытие управляющего золотника;

$p_n$  – подведенное к системе давление;

$x_1$  – координата поршня цилиндра 11;

$x$  – координата поршня гидроцилиндра 3.

Нелинейную зависимость  $F(p_n; p; \varepsilon)$  можно представить в линеаризованной форме [5]

$$F(p_n; p; \varepsilon) \approx K_{v\varepsilon} \varepsilon - K_{vp} p;$$

где  $K_{v\varepsilon} = \frac{k_{Q\varepsilon}}{F};$

$$K_{vp} = \frac{k_{Qp}}{F},$$

а выражения  $k_{Q\varepsilon}$  и  $k_{Qp}$  заимствованы из работы [5].

Для определения функциональной взаимосвязи между координатами  $x(t)$  и  $\dot{x}(t)$  записываем уравнение равновесия сил, приложенных к поршню 11 корректирующего устройства

$$F_1(P - 2p_{\phi}) \equiv m_k \ddot{x}_1 + h_k \dot{x}_1 + k_{np} x_1.$$

Учитывая выражения:

$$P = m\ddot{x} + h\dot{x} + |P_{np}| \operatorname{sign} \dot{x}$$

и

$$p_{\phi} = k_{\phi} \dot{x}_1,$$

получаем

$$m_k \ddot{x}_1 + (2k_{\phi} + k_k) \dot{x}_1 + k_{np} x_1 = m\ddot{x} + h\dot{x} + |P_{np}| \operatorname{sign} \dot{x}. \quad (4)$$

Здесь:  $m_k$  – масса движущихся частей, приведенная к штоку поршня гидроцилиндра 11;

$k_{np}$  – жесткость пружины;

$k_{dp}$  – коэффициент расхода дросселей 9 и 10;

$k_k$  – коэффициент вязкого трения;

$P_{mp}$  – сила сухого трения, приведенная к поршню гидроцилиндра 3;

$P_{dp}$  – перепад давления в дросселе.

Пренебрегая значениями  $m_k$  и  $h_k$ ,  $h$  а также и силой сухого трения, зависимость (4) можем записать в виде:

$$(T_k s + 1)x_1(s) = K_m s^2 \cdot x(s), \quad (4)$$

где

$$T_k = \frac{2k_{dp}}{k_{np}};$$

$$K_m = \frac{m}{k_{np}};$$

$s$  – оператор Лапласа.

Используя линеаризованную форму уравнения (1) в виде

$$(ms^3 + hs^2 + k_{жс}s)x(s) = k_{жс}K_{v\varepsilon}\varepsilon - k_{жс}K_{vp}(B_2s^2 + B_1s)x(s) - K_F s x_1(s) \quad (5)$$

с учетом зависимости (4) уравнение динамики гидравлической части системы принимает вид:

$$(A_4s^4 + A_3s^3 + A_2s^2 + A_1s)x(s) = k_{жс}K_{v\varepsilon}(T_k s + 1)\varepsilon(s), \quad (6)$$

где

$$A_4 = mT_k;$$

$$A_3 = m + a_2T_k + K_m k_{жс}K_{v\varepsilon};$$

$$A_2 = a_2 + T_k a_k; \quad a_2 = h; \quad a_1 = k_{жс}.$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований выявлены основные закономерности и построена математическая модель динамики предлагаемого виброзащитного устройства с оригинальной схемой гидравлической части следящего привода.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Чупраков Ю.И.** Гидравлические системы защиты человека-оператора от общей вибрации. – М.: Машиностроение, 1987.



2. **Фролов К.В., Фурман Ф.А.** Прикладная теория виброзащитных систем. – М.: Машиностроение, 1980.
3. **Мchedlishvili T.F.** Гидропривод. АС СССР № 691609. Оп. в Б.И. № 38, 15, 10, 1979.
4. **Лещенко О.Д.** Гидропривод с дроссельным управлением. АС СССР № 333292. Оп. в Б.И. № 11, 21.03.1972.
5. **Чупраков Ю.И.** Гидропривод и средства гидроавтоматики. – М.: Машиностроение, 1979.

## **აქტიური ვიბროდამცავი ბაძნის შემუშავების შესახებ**

**მჭედლიშვილი თ.თ., დიასამიძე რ.ა., ამკოლაძე ხ.მ., დიასამიძე ა.ა.**

### **რეზიუმე**

აქტიური ვიბროდამცავი მოწყობილობები მიეკუთვნებიან ადამიანის ღაცვის ეფექტურ საშუალებებს დაბალსიხშირიანი ვიბრაციული ზემოქმედებისაგან. ასეთი სისტემების ფუნქციონირების ხარისხობრივი მაჩვენებლები მნიშვნელოვნად არიან დამოკიდებულნი ამ მოწყობილობებში გამოყენებულ მდებარეობის მიხედვით ჩაკეტილ ელექტროჰიდრავლიკურ და ჰიდრავლიკურ მოთვალთვალე ამძრავებთან, რაც თავის მხრივ უკავშირდება ამძრავთა ახალი პროგრესული კონსტრუქციული სქემების შემუშავებას და შესამუშავებელი სისტემების პარამეტრების ოპტიმიზაციურ შერჩევას. წარმოდგენილ ნაშრომში შემოთავაზებულია ვიბროდამცავი მოწყობილობის სქემა ორიგინალური სახის მოთვალთვალე ამძრავით. მოყვანილია დინამიკის მათემატიკური მოდელის აგებისაკენ მიმართული გამოკვლევები.

## **ON ISSUE OF ACTIVE VIBROPROTECTIVE SYSTEM'S DEVELOPMENT**

**Mchedlishvili T.F., Diasamidze R.A., Amkoladze Kh.M., Diasamidze A.A.**

### **Summary**

Vibroprotective active devices are effective ways to protect people from low-frequency vibration effects. Qualitative characteristics of such systems functioning are largely depended on the applied in these devices dynamic characteristics, closed on position electro-hydraulic and hydraulic servo drives with additional control elements, which in turn is linked to issues of new advanced structural design and optimization schemes development and selection of developed systems parameters. In the present paper is offered the scheme of vibroprotective device with original servo drive, are carried out researches for construction of mathematical model of dynamics.



უპკ. 6.07 744.153

## ზოგადი სახის მემორე რიგის ზედაპირები

ა. შავგულიძე, თ. ბერიძე

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

**რეზიუმე:** ფორმათა მრავალფეროვნებითა და გეომეტრიული ფიგურების წარმოქმნაში თავისი როლის მიხედვით ზედაპირებს განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს. გეომეტრიული გარდაქმნები, რომელსაც პროექციული გეომეტრია შეისწავლის, მხოლოდ ბრტყელი ველებით არ შემოიფარგლება. განხილულია სივრცის პერსპექტიულ-აფინური გარდაქმნა, რომელიც ხშირად მხაზველობითი გეომეტრიის რიგი პოზიციური და მეტრული ამოცანების გადაწყვეტის ერთადერთ მიზანშეწონილ მეთოდს წარმოადგენს.

**საკვანძო სიტყვები:** ელიფსური ცილინდრი, ელიფსური ჰიპერბოლოიდი, ელიფსური პარაბოლოიდი.

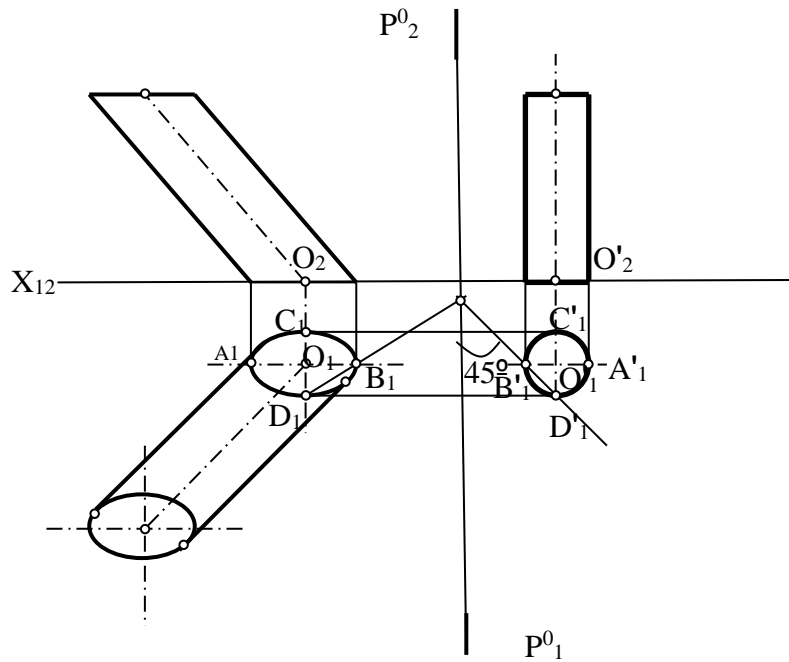
### შესავალი

ორი შეთავსებული სივრცის ნათესაური შესაბამისობა განსაზღვრულია, თუ მოცემულია მონათესავე წერტილთა ოთხი წყვილი. ამ შემთხვევაში კავშირის წრფეები ურთიერთპარალელურია. ნათესაობის სიბრტყე რომ განისაზღვროს, საკმარისია შევადროთ მოცემული წერტილები. მონათესავე წრფეების თითოეული წყვილის გადაკვეთის წერტილი ნათესაობის სიბრტყეს ეკუთვნის. როგორც ვიცით, სიბრტყე სამი წერტილით განისაზღვრება. ამიტომ, ნათესაობის სიბრტყის განსაზღვრისთვის საკმარისია მონათესავე წრფეთა სამი წყვილის გატარება.

### პირითადი ნაწილი

განვიხილოთ ტექნიკურ ფორმებში ფართოდ გავრცელებული ზოგადი სახის მეორე რიგის ზედაპირები. ასეთ ზედაპირებს მიეკუთვნება ელიფსური ზედაპირები. ამ ზედაპირების ბრტყელი

კვეთები, შესრულებული სიმეტრიის ღერძის მართობული სიბრტყეებით, ერთმანეთის მსგავს ელიფსებს წარმოადგენს. როგორც ვიცით, ელიფსი მათემატიკური წირია და წერტილ-წერტილ უნდა აიგოს. ამიტომ, ზოგადი სახის მეორე რიგის ზედაპირების ურთიერთკვეთის ამოცანების გადაწყვეტა რიგ სირთულეებთან არის დაკავშირებული. ამ შემთხვევაში ხშირად მივმართავთ ამ ზედაპირების გარდაქმნას ბრუნვის ზედაპირებში.



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

განვიხილოთ დახრილი ელიფსური ცილინდრის გარდაქმნა მაგეგმილებელ ცილინდრად, როცა ნათესაობის სიბრტყე პროფილური სიბრტყეა. ნათესაური შესაბამისობის დასამყარებლად საჭიროა მონათესავე წერტილთა წყვილიც.

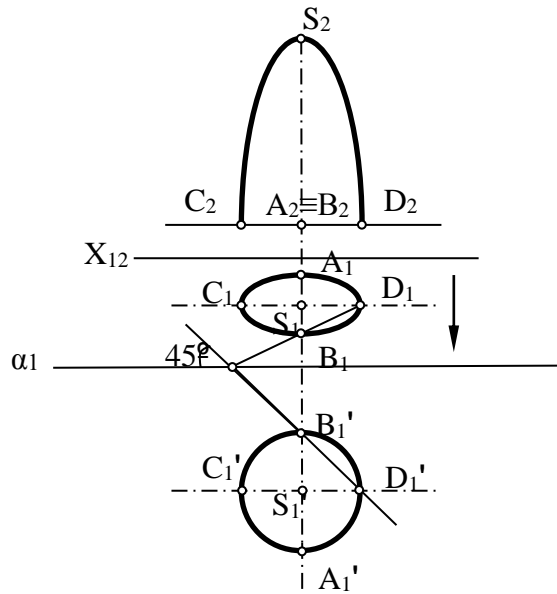
**A** წერტილის მონათესავე წერტილის შერჩევისას უნდა გავითვალისწინოთ, რომ  $A'B'$  და  $C'D'$  ღერძები ერთმანეთის ტოლი იქნება.

განისაზღვრება რა მაგეგმილებელი ცილინდრის ჰორიზონტალური გეგმილი, ფრონტალური გეგმილის აგება სიძნელეს აღარ წარმოადგენს.

გარდაქმნათ ელიფსური ჰიპერბოლოიდი ბრუნვის ჰიპერბოლოიდად. ამოცანის გამარტივების მიზნით ნათესაობის სიბრტყედ შევირჩიოთ ფრონტალური სიბრტყე. ნათესაობის მიმართულება კი – ნათესაობის სიბრტყის მართობულად.

ნახაზზე შესრულებული აგება უზრუნველყოფს ელიფსის გარდაქმნას ისეთ წრეწირში, რომლის დიამეტრიც ელიფსის დიდი დიამეტრის ტოლია. ამ შემთხვევაში ბრუნვის

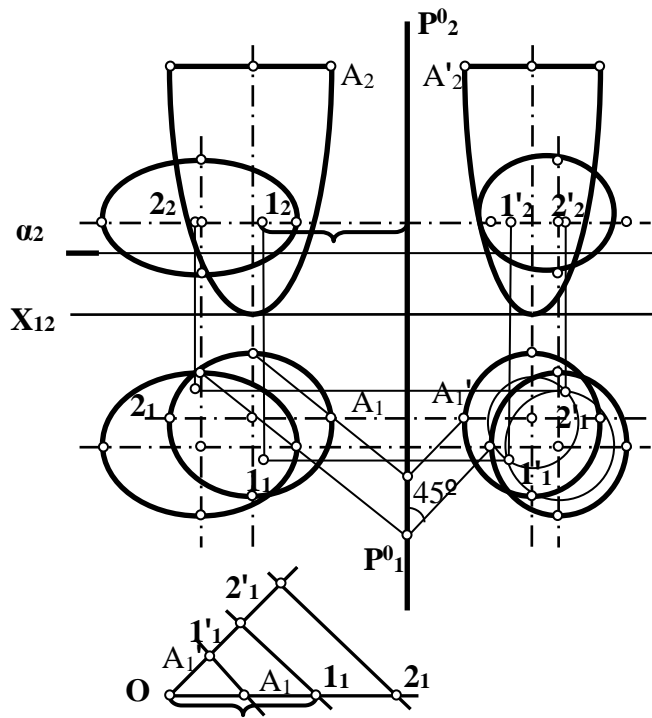
ჰიპერბოლოიდის ფრონტალური გეგმილი ემთხვევა მოცემული ელიფსური ჰიპერბოლოიდის ფრონტალურ გეგმილს.



ნათესაობის სიბრტყის განხილულმა შერჩევამ თავიდან აგვაცილა ის შრომატევადი სამუშაო, რომელიც მოცემული ზედაპირის ფრონტალური გეგმილის(ლეკალური მრუდის) აგებასთან იყო დაკავშირებული.

მეორე რიგის ზედაპირების თანაკვეთის წირის აგებაში სივრცის ნათესაური გარდაქმნის გამოყენებას მაშინ აქვს აზრი, თუ კვეთაში მონაწილე ორივე ზედაპირი ერთდროულად გარდაიქმნება ბრუნვის ზედაპირში. ეს კი მხოლოდ მაშინ არის შესაძლებელი, თუ ორივე ზედაპირის ღერძები ურთიერთპარალელურია და ღერძების მართობულ კვეთაში მიღებული ბრტყელი კვეთები ერთმანეთის მსგავს და მსგავსებულად განლაგებულ ელიფსებს წარმოადგენს.

განვიხილოთ სამღერძიანი ელიფსოიდისა და ელიფსური პარაბოლოიდის კვეთა. ნათესაობის სიბრტყედ შევირჩიოთ პროფილის სიბრტყე. ამ შემთხვევაში ნათესაობის მიმართულება ნათესაობის სიბრტყის მართობულია.



## დასკვნა

სხვადასხვა გეომეტრიული ამოცანების ამოხსნისას ხშირად გვიხდება გადასვლა ერთი გეომეტრიული ფიგურიდან მის გარკვეულ სახეცვლილებასთან. მაგალითად, მხაზველობით გეომეტრიაში სივრცეში მდებარე ფიგურების ანასახებს განვიხილავთ და ამ ანასახებზე მოქმედებების შესრულებით ვწყვეტთ სივრცით ამოცანებს. სივრცის ნათესაური გარდაქმნა კი მნიშვნელოვნად ამარტივებს მხაზველობითი გეომეტრიის საკმაოდ რთულ ამოცანებს.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. **Вольберг Д. А.** Основные идеи проективной геометрии. М.-Л., Учпедгиз~, 1949. ст. 31-57.
2. **Глаголев Н. А.** Проективная геометрия. М., `Высшая школа~, 1966. ст. 153-192.
3. **Глаголев Н. А.** Начертательная геометрия. М., `Высшая школа~, 1963. ст. 89-151.
4. **Кокстер Х. С. М.** Действительная проективная плоскость. М., Гос. изд. Физико-математической литературы. 1959. ст. 23-67.
5. **Королевич В. Д.** Геометрия графических отображении. М., МГУ, 1961. ст. 72-159.

## **ПЛОСКОСТИ ВТОРОГО РЯДА ОБОБЩЕННОГО ТИПА**

**Т. Беридзе**

**Резюме**

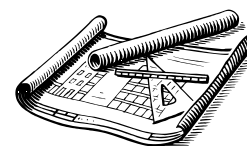
По разнообразию форм и по роли создания геометрических фигур, плоскости занимают особое место. Геометрическое преобразование, которое изучает проекционная геометрия, не ограничивается только плоскими областями. Рассмотрено перспективно-аффинное преобразование пространства, которое часто является единственным целесообразным методом решения некоторых позиционных и метрических задач начертательной геометрии.

## **PLANE OF THE SECOND SERIES OF THE GENERALIZED TYPE**

**T. Beridze**

**Summary**

According to diversity of forms and the role of creation geometrical figures surfaces occupy a special place in Geometry. Geometrical transformations, which are examined in projective geometry, are not limited with flat fields. There is considered perspective-affine transformation of space, which often represents the only reasonable method in solution of some positional and metric tasks of descriptive Geometry.



---

UDK 634. 0.36

## ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСНО-АКТИВНЫХ СМАЗЫВАЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ТЕКУЧЕСТЬ СТРУЖЕЧНО КЛЕЕВЫХ СМЕСЕЙ

Б.И. Боколишвили, З.И. Балиашвили

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

**Резюме:** *В получении качественных профильных изделий из стружечно-клеевых смесей путем прессования решающую роль играет текучесть прессмассы, что в свою очередь связана с внутренним трением между частицами. В статье рассмотрены влияния различных поверхностно-активных добавок в смеси для уменьшения трения между частицами.*

**Ключевые слова:** поверхностно-активные вещества, композиции, стироль, величина текучести, чистая стружка, давление прессования.

### ВВЕДЕНИЕ

Текучесть прессматериала в основном зависит от внутреннего трения между частицами и должна возрастать с ее уменьшением. В стружечно-клеевой смеси некоторое смазывающее действие оказывает жидкая клеящая смола, добавляемой в стружку, однако она совершенно недостаточна при обычном содержании смолы в стружке.

Известно, что для повышения смазочной способности масел при работе в условиях высоких давлений находят применение добавки различных поверхностно-активных веществ (ПАВ). Абсорбируясь на трущихся поверхностях, такие добавки предотвращают соприкосновение этих поверхностей и сохраняют между ними пленку смазки даже в условиях высоких нагрузок.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Поскольку обычно речь идет об улучшении работы смазочных масел в условиях высоких нагрузок, для этой цели обычно применяют поверхностно-активные вещества, растворимые в маслах.

В нашем случае для улучшения смазывающего действия мочевино-формальдегидной смолы речь могла идти о водорастворимых ПАВ.

В качестве таковых могут применяться различные вещества и, в частности, мыла, образующие в воде растворимые полукolloидные мицелярные растворы, белки и углевода, являющиеся типичными коллоидами и, наконец, органические кислоты, спирты и др. соединения молекулярно растворимые в воде.

В наших опытах в качестве поверхностно-активных добавок были испробованы сульфонат, уксусная кислота, сульфитно-спиртовая барда, в также смазочные масла и др. вещества.

Раствор сульфоната и уксусная кислота применялись для предварительной обработки стружки перед смешивание ее со связующим.

ПАВ вносилось в количествах 1, 2, 3% от веса стружки, содержание смолы в смеси составляло 15%.

Существенного повышения текучести струечно-клеевых смеси в результате предварительной обработки стружки сульфонатом и уксусной кислотой отмечено не было.

Сульфитно-спиртовая барда, в качестве ПАВ вводилась в стружку в количестве 5-2,5%, считая на сухое вещество бардяного концентрата.

После смешивания с бардой стружка выдерживалась в комнатных условиях до приобретения равновесной влажности, а затем смешивалась с клеящей смолой М-60. Испытания на текучесть дали следующие результаты.

При максимальном удельном давлении в  $160 \text{ кг/см}^2$  обычная смесь стружки с 15% смолы М60 имела показатель текучести 37 мм.

При тех же условиях, но после предварительной обработки с сульфитно-спиртовой бардой, показатель текучести смеси составлял 42 мм, т.е. было получено лишь незначительное повышение показателя текучести.

Точно также не дала существенного повышения показателя текучести струечно-клеевой смеси и предварительная обработка стружки смазочными маслами, в частности, таловой олифой и зимним автолом, в количествах до 5% от веса стружки.

Целью такой обработки было создание на поверхности стружки тонкой масляной пленки, препятствующей впитыванию в стружку смолы при комнатной температуре.



Предполагалось, что поскольку для опытов выбраны масла с относительно высокой вязкостью, при комнатной температуре они не будут сильно впитываться в стружку, и останутся на ней в виде тонкой пленки. В дальнейшем, при нагревании прессмассы для полимеризации смолы масла должны мигрировать в стружку, не меняя адгезии смолы к древесине.

Опыт показал, что даже при добавлении к стружке до 5% смазочных масел, существенного повышения текучести смеси не происходит. Дальнейшее увеличение содержания масел не имело смысла, ввиду неизбежного отрицательного влияния его на прочность склеивания.

Не дали положительных результатов и опыты по предварительной обработке древесной стружки дибутилфталатом.

Дибутилфталат наносили на стружку распылением в количествах: 1, 2 и 3% от ее веса. Под действием этого пластификатора стружка уже через 15 минут становилась заметно более пластичной на ощупь по сравнению с необработанной.

После часовой выдержки пластифицированную дибутилфталатом стружку смешивали со смолой М-60 и определяли текучесть приготовленной таким образом смеси.

Как и в предыдущих опытах заметного увеличения показателя текучести смеси не наблюдалось. Поскольку, как и смазочные масла, дибутилфталат представлял собой практически невысыхающую жидкость, идти на повышение его в больших количествах не имело смысла из-за неизбежного снижения прочностных характеристик прессованных изделий.

Вместе с тем, можно было опасаться, что введение в стружку небольших количеств смазочных масел или дибутилфталата недостаточно, чтобы предупредить сильное впитывание стружкой смолы.

Представляла поэтому интерес попытка гидрофобизации стружки таким веществом, которое при нагревании (во время прессования) было бы способно отвердевать, не вызывая снижения прочности прессованного изделия. В отличие от не затвердевающих смазочных масел и дибутилфталата, такое вещество можно было бы внести в состав в значительно больших количествах, достаточных для полного обволакивания всех стружек.

В качестве такого вещества нами был выбран стирол.

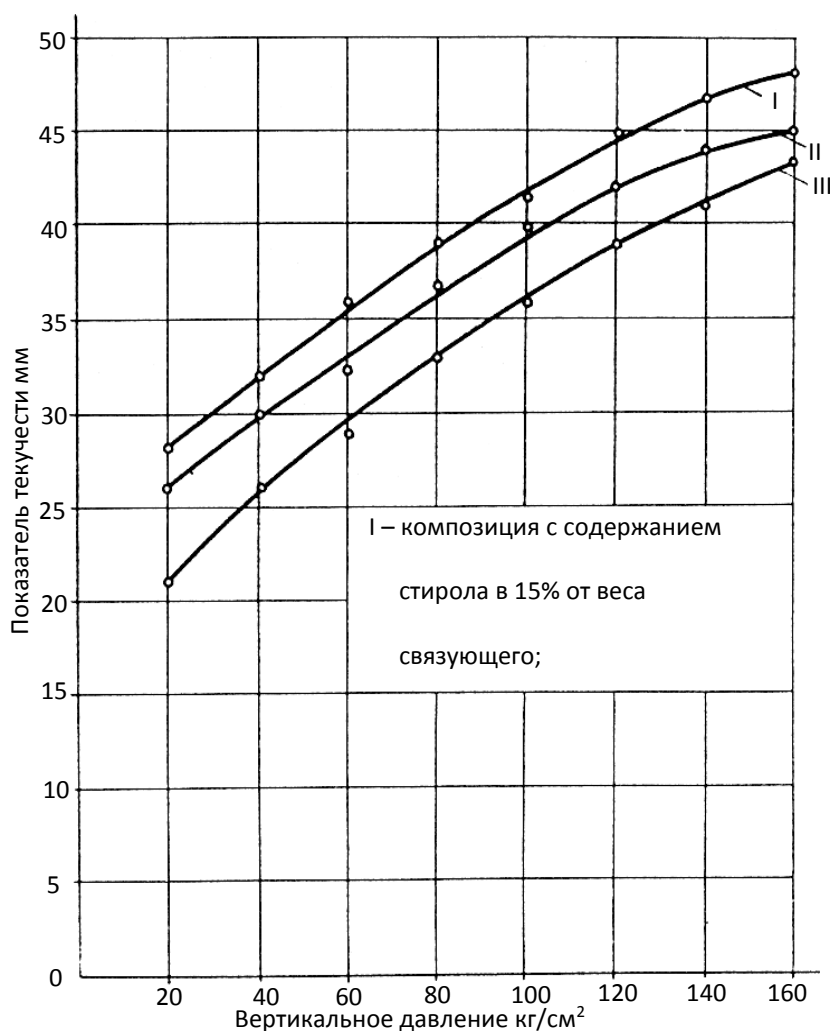
Стирол или винилбензол представляет собой ароматическое соединение. При комнатной температуре стирол медленно самопроизвольно полимеризуется, при нагревании же полимеризация происходит быстро. Для предупреждения полимеризации во время

хранения и перевозки товарный стирол обычно выпускается с добавкой ингибиторов, чаще всего гидрохинона.

В наших опытах стирол (не содержащий ингибитора) вводился в стружку в количестве 5, 10, 15% от ее веса. Нанесение выполнялось распылением. После перемешивания смоченная стиролом стружка помещалась в эксикатор для вызревания, т.е. частичной полимеризации стирола. Вызревание продолжалось 48 часов при различных температурных условиях (от 20 до 60°C).

После этого стружка смешивалась со смолой М-60 (15%) и производилось определение текучести смеси.

Как и в предыдущих случаях, существенного увеличения показателя текучести, по сравнению с необработанной стружкой, не наблюдалось. Иллюстрацией сказанного может служить график на рис. 1, на котором приведены результаты некоторой части этих опытов.



**Рис. 1. Зависимость показателя текучести фракции 6 – 4+15% М-60 от вертикального давления при содержаниях разного количества стирола.**

Уменьшение трения между двумя трущимися поверхностями как известно, возможно, не только за счет смазочных жидкостей, но и за счет порошков, обладающих малым сопротивлением сдвигу, например, графита, талька и т.п.

С целью опробования и этого средства были выполнены определения текучести стружечно-клеевых смесей добавкой к ним порошка талька.

Для получения сравнимых результатов были проведены определения текучести чистой стружке без добавления к ней связующего и талька. Результаты испытаний показаны на рис. 2.

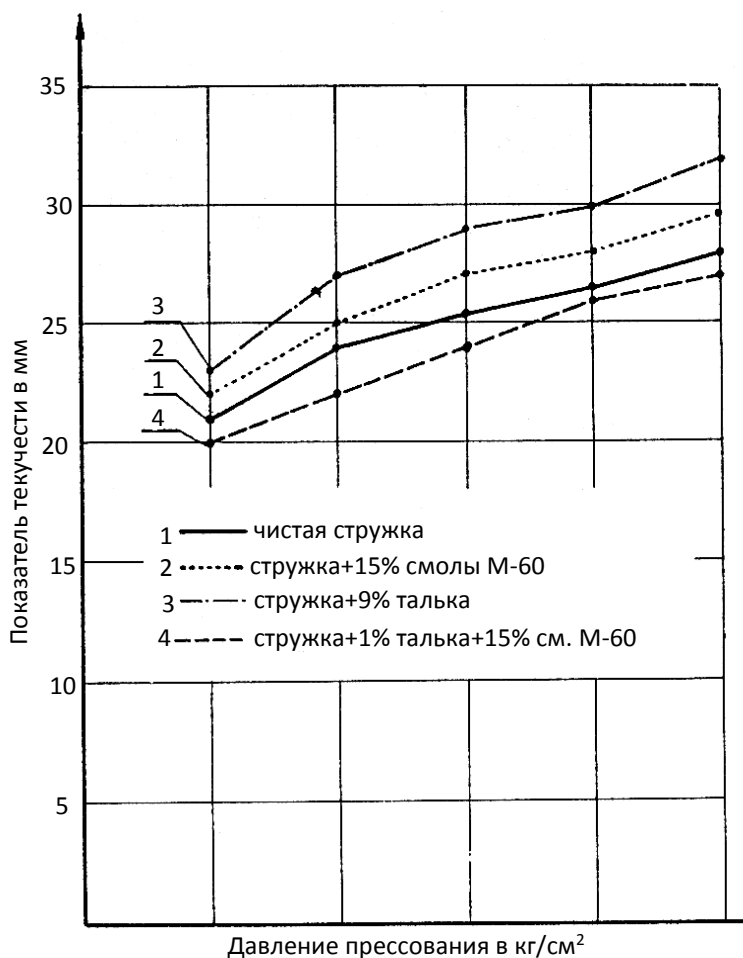


Рис. 2.

Характерно, что добавка к стружке талька (9%) без связующего (кривая 3, см. рис. 2) дает более высокий показатель текучести, чем добавка 15% жидкой смолы, значительная часть которой впитывается в древесину. Однако, добавка в стружку и смолы, и талька в количестве от 1-5% (рис. 1

показаны только наиболее характерные из полученных кривых) давала показатель текучести, практически не отличающиеся от показателей, наблюдавшихся у смеси стружки со смолой.

Отсутствие существенного повышения показателя текучести стружечно-клеевых смесей при введении в эти смеси смазывающих и поверхностно-активных добавок, очевидно, следует объяснить структурой поверхности частиц измельченной древесины. Стружка-отходы от деревообрабатывающих станков, как, впрочем, и другие виды частиц измельченной древесины, имеет неровные края и шероховатые поверхности.

При уплотнении под давлением прессования сдвигу частиц стружки относительно друг друга, мешает не только наличие сил трения, но и непосредственное зацепление частиц друг за друга имеющимися на их поверхности неровностями.

Образование на поверхности частиц тонких адсорбционных слоев из поверхностно-активных и смазывающих веществ способно уменьшить коэффициент трения, но не способно полностью устранить механическое зацепление частиц. Можно предположить, что именно механическое зацепление неровностей на поверхности древесных частиц является основным фактором, обуславливающим весьма низкую текучесть стружечно-клеевых смесей.

Поэтому, во всех случаях добавки относительно небольших количеств смазывающих или поверхностно активных веществ наблюдается лишь некоторое повышение текучести, однако это повышение весьма незначительно, т.к. только часть древесных частиц, обладающих наиболее гладкой поверхностью, получает достаточную смазку.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Опыты показали, что добавление поверхностно-активных веществ в основную массу стружек не может устранить механическое зацепление.

В связи с этим значительное повышение текучести стружечно-клеевых смесей можно, очевидно, ожидать лишь при условии образования между древесными частицами относительно толстых жидких прослоек. Однако создание последних практически возможно только за счет веществ, способных при прессовании отверждаться и образовывать прочный скелет с хорошей адгезией к древесине, т.е. за счет клеевых веществ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Б. И. Боколишвили.** К вопросу методики формообразования. Ж. «Деревообрабатывающая промышленность», № 8. 1963.
2. **Б. И. Боколишвили.** Основные характеристики древесной стружки. Сборник научных трудов фонда возрождения наук Грузии «Интеллект», № 3, Тбилиси, 1998.
3. **Карнаушенко Л. И.** Научные основы сдвига и слеживаемости сыпучих материалов в технологических процессах. Одесса. 1995.

## ზედაპირულად აქტიური საპონი ნივთიერებების გავლენა წებო-ბურბუმელის ნარევის დენადობაზე

ბ. ბოქოლიშვილი, ზ. ბალიაშვილი

### რეზიუმე

წებო-ბურბუმელის წნეხკომპოზიციებიდან დაწნეხილი ხარისხოვანი ნაკეთობების მისაღებად გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს წნეხმასის დენადობას, რაც თავის მხრივ დამოკიდებულია ნაწილაკებს შორის შიგა ხახუნის სიდიდეზე. სტატიაში განხილულია სხვადასხვა, ზედაპირულად აქტიური საპონი ნივთიერებების დამატების გავლენა ნარევი ნაწილაკებს შორის ხახუნის შემცირებაზე.

## IMPACT OF ACTIVE SURFACE LUBRICANT SUBSTANCES ON THE GLUE-CHIP MIXTURE FLOW

**B. Bokolishvili, Z. Baliashvili**

### Summary

To obtain well pressed products from glue-chip press compositions crucial role is given to the mixture flow, which in its own part depends on the amount of inner friction between particles. The article considers the influence of adding different, surface active lubricant substances for decreasing the friction between particles.



შპს 621. 825. 5

## ფრიქციული ქუროს ძალოვანი წრედის სრულყოფა

ნ. ბარბიმაშვილი, ბ. ჭელიძე, გ. ჭელიძე

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

**რეზიუმე:** აღწერილი და გაანალიზებულია ფრიქციული დისკოიანი ქუროს შერთვის მექანიზმის ახალი კონსტრუქცია, რომელიც უზრუნველყოფს ქუროს შერთვის ძალის სტაბილურობას. კონსტრუქციის სიახლეს წარმოადგენს ქუროს ძალოვანი წრედის მაკომპენსირებელი მექანიზმი, რომელიც ხასიათდება ცვლადი გადაცემის რიცხვით და ამით განახორციელებს დისკოების შეკუმშვის ძალის სტაბილურობას. მოყვანილია ფორმულები, რომლებიც აკავშირებენ ქუროს დისკოების პაკეტის კუმშვის ძალის და მაკომპენსირებელი მექანიზმის ელემენტების ზომებს.

**საკვანძო სიტყვები:** ფრიქციული დისკოიანი ქურო, შერთვის ძალის სტაბილურობა, მაკომპენსირებელი მექანიზმი, ცვლადი გადაცემის რიცხვი.

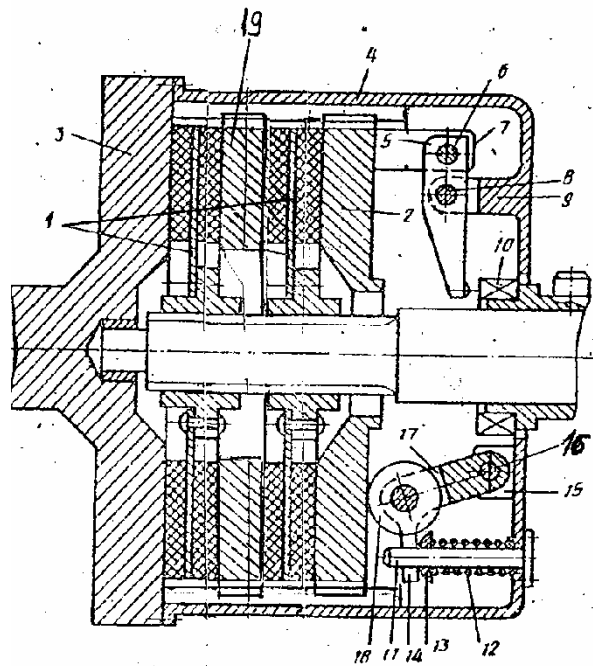
### შესავალი

ზამბარიანი შერთვის მოწყობილობის მქონე ფრიქციული ქურო ხასიათდება არსებითი ნაკლით: ფრიქციული წყვილების მოხახუნე ზედაპირების გაცვეთის შედეგად კლებულობს კუმშვის ძალა. ამის გამო მოხახუნე კონტაქტში მცირდება შეჭიდების მარაგის კოეფიციენტი, შეიზღუდება ფრიქციული ზესადებების გაცვეთის დასაშვები სიდიდე რაც, იწვევს ქუროს ხანგამძლეობის შემცირებას [1].

### პირითადი ნაწილი

ფრიქციული ქუროს რესურსის შემცირება განსაკუთრებით გამოვლინდება მრავალდისკოიან ქუროში, რომელშიც დასაჭერი დისკოს სვლა ქუროს შერთვისას განისაზღვრება ყველა მოხახუნე ზედაპირების წირითი გაცვეთის ჯამით.

დისკოიანი ფრიქციული ქუროს ძალოვანი წრედის ოპტიმიზაციის კრიტერიუმად შერჩეულია მუშაობის უნარი და ხანგამძლეობა აღნიშნული ამოცანა გადაწყვეტილია დისკოების პაკეტის შერთვის ახალი კონსტრუქციის შემუშავებით, რომელიც ხასიათდება ცვლადი გადაცემის რიცხვით და უზრუნველყოფს დისკოების შეკუმშვის ძალის სტაბილურობას დამოუკიდებლად მოხაზუნე ზედაპირების გაცვეთის დონისა [2]. მაკომპენსირებელი მექანიზმი წარმოდგენილია ნახ. 1 გადაბმის ორდისკოიანი ქუროს სახით. ქურო შეიცავს ფრიქციულ დისკოებს 1, რომლებიც წამყვან შუალედურ დისკოსთან 19 ერთად განლაგებულია დასაჭერ 2 და საყრდენ 3 დისკოებს შორის. დისკოები 2 და 19 დაკავშირებულია ღარულებიანი შეერთების

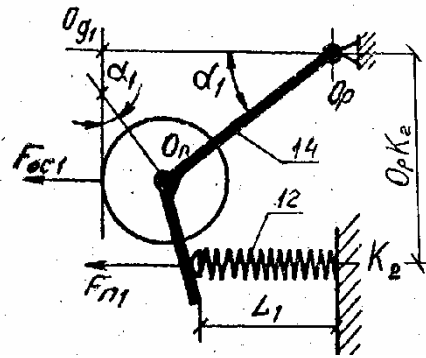


ნახ. 1

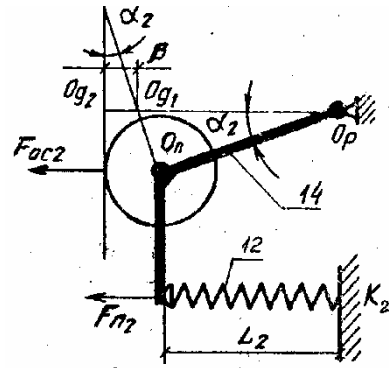
საშუალებით (ნახ. 1) გარსაცმთან 4 და საყრდენ დისკოსთან 3. ბერკეტი 5 თითის 6 საშუალებით დაკავშირებულია ერთის მხრივ დასაჭერი დისკოს 2 საწვევ ყუნწთან 7, მეორე მხრივ კი თითის 8 მეშვეობით გარსაცმის ყუნწთან 9. ქუროს ამორთვა ხდება გამოსართი საკისრის 10 გამოყენებით.

შერთვის მაკომპენსირებელი მექანიზმი შედგება ჭოკისაგან 11, დასაჭერ ცილინდრულ ზამბარისაგან 12, რომელიც თავისი ტორსებით ეყრდნობა გარსაცმს 4 და ბერკეტს 14. ბერკეტის 14 ცალი მხარი სახსრულად არის დაკავშირებული გარსაცმის 4 ყუნწთან 15 თითის 16 საშუალებით. ბერკეტის 14 მეორე მხარში კი შესრულებულია გრძივი კილო 17, რომელშიც განლაგებულია საბრჯენ დისკოსთან 2 შეხებაში მყოფი დასაჭერი გორგოლაჭი 18. ზამბარის 12

და ბერკეტის 14 ზომები (ნახ.2), ღერძის  $O_p$  წერტილი წირითი კოორდინატები და  $\alpha_1$  კუთხის მნიშვნელობა შერჩეული და გაანგარიშებულია ისეთნაირად, რომ დისკოების პაკეტის 1 საწყისი სისქის შემთხვევაში ზამბარის 12 ძალა  $P_n$  შეესაბამებოდეს დისკოების პაკეტის 1 შეკუმშვის ნომინალურ ძალას  $F_{oc} = F_{oc1}$  და ქუროს ხახუნის მომენტის ნომინალურ სიდიდეს.



ნახ. 2



ნახ. 3

პაკეტის 1 კუმშვის ძალის  $P_{oc}$  მათანაბრებელი მექანიზმი მუშაობს შემდეგნაირად (ნახ. 3): ქუროს მოხახუნე ზედაპირების გაცვეთის შედეგად დისკოების პაკეტის სისქე კლებულობს სიდიდით დასაჭერი დისკო 2 გადაადგილდება საყრდენი დისკოს 3 მიმართულებით. ბერკეტი 14 (გორგოლაჭთან 18 ერთად) მობრუნდება საათის ისრის მიმართულებით. ზამბარის 12 სიგრძე  $L$ , მატულობს ( $L_1 \rightarrow L_2$ ); ბერკეტის 14 დახრის კუთხე  $\alpha_1$  კი კლებულობს ( $\alpha_1 \rightarrow \alpha_2$ ). ეს იწვევს  $F_{n1}$  ძალის მოდების მხარის ზრდას  $O_p$  წერტილის მიმართ. ამ დროს ქუროს დისკოების პაკეტის 1 კუმშვის ძალა  $F_{oc}$  პრაქტიკულად უცვლელი რჩება, ვინაიდან ზამბარის 12 კუმშვის ძალის  $F_n$  შემცირება ( $F_{n1} \rightarrow F_{n2}$ ) კომპენსირებულია  $F_{oc}$  ძალის მოდების მხარის მომატებით  $O_p$  წერტილის მიმართ.

საანგარიშო სქემიდან (ნახ. 2 და 3) მიღებულია გამოსახულებები (1) და (2), რომლებიც აკავშირებენ ქუროს დისკოების პაკეტის კუმშვის ძალის  $F_{oc}$  სიდიდეს და მაკომპენსირებელი მექანიზმის ელემენტების  $|O_n O_p|$  და  $|O_p K_2|$  ზომებს:

$$F_{oc} = F_n \cdot Z, \quad (1)$$

სადაც:  $Z$  - კუმშვის ზამბარების რიცხვია,

$F_n$  - თითოეული ზამბარის კუმშვის ძალა.

$$F_n = \frac{R_f}{\sin^3 \alpha} \cdot \frac{|O_p K_2|}{|O_n O_p|} \left( L_0 - \frac{|O_n O_p| - |O_p K_2| \sin \alpha}{\cos \alpha} \right), \quad (2)$$



სადაც,  $L_o$  ზამბარის სიგრძეა თავისუფალ მდგომარეობაში,

$R_f$  - ზამბარის სიხისტე,

$O_n O_p$ ,  $O_p K_2$  - მოწყობილობის რგოლების გეომეტრიული პარამეტრები.

### დასკვნა

ქუროს რეალურ კონსტრუქციისათვის ფორმულების (1) და (2) გამოყენებით შესრულებული გაანგარიშება გვიჩვენებს შემდეგს: თუ მოხაზუნე წყვილთა ჯამური გაცვეთა პასუხობს პირობას  $B \leq 0,25|O_n O_p|$ , კუმშვის ძალის  $F_{oc}$  სიდიდე მერყეობს  $\pm 5\%$  ფარგლებში, რაც ფაქტიურად განაპირობებს ქუროს ხაზუნის მომენტის საკმარის სტაბილურობას.

### ლიტერატურა

1. Поляков В.С. Справочник по муфтам. Л., «Машиностроение», 1974 586 с.
2. დ. ჭელიძე, გ. ჭელიძე. ქუროები ამძრავებისათვის. სპი, 1978, 98 გვ.
3. ნ. ბარძიმაშვილი და სხვა. ფრიქციული ქურო. საავტ. მოწმობა №1423837, სსრკ, გამოგონებების ბიულეტენი №34, 1988.
- 4.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИЛОВОЙ ЦЕПИ ФРИКЦИОННОЙ МУФТЫ

Н. Бардзимашвиди, Б. Челидзе, Г. Челидзе

### Резюме

Описана новая конструкция механизма включения фрикционной дисковой муфты, которая обеспечивает стабильность усилия включения муфты независимо от степени износа трущихся поверхностей дисков к удлинению сжимающей пружины, что повышает долговечность и надежность муфты. Новшеством конструкции является применение рычажного механизма с переменным передаточным числом, способного компенсировать уменьшение усилия пружины при ее удлинении. Получены формулы, описывающие связь величин усилия сжатия и размеров элементов компенсирующего механизма.

## PERFECTION OF THE POWER CIRCUIT OF THE FRICTION CLUTCH

N. Bardzimashvili, B. Chelidze, G. Chelidze

### Summary

We would like to present a newly developed construction of the power circuit of the friction clutch, which provides the compression force stability of the clutch disks. The corresponding formulas for the calculation of the elements of the construction have been work out.

უპკ. 6.07 744.153

**მალლივნიშნულეზიანი გეგმილზის მეთოდი  
სამგანზომილზიანი სივრცისათვის**

ა. შავგულიძე, ნ. ნოზაძე

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

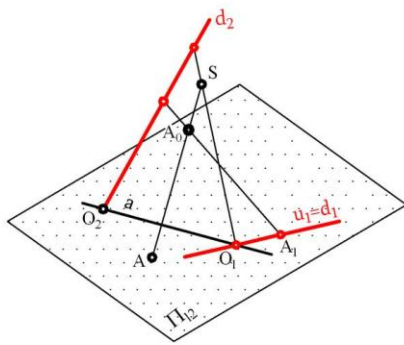
**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია დამოუკიდებელი მოდელეზის სისტემის შემადგენელი  $a-5$  ტიპის მოდელის პროექციული რეალიზაციის ერთ-ერთი შესაძლო სქემა. დაგეგმილზის განხილული კონსტრუქციული აპარატი გამოყენებულია კერძო შემთხვევის დროს, როდესაც ჰიპერბოლური წრფივი კონგრუენცია ორთოგონალურია. ამასთან კონგრუენციის ერთი დირექტრისა  $d_2$  ინციდენტურია  $\Pi_2$ -ის და მართობულია  $\Pi_1$ -ის, ხოლო მეორე დირექტრისა  $d_1$  არის  $\Pi_1$  სიბრტყის არასაკუთრივი წრფე. ამ მოდელს შეთავსებული აქვს დეკარტეს მართკუთხა კოორდინატთა სისტემა ისე, რომ  $d_2$  ემთხვევა  $z$ -ს, საბოლოოდ მიიღება კომპლექსური ნახაზი, რომელიც წარმოადგენს  $R_3$  სივრცის ორთოგონალური გეგმილზის ნახაზს, შევსებულს მალლივი ნიშნულეზით  $z = d_2$  წრფეზე.

**საკვანძო სიტყვები:** მალლივნიშნულეზიანი გეგმილზის მეთოდი, ჰიპერბოლური წრფივი კონგრუენცია, დირექტრისა, კომპლექსური ნახაზი, ბინარული მოდელი.

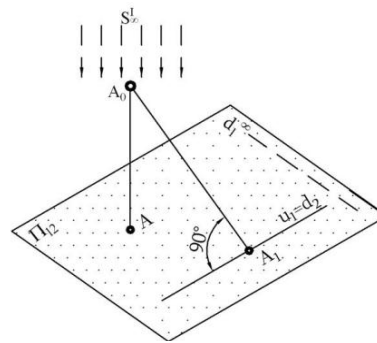
**პირითადი შინაარსი**

პროფ. ი. ჯაფარიძის მიერ დამუშავებული დამოუკიდებელი მოდელეზის სისტემის შემადგენელ თითოეულ სქემას შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვაგვარი პროექციული რეალიზაცია, რასაც მივყავართ სივრცის სიბრტყეზე შექცევადი ასახვის გარკვეულ გრაფიკულ სქემებამდე. განვიხილოთ პროექციული რეალიზაციის ერთ-ერთი შესაძლო სქემა  $a-5$  ტიპის მოდელეზისათვის (სურ.1). ამ შემთხვევაში სივრცის თითოეული წერტილის დაგეგმილზება ხდება  $S$  ცენტრიდან ცენტრალური დაგეგმილზებით, მეორეს მხრივ კი ჰიპერბოლური წრფივი კონგრუენციის საშუალებით, რომლის ერთ-ერთი დირექტრისა  $d_1$  ინციდენტურია  $\Pi_2$ -ის. ადვილად დავრწმუნდებით, რომ  $R_{2+1}$  და  $R_3$  შორის არსებობს ურთიერთცალსახა შესაბამისობა.

$O_1$  წერტილი არის  $S$  ცენტრის ანასახი წრფივი კონგრუენციის სხივების საშუალებით,  $a$  წრფე კი  $d_2$  დირექტრისას ცენტრალური გეგმილია. ნებისმიერი წყვილი წერტილებისა  $A_1 \in d_1$  და  $A \in \Pi_{12}$  ცალსახად განსაზღვრავს  $A_0$  წერტილს  $R_3$  სივრცეში. ცნობილია, რომ პროექციული სივრცის რომელიმე მოდელის ზოგადი სქემიდან კერძო სქემაზე გადასვლის დროს (მაგალითად, არასაკუთრივი სიბრტყის მქონე გაფართოებული ევკლიდეს სივრცის მოდელებისათვის) ცენტრალური ელემენტები მოდელირებული სივრცის არასაკუთრივი სიბრტყის ინციდენტური უნდა იყოს. განვიხილოთ  $a$ -5 მოდელის კონსტრუქციული აპარატის ერთ-ერთი კერძო სქემა. ვთქვათ, კონგრუენციის ერთ-ერთი დირექტრისა, მაგალითად  $d_1$ , არასაკუთრივი წრფეა. ამ შემთხვევაში



სურ. 1

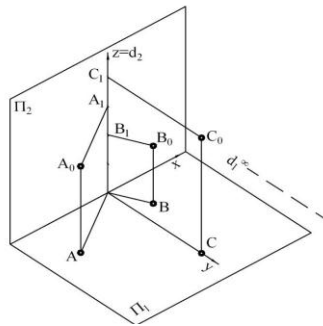


სურ. 2

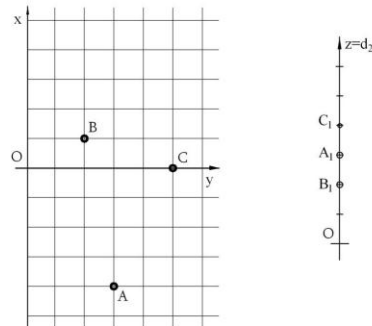
კონგრუენციის ყველა სხივი  $d_2$  დირექტრისას ისევე გადაკვეთს. ამასთან, მათ ექნებათ პარალელიზმის სიბრტყე. ე.ი. ამ სხივებით შეიქმნება პარალელურ  $\infty^1$  წრფეთა კონების ერთობლიობა ცენტრებით  $d_2$ -ზე. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, კონგრუენციის  $\infty^1$  პოლუკვადრიკებიდან ნებისმიერი, წარმოადგენს ჰიპერბოლური პარაბოლოიდის მსახველების ოჯახს. იმ შემთხვევაში, როდესაც  $d_1^\infty$  დირექტრისა ორთოგონალურად არის დაკავშირებული  $d_2$ -თან, წრფეთა კონის სიბრტყეებიც  $d_2$ -ის მიმართ ორთოგონალურად იქნება განლაგებული. ე.ი. წრფეთა კონის ყველა სხივი მართობულია  $d_2$ -ის, ხოლო ყველა პოლუკვადრიკა წარმოადგენს ტოლფერდა ჰიპერბოლურ პარაბოლოიდს. კონგრუენციის ასეთი კერძო შემთხვევის პირობითი სახელწოდებაა “ორთოგონალური კონგრუენცია”.

მე-2-ე სურათზე ნაჩვენებია ორთოგონალური კონგრუენციის გრაფიკული ინტერპრეტაცია. სადაც  $d_2$  დირექტრისა ისევე  $\Pi_{12}$  სიბრტყის ინციდენტურია, ხოლო  $d_1 \notin \Pi_{12}$  არასაკუთრივი წრფეა, რომელიც ორთოგონალურად შეუღლებულია  $d_2$ -თან. ამ შემთხვევაში, ნებისმიერი წერტილი (მაგ.  $A_0$ ) კონგრუენციის სხივებით ორთოგონალურად დაგეგმილებულია  $d_2$ -ზე ( $A_1$  წერტილი).  $S$  ცენტრი  $\Pi_{12}$  სიბრტყესთან ორთოგონალურად შეუღლებული არასაკუთრივი წერტილია, რაც იმას ნიშნავს, რომ ცენტრალური დაგეგმილების ნაცვლად გვაქვს ორთოგონალური დაგეგმილება

$\Pi_2$  სიბრტყეზე.  $A_1$  წერტილი წარმოადგენს  $d_2$  დირექტრისას მართობული  $\alpha$  სიბრტყის ყველა წერტილის ანასახს. იმის გამო, რომ  $\alpha$  სიბრტყე არ არის ღონის მე-2-ე სურათზე განხილული კონსტრუქციული აპარატი არ გამოდგება რიცხვით ნიშნულებიანი გეგმილების მეთოდისათვის, მაგრამ აქედან უშუალოდ გამომდინარეობს მეორე ვარიანტი, როდესაც დაგეგმილება ხდება ისეთი ორთოგონალური კონგრუენციის სხივებით, რომლის ერთი დირექტრისა  $d_2$  ინციდენტურია  $\Pi_2$ -ის და მართობულია  $\Pi_1$ -ის, ხოლო მეორე დირექტრისა  $d_1$  არის  $\Pi_1$  სიბრტყის არასაკუთრივი წრფე (სურ.3). სამგანზომილებიანი სივრცის ეს მოდელი გეგმილთა სიბრტყეების შეთავსების შემდეგ მიიღებს შემდეგ(სურ.4) სახეს: ნახაზის თავისუფალ ადგილზე აღებულია წრფე, რომელზეც დანიშნულია  $O$

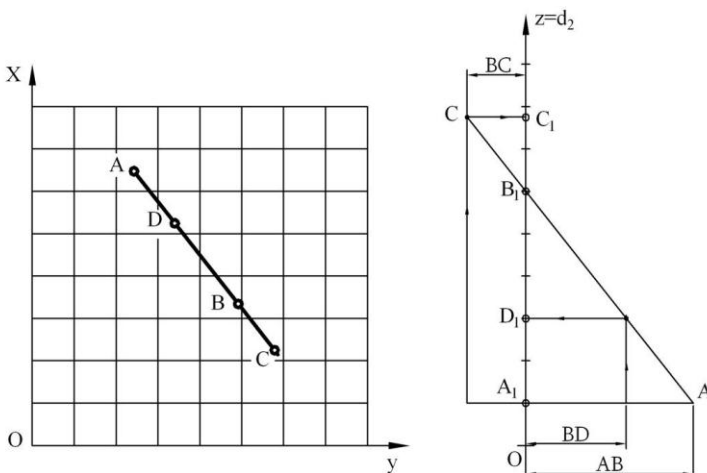


სურ.3



სურ. 4

სათავე. ამ წრფეს პირობითად ეწოდება მალლივი ნიშნულების წრფე, ხოლო ნიშნულებიანი გეგმილების მეთოდის ასეთ ინტერპრეტაციას — “მალლივნიშნულებიანი გეგმილების მეთოდი”.  $R_3$  სივრცის ყველა წერტილი გამონაკლისის გარეშე კოორდინირებულია დეკარტეს მართკუთხა  $Oxyz$  კოორდინატთა სისტემაში, რომლის  $xOy$  საკოორდინატო სიბრტყე შეთავსებულია  $\Pi_1$ -

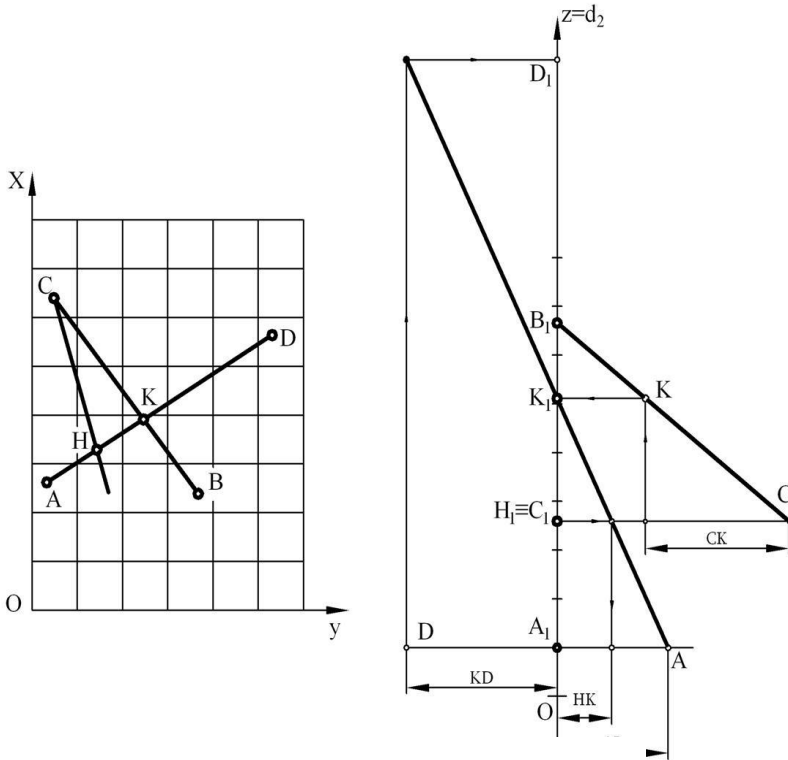


სურ. 5

თან, ხოლო მალლივი ნიშნულების  $d_2$  წრფე —  $z$  ღერძთან. ამრიგად, განხილული მოდელის კომპლექსური ნახაზი წარმოადგენს  $R_3$  სივრცის ორთოგონალური გეგმილების ნახაზს(გეგმას) შევსებულს მალლივი ნიშნულებით  $z=d_2$  წრფეზე. მე-5-ე სურათზე მოცემულია  $R_3$  სივრცის კუთვნილი წრფე ორი წერტილით  $A_0$  და  $B_0$ . ამ წრფეზე მდებარე ნებისმიერი

წერტილი  $C_0$  ან  $D_0$  ცალსახად განისაზღვრება მსგავსი წერტილების რიგის საშუალებით. გრაფიკული აგებების თანამიმდევრობა ნახაზზე ნაჩვენებია ისრებით.

მე-6-ე სურათზე მოცემულია  $R_3$  სივრცის კუთვნილი სიბრტყე სამი არაკოლინეარული  $A_0$ ,  $B_0$  და  $C_0$  წერტილით. ამ სიბრტყის კუთვნილი ნებისმიერი წერტილი  $D_0(DD_1)$  განისაზღვრება წერტილისა და სიბრტყის ურთიერთკუთვნილების პირობის თანახმად: შევაერთოთ  $D$  წერტილი



სურ. 6

$A$  წერტილთან, ხოლო  $B$  წერტილი  $C$  წერტილთან. მსგავსი წერტილების რიგის საშუალებით განვსაზღვრავთ  $K_0$  წერტილის  $K_1$  გეგმილს —  $K_0=(A_0D_0) \cap (B_0C_0)$ , ხოლო შემდეგ  $D_0$  წერტილის დანაკლის  $D_1$  გეგმილს მალლივი ნიშნულების  $z=d_2$  წრფეზე. მე-6-ე სურათზე აგებულია აგრეთვე  $A_0B_0C_0$  სიბრტყის კუთვნილი  $CH$  პორიზონტალი.

მალლივნიშნულებიანი გეგმილების მეთოდით პოზიციური და მეტრული ამოცანების ამოხსნის დროს ვსარგებლობთ

რიცხვითნიშნულებიანი გეგმილების მეთოდისათვის მიღებული ძირითადი ტერმინებითა და განმარტებებით.

მალლივნიშნულებიანი გეგმილების მეთოდი რიცხვითნიშნულებიანი გეგმილებისაგან იმით განსხვავდება, რომ  $R_3$  სივრცის კუთვნილი წერტილის რიცხვითი ნიშნული შეცვლილია წრფის მონაკვეთით, რომელიც მონიშნულია მალლივი ნიშნულების  $z=d_2$  წრფეზე.

მალლივი ნიშნულების წრფეს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება სივრცის გეომეტრიული მოდელირების თვალსაზრისით. კერძოდ, იგი წარმოადგენს ბინარული მოდელის გადაგვარებულ ველს. მიუხედავად იმისა, რომ ველი გადაგვარებულია, შესაძლებელია დამხმარე გრაფიკული აგებების საშუალებით გადაწყვეტილი იქნას სივრცითი ამოცანები.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. **შავგულიძე ა.ს.** – Проекции с высотными отметками изд. ГПИ, Тбилиси 1981
2. **ჯაპარიძე ი.ს.** – Связь плоских моделей пространства с методами начертательной геометрии, - В сб.: Труды ГПИ, 1964, (96)б с. 55,
3. **ჯაპარიძე ი.ს.** – Основные плоскостные модели пространства и их производные,- В сб.: Труды ГПИ, 1964, (96)б с. 37,
4. **ჯაპარიძე ი.ს.** - Начертательная геометрия в свете геометрического моделирования, изд. Ганатлеба, Тбилиси 1983.

### МЕТОД ПРОЕКЦИИ С ВЫСОТНЫМИ ОТМЕТКАМИ ДЛЯ ТРЕХМЕРНОГО ПРОСТРАНСТВА

**А. Шавгулидзе, Н. Нозадзе**

#### Резюме

В работе приведена одна из возможных схем проекционной реализации модели а-5. Конструктивный аппарат проецирования используется для частного случая, когда гиперболическая линейная конгруенция ортогональная, так что одна директриса  $d_2$  совмещена с  $\Pi_2$  и перпендикулярна к  $\Pi_1$ , а вторая —  $d_1$  является несобственной прямой плоскости  $\Pi_1$ . Разрешимость задач пространства  $R_3$  обусловлена возможностью координирования всех точек пространства  $R_3$  в декартовой прямоугольной системе координат. Таким образом, комплексный чертеж данной модели представляет собой чертеж ортогональных проекций точек пространства  $R_3$  дополненный высотными отметками на  $z=d_2$ .

### METHOD OF ELEVATIONS FOR THREE-DIMENSIONAL SPACE

**A. Shavgulidze, N. Nozadze**

#### Summary

There is considered practical realization of a-5 model in this work, which is a part of system of independent models. Unique correspondence between  $R_{2+1}$  and  $R_3$  spaces is established by means of projection. Particularly, projection is carried out, on the one hand, from S centre and in the same time by use of hyperbolical linear congruence, one  $d_1$  directrix of which belongs to  $x_{12}$ . In case, when we have orthogonal congruency and centre S is a point at infinity, particular case of a-5 model has been got. One directrix of orthogonal congruence belongs to  $\Pi_2$  and is perpendicular to  $\Pi_1$ , the other  $d_1$  directrix represents a line at infinity of a plane  $\Pi_1$ . All points of a space  $R_3$  without exception, are placed in Cartesian rectangular coordinate system Oxyz, xOy coordinate plane of which is coincided with  $\Pi_1$ , and a line of elevation  $d_2$  is coincided with z axes. So complex drawing of considered model is a drawing of orthogonal projections of a space  $R_3$  supplemented with elevations on  $z=d_2$  axes. The line of high elevations has a great importance for geometrical modeling of space, in particular it represents degenerated field of the binary model.

უპკ. 6.07 744.153

**მალლივნიშნულუბიანი გეგმილების მეთოდის განზოგადება  
ეკვლიდეს ოთხგანზომილუბიანი სივრცისათვის  
(პირველი ვარიანტი)**

ა. შავგულიძე, ნ. ნოზაძე,  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ.77, 0175 თბილისი,  
საქართველო)

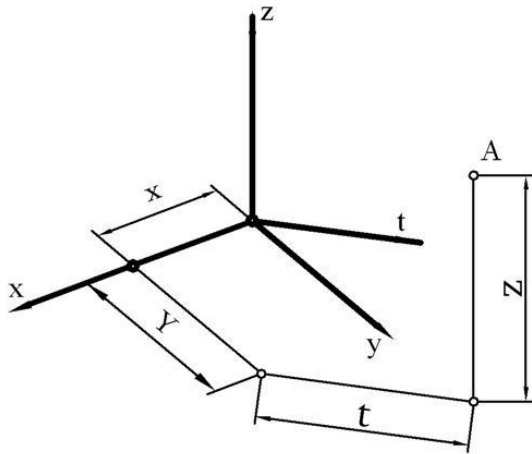
**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია მალლივნიშნულუბიანი გეგმილების მეთოდის განზოგადების ერთი შესაძლო ვარიანტი ეკვლიდეს ოთხგანზომილუბიანი სივრცისათვის.  $R_4$  სივრცის წერტილები კოორდინირებულია დეკარტეს  $Oxyz$  სისტემის მიმართ. ამ სისტემის  $Oxy$  საკოორდინატო სიბრტყე ემთხვევა  $\Pi$  სიბრტყეს.  $R_4$  სივრცის ნებისმიერ წერტილზე გადის ჰიპერსიბრტყე, რომელიც პარალელურია  $\Pi$  სიბრტყისა. ეს ჰიპერსიბრტყე  $Z$  და  $t$  ღერძებთან გადაიკვეთება და  $R_4$  სივრცის მოცემული წერტილისათვის განსაზღვრავს  $Z$  და  $t$  მალლივ ნიშნულებს.  $R_4$  სივრცის ნებისმიერი წერტილი განსაზღვრული იქნება ოთხი კოორდინატით —  $x, y, Z$  და  $t$ .  $R_4$  სივრცის კუთვნილი  $A_0$  წერტილის  $A$  გეგმილი, როგორც  $xOy$  სიბრტყის კუთვნილი, განისაზღვრება ორი კოორდინატით ( $x$  და  $y$ ), ხოლო დანარჩენი ორი გეგმილი  $A_1$  და  $A_2$ , როგორც წრფეზე მდებარე წერტილები, განისაზღვრება ერთი პარამეტრით (შესაბამისად  $Z$  და  $t$ ). ამრიგად, კომპლექსურ ნახაზზე მოცემულ წერტილთა ყოველ  $AA_1A_2$  სამეულს  $R_4$  სივრცეში შეესაბამება ერთადერთი  $A_0$  წერტილი.

**საკვანძო სიტყვები:** მალლივნიშნულუბიანი გეგმილების მეთოდი,  $R_4$  სივრცე, ჰიპერსიბრტყე, კომპლექსური ნახაზი.

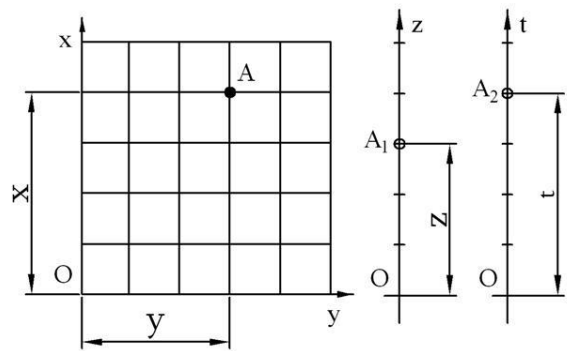
**პირითადი შინაარსი**

ეკვლიდეს ოთხგანზომილუბიანი ( $R_4$ ) სივრცის ელემენტების ანალიზური განსაზღვრის დროს ურთიერთცალსახა შესაბამისობა მოცემული ოთხგანზომილუბიანი სივრცის წერტილებსა და ამ წერტილების ანასახებს შორის სიბრტყეზე ხორციელდება შემდეგნაირად:

სიბრტყის წერტილები კოორდინირებულია დეკარტეს  $Oxy$  მართკუთხა კოორდინატთა სისტემის მიმართ. ამ სისტემას შემდეგ მიბმული აქვს კიდევ ორი ღერძი  $z$  და  $t$ , შედეგად მიიღება დეკარტეს სისტემა  $Oxyz$ , რომლის მიმართაც კოორდინირებულია  $R_4$  სივრცის წერტილები (სურ.1). თუ ამ სისტემას მივუსადაგებთ მალლივნიშნულებიანი გეგმილების მეთოდს, მივიღებთ  $R_4$  სივრცის კომპლექსური ნახაზის აგების ახალ გზას: მივაკუთვნოთ  $A_0$  წერტილი  $Oxyz$  სისტემას, რომლის  $xOy$  საკოორდინატო სიბრტყე ემთხვევა  $\Pi$



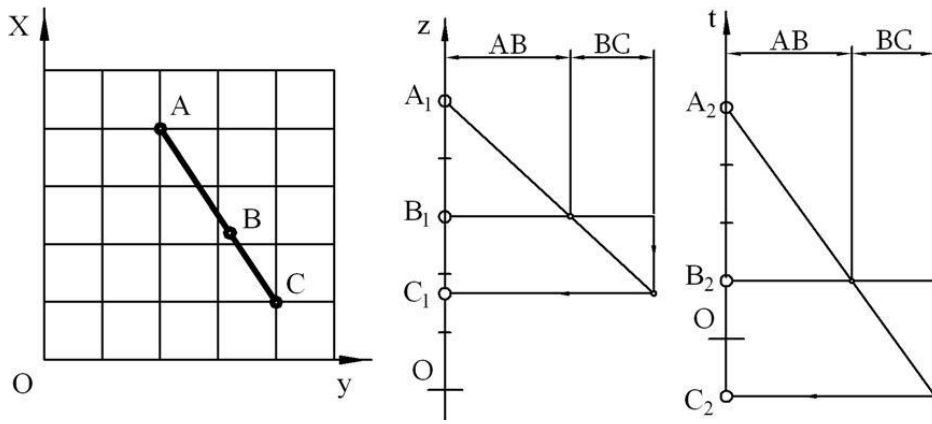
სურ. 1



სურ. 2

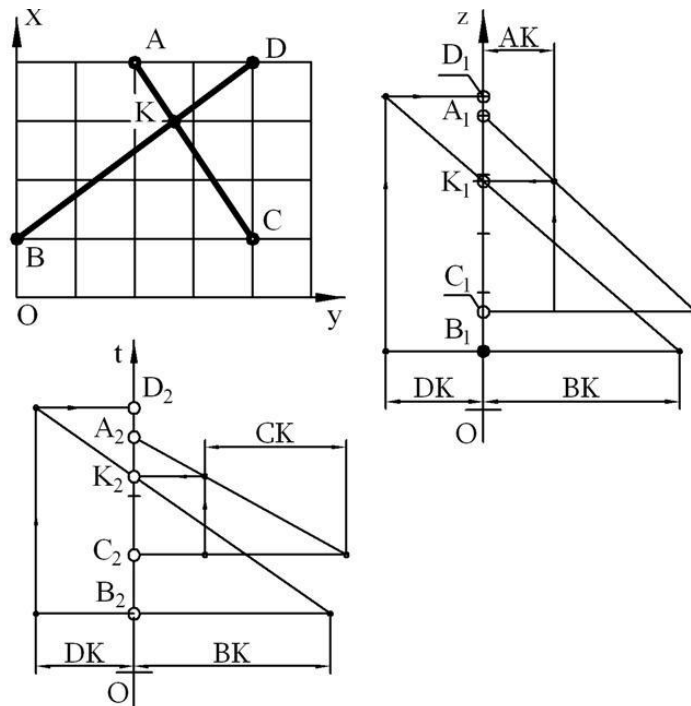
სიბრტყეს. დავუშვათ, რომ მოცემულ  $A_0$  წერტილზე გადის ჰიპერსიბრტყე, რომელიც პარალელურია  $\Pi=xOy$  სიბრტყისა. ეს ჰიპერსიბრტყე  $z$  და  $t$  ღერძებთან გადაიკვეთება და მოცემულ  $A_0$  წერტილისათვის განსაზღვრავს  $z$  და  $t$  მალლივნიშნულებს. ამრიგად,  $R_4$  სივრცის ნებისმიერი წერტილი განსაზღვრული იქნება ოთხი კოორდინატით —  $x, y, z$  და  $t$ . მოცემული მოდელის კომპლექსური ნახაზის მისაღებად,  $z$  და  $t$  ღერძები შევუთავსოთ  $\Pi$  სიბრტყეს თავისუფალ ადგილზე (სურ.2). ამ გზით მიღებული კომპლექსური ნახაზი შექცევადია, რადგან ერთ-ერთი გეგმილი, მაგალითად  $A$ , როგორც  $xOy$  სიბრტყის კუთვნილი, განისაზღვრება ორი კოორდინატით ( $x$  და  $y$ ), ხოლო დანარჩენი ორი გეგმილი  $A_1$  და  $A_2$ , როგორც წრფეზე მდებარე წერტილები, განისაზღვრება ერთი პარამეტრით (შესაბამისად  $z$  და  $t$ ). მართლაც, წერტილთა ყოველ  $AA_1A_2$  სამეულს  $R_4$  სივრცეში შეესაბამება ერთადერთი  $A_0$  წერტილი. როგორც ცნობილია, წრფე  $R_4$  სივრცეში, ისევე როგორც  $R_3$  სივრცეში, განისაზღვრება ორი წერტილით (მაგალითად,  $A_0$  და  $B_0$ ).  $A_0B_0$  წრფის





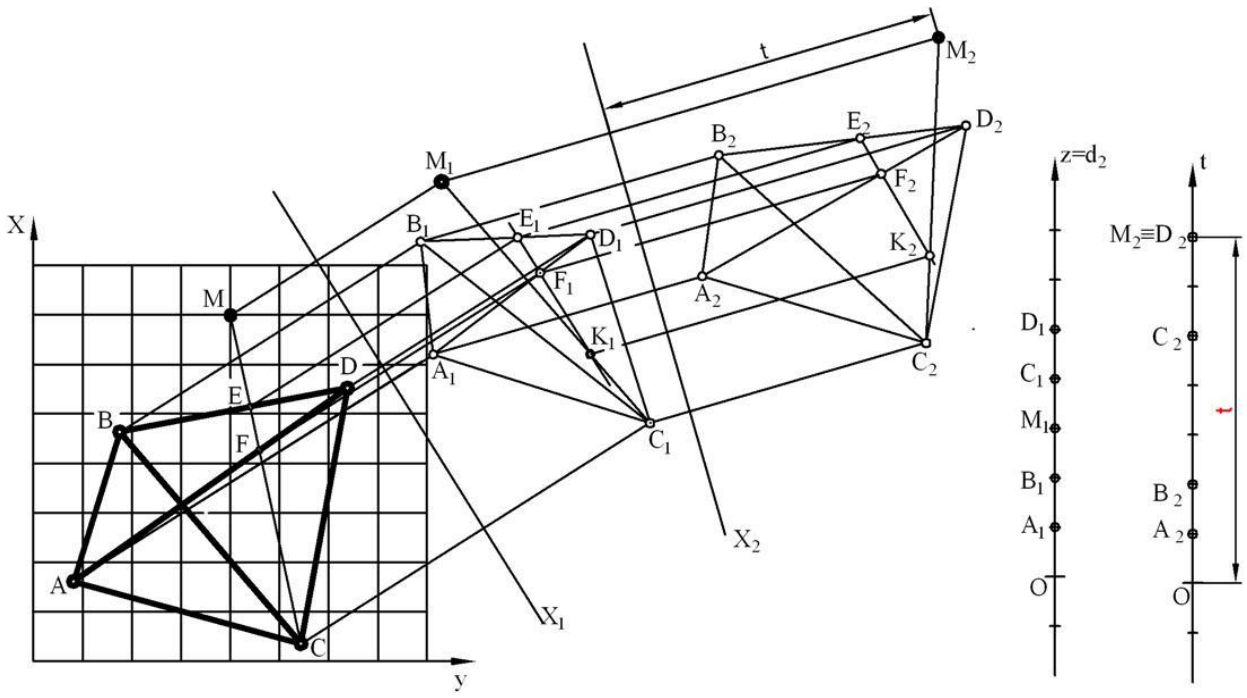
სურ. 3

კუთვნილი ნებისმიერი  $C_0$  წერტილი ცალსახად განისაზღვრება მსგავსი წერტილების რიგის საშუალებით (სურ.3). ოთხგანზომილებიან სივრცეში  $\alpha$  სიბრტყე განისაზღვრება სამი



სურ. 4

წერტილით — მაგალითად,  $\alpha(A_0B_0C_0)$ . სიბრტყის კუთვნილი ნებისმიერი  $D_0$  წერტილი შეიძლება განისაზღვროს შემდეგნაირად: A წერტილი შევავროთ B წერტილთან, ხოლო C წერტილი — D წერტილთან. მსგავსი წერტილების რიგის საშუალებით განისაზღვრება ჯერ  $K_0(K, K_1, K_2)$  წერტილი, შემდეგ  $D_0(D, D_1, D_2)$  წერტილი(სურ.4).



სურ. 5

ოთხგანზომილებიან სივრცეში ჰიპერსიბრტყე განისაზღვრება ოთხი წერტილით — მაგ.,  $\alpha(A_0B_0C_0D_0)$ . ჰიპერსიბრტყის კომპლექსური ნახაზი მოცემულია მე-5-ე სურათზე. ჰიპერსიბრტყის კუთვნილი ნებისმიერი  $M_0$  წერტილის ასაგებად, მისი რომელიმე სამი კოორდინატი (მაგ.  $x, y$  და  $z$ ) შეიძლება ავიღოთ ნებისმიერად. ამ წერტილის მეოთხე ( $t$ ) კოორდინატი კი შეიძლება განისაზღვროს მონჯის ეპიურის ანალოგის საშუალებით მრავალგანზომილებიანი სივრცისათვის. ამ ამოცანის გადაწყვეტისას გამოყენებულია ზოგადი მდებარეობის ჰიპერსიბრტყის გადაკვეთა მაგეგმილებელ ჰიპერსიბრტყესთან.

განხილული მოდელი საშუალებას იძლევა გავათავისუფლოთ ძირითადი გეგმა დამხმარე აგებულებისაგან, რაც ძალიან მნიშვნელოვანია გრაფიკული ამოცანების გადაწყვეტისას, განსაკუთრებით კი სამთო გეომეტრიისა და სამარკშიდერო საქმის ამოცანების ამოხსნის დროს.

**გამოყენებული ლიტერატურა**

1. შავგულიძე ა.ს. – Проекции с высотными отметками изд. ГПИ, Тбилиси 1981
2. Джапаридзе И.С. – Связь плоских моделей пространства с методами начертательной геометрии, - В сб.: Труды ГПИ, 1964, (96)с с. 55,

3. Джапаридзе И.С. – Основные плоскостные модели пространства и их производные,- В сб.: Труды ГПИ, 1964, (96)б с. 37,
4. Джапаридзе И.С. - Начертательная геометрия в свете геометрического моделирования, изд. Ганатлеба, Тбилиси 1983.

## ОБОБЩЕНИЕ МЕТОДА ПРОЕКЦИЙ С ВЫСОТНЫМИ ОТМЕТКАМИ НА СЛУЧАЙ ЧЕТЫРЕХМЕРНОГО ЕВКЛИДОВА ПРОСТРАНСТВА

А. Шавгулидзе, Н. Нозадзе

### Резюме

В работе приведена один возможный вариант обобщения метода проекций с высотными отметками на случай четырехмерного Евклидова пространства. Точки пространства  $R_4$  координируются относительно Декартовой системе  $Oxyzt$ . Координатная плоскость  $Oxy$  данной системы совмещена с плоскостью  $\Pi$ . Через любой точки пространства  $R_4$  проходит гиперплоскость которая паралельна плоскости  $\Pi$ . Этот гиперплоскость пересекается с осями  $z$  и  $t$  и определяет высотные отметки. Любая точка пространства  $R_4$  определяется четырьмя координатами —  $x, y, z$  и  $t$ . Проекция  $A$  точки  $A_0 \in R_4$ , определяется двумя координатами  $x$  и  $y$ , так, как она принадлежит плоскости  $xOy$ . Остальные две проекции  $A_1$  и  $A_2$  определяются одним параметром (соответственно  $z$  и  $t$ ). Таким образом, любой тройке точек  $AA_1A_2$  на комплексном чертеже, в пространстве  $R_4$  соответствует единственная точка  $A_0$ .

## GENERALIZATION OF METHOD WITH HIGH ELEVATIONS FOR FOUR-DIMENSIONAL SPACE

A. Shavgulidze, N. Nozadze

### Summary

A model is considered to build a complex drawing for four-dimensional space. Each point of space four - dimensional is coordinated to Decart  $Oxyz$  system,  $xOy$  plane of which coincides with plane  $\Pi$ . Hyperplane passing through some points of four-dimensional is completely parallel to plane  $\Pi=xOy$ , is intersected by axis  $z$  and  $t$  and defines high elevations  $z$  and  $t$  of the given point. Received complex drawing is invertible. This model allows to avoid auxiliary constructions on the plan, which is very important when solving some graphical problems of mining-topographical work.



უპკ 681. 3

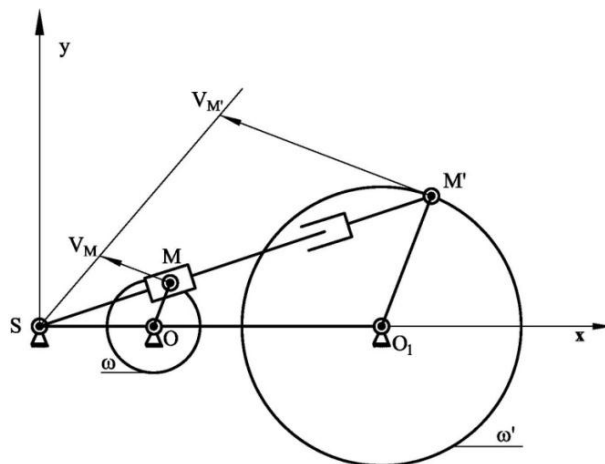
## ჰომოტეტიის საფუძველზე კონსტრუირებული მექანიზმის კვლევა

ჯ. უფლისაშვილი, ი. უგრეხელიძე

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

**რეზიუმე:** ნაშრომში გამოყენებულია გეომეტრიული გარდაქმნა ჰომოტეტიის ძირითადი პრინციპი: წრეწირის გარდაქმნა წრეწირად, რაც გამავალი რგოლების ნებისმიერი კუთხით მობრუნების შესაძლებლობას იძლევა. ასეთ გეომეტრიულ აგებებს ახასიათებთ სახსროვანი ბრტყელი მექანიზმის თვისებები, რაც ბრტყელი მექანიზმის კინემატიკური სქემის აგების საშუალებას იძლევა. მექანიზმის ახასიათებს: სინთეზთან დაკავშირებული აგების მარტივი პროცესი, ჰარმონიულ პროპორციულობის მარტივად ათვისება და კვლევის საუკეთესო თვისება, კონსტრუქციული დამუშავებისა და დამზადების ხელმისაწვდომი და ეკონომიური ეფექტი.

**საკვანძო სიტყვები:** ჰომოტეტია, მექანიზმი, კონსტრუირება, კინემატიკური წყვილი.



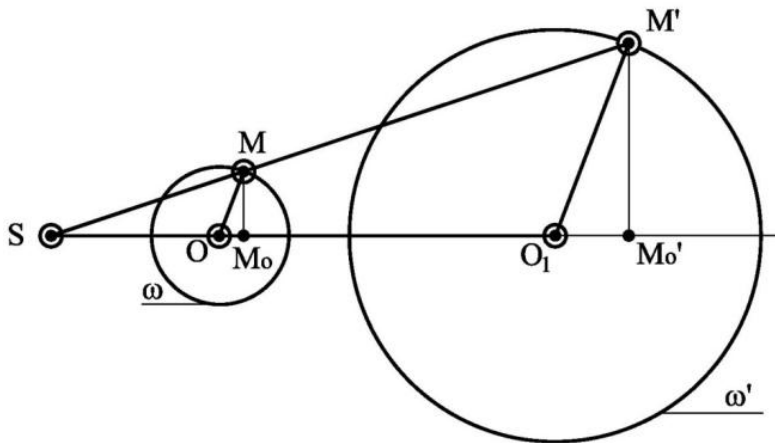
ნახ. 1

ცნობილია, რომ ჰომოტეტიის შინაარსი მოიცავს პოლუსს და გარდაქმნის კოეფიციენტს, წერტილი გარდაიქმნება წერტილად, წრეწირი წრეწირად, ურთიერთ პარალელურ წრფეებს კი

იგივე მდებარეობა უნარჩუნდება. ჰომოთეტიის შემთხვევაში წრეწირის ცენტრი მის შესაბამის წრეწირის ცენტრად გარდაიქმნება. ნახ. 1 წარმოდგენილია გეომეტრიული გარდაქმნა ჰომოთეტიის პრინციპებზე აგებული მექანიზმი, რომელიც შედგება 5 ბრუნვითი და ერთი წინსვლითი კინემატიკური წყვილებისაგან, როგორც ნახ. 1 ჩანს წარმოდგენილი მექანიზმის  $SM'$  რგოლი შეიცავს ტელესკოპურ მოწყობილობას ეს უკანასკნელი საშუალებას იძლევა მუშაობის რეჟიმში მყოფი მექანიზმის  $SM'$  რგოლს სივრცის რეგულირების საშუალება მისცეს.  $OM$  და  $O_1M'$  რგოლების მიერ შემოწერილი კუთხეები მოძრაობის მთელი ციკლის მანძილზე თანაბარ  $\alpha$  და  $\beta$  კუთხეებს შემოწერენ, ხოლო შემოწერილი წრეწირების რადიუსები  $M$  და  $M'$  კინემატიკური წყვილების სიჩქარეების განზომილებას განაპირობებენ. თუ  $M$  წერტილიდან  $OM$  რადიუსის მართობზე ამ წამყვანი რგოლის სიჩქარის ვექტორს დავამთხვევ, ჰომოთეტიური გარდაქმნის საფუძველზე ძალიან მარტივად განისაზღვრება  $M'$  წერტილის სიჩქარე. მოცემული  $V_M$  ვექტორის ბოლო წერტილსა და ჰომოთეტიის  $S$  ცენტრზე გამავალი წრფე  $M'$  წერტილზე  $O_1M'$  რგოლის მართობს გადაჰკვეთს და მიღებული  $VM'$  წერტილი  $M'$  კინემატიკურ წყვილის სიჩქარეს განსაზღვრავს ამის შემოწმება მარტივად ხდება ქვემოთ მოცემული პროცესორციის საფუძველზე

$$\frac{SO}{SO_1} = \frac{SM}{SM'} = \frac{SV_M}{SV_{M'}} = k$$

სადაც,  $k$  ჰომოთეტიის კოეფიციენტი. ჩვენ შემთხვევაში  $k = 3$ .



ნახ. 2

განვიხილოთ  $\Delta SMM_0$  (ნახ. 2) ამ სამკუთხედში ცნობილია  $SO$  მანძილი და  $O$  ცენტრზე  $OM = r$  რადიუსით შემოწერილი წრეწირის რადიუსი  $r = 20$  დავადგინოთ  $M$  წერტილის კოორდინატები.

$$\begin{aligned} Mx &= SM_0 \\ SM_0 &= OS + OM_0 \\ OM_0 &= r \cdot \cos a \end{aligned}$$

აქედან გამოდინარე  $SM_0$  ანუ  $Mx = OS + OM_0 = OS + r \cos a$ .  $OS$  თუ  $L$  მაშინ  $Mx = L + r \cos a$ . ხოლო  $My = r \sin a$

განვიხილოთ  $\Delta SM' M'_0$  სადაც  $L' = K \cdot L$   $SM'_0 = M'x = L' + r' \cos \beta$

$$\tan \gamma = \frac{MM_0}{SM_0}$$

$$\arctan = \frac{MM_0}{SM_0} = \arctan = \frac{r \sin a}{L + r \cos a}$$

$\Delta SM' M'_0$  –ში  $MM'$  და  $M' M'_0$  წერტილები ჰომოტეტიური წერტილები არიან,  $\Delta SMM_0$  მსგავსია  $\Delta SM' M'_0$  ამის თანახმად  $M' M'_0 = k \cdot (MM_0)$  აქედან გამოდინარე  $r' = k \cdot r$  ამ ორი სამკუთხედის გვერდები ურთიერთ პროპორციულ მონაკვეთებს წარმოადგენენ, შესაბამისად  $\Delta OMM_0$  და  $\Delta OM' M'_0$  ერთმანეთის მსგავსია. აქედან გამოდინარე  $\angle \alpha = \angle \beta$   $SM'_0 = M'X = L' + r \cos \beta$  ხოლო  $M' M'_0 = M'y = r \sin \beta$  როგორც ზემოთ განვსაზღვროთ  $\alpha = \beta$  მაშასადამე

$$M'x = L' + r \cos a$$

$$M'y = r \sin a$$

აქედან დასკვნა

$$M'x = K \cdot (L + r \cos a)$$

$$M'y = K(r \sin a)$$

წარმოდგენილი მექანიზმი ძალიან მარტივ კონსტრუქციულ მოწყობილობას წარმოადგენს, რომელსაც ქვემოთ ჩამოთვლილი ტექნიკური მახასიათებლები აქვს.

1. თანაბარი ძრავის – თანაბარ ძრავად გარდაქმნა.  $n_1 = n_2$  სადაც,  $n$  შესაბამისი ლილვაკების ბრუნთა რიცხვია.
2. დოლების სხვადასხვა რადიუსების მიუხედავად, კუთხური სიჩქარეების ტოლობა.
3.  $V_M < V_{M'}$  და მიღებული ვექტორები ჰომოტეტიას ემორჩილებიან.
4. მექანიზმის სინთეზთან დაკავშირებული აგების მარტივი პროცესი.
5. ჰარმონიულ პროპორციულობის მარტივად ათვისება და კვლევის საუკეთესო თვისება
6. კონსტრუქციული დამუშავებისა და დამზადების ხელმისაწვდომი და ეკონომიური ეფექტი.

ავტოკადში მუშაობას ვიწყებთ *leier proferties manager* –ში სასურველი ფენების ფერების შექმნით და ხაზების ტიპების შერჩევით, რომლებიც შემდგომში გამოყენებულის გვექნება მექანიზმის გამოსაყოფად, ასევე მექანიზმის მოძრაობის და წერტილთა მდებარეობის თვალსაჩინოდ წარმოსაჩენად. აგებას ვიწყებთ მენიუს *lin, circle, point* რეჟიმების საშუალებით. პარალელურად მდგომარეობის სტრიქონში მონაცვლეობით ვაქტიურებთ *ortho, osnap, LTW* რეჟიმებს.

თავდაპირველად ვაგებთ  $S$  ჰომოტეტიის ცენტრს *circle* ბრზანებით. შემდეგ *OSNAP, line* ვაგებთ  $S$  წერტილზე გამავალ ორ ნებისმიერ  $a$  და  $b$  წრფეს. ვაფიქსირებთ  $a$  წრფეზე

რაიმე  $M$  წერტილს *circle* ბეძანებით. იგივე მეორდება  $b$  წრფეზე  $o$  წერტილთან დაკავშირებით. შემდეგ მოვებნით  $M$  და  $O$  წერტილების ჰომოტეტიურ  $M'$  და  $O_1$  წერტილებს. წერტილების დამუქება ხდება *Hatch and Gradient* ბრძანებით.

II ეტაპზე, I ეტაპზე მოცემულ და კონსტრუირებულ წერტილებზე ავავოთ წრეწირები, რომელთა რადიუსებიც შესაბამისად  $OM$  რადიუსითა და  $O_1M'$  რადიუსით. ეს წრეწირები ჩვენს მიერ ასაგები მექანიზმის წამყვანი და ამყლი რგოლების მოძრაობის კანონებს განსაზღვავს.  $\omega$  და  $\omega'$  წრეწირი აიგება *circle* ბრძანებით. წერტილების დამუქება ხდება *Hatch and Gradient* ბრძანებით.

III ეტაპზე  $M$  და  $M'$  წერტილების შეერთება შესაბამისად  $O$  და  $O_1$  წერტილებთან ასაგები მექანიზმის წამყვანი და ამყლი რგოლების სიგრძეებია ჰომოტეტიის თვისებების საფუძველზე. ამ მექანიზმში წრიული ძრაობა წრიულ ძრაობად გარდაიქმნება და ამავე დროს რგოლების პარალელობა მუდმივ პარამეტრს წარმოადგენს.

*line* ბრძანების საშუალებით  $M$  და  $M'$  წერტილები შეერთდება შესაბამისად  $O$  და  $O_1$  წერტილებთან. ყოველ მომდევნო ეტაპზე შესრულებული ახალი გეომეტრიული აგების გამოყოფა ხდება *Leyer Proferties Manajer* შექმნილ სასურველ ფენებში გადაყვანით.

IV ეტაპზე გეომეტრიული აგებების საფუძველზე შექმნილი სქემა შესაბამისი მექანიზმის კონსტრუქციული დეტალებით აღჭურვილით კერძოდ  $S, O, M, O_1, M'$  წერტილებში ბრუნვითი კინემატიკური წყვილები განვალავოთ, რომელთა რაოდენობაც 5-ს შეესაბამება.  $M$  წერტილში  $OM$  და  $SM'$  რგოლების შემაერთებელი დეტალი წინსვლითი კინემატიკური წყვილია. ამ კონსტრუქციას უნდა დაემატოს  $SM$  რგოლის შუალედში ტელესკოპური მოწყობილობა, რომელიც მექანიზმის ერთი ბრუნვითი ციკლის შესრულების მანძილზე ამ რგოლის სიგრძის ცვალობადობას უზრუნველყოფს.

გეომეტრიული აგებების საფუძველზე შექმნილი სქემის კონსტრუქციული დეტალებით აღჭურვა ხდება შემდეგი ბრძანებებით: I. ტელესკოპური მოწყობილობა აიგება *Rectangle* ბრძანებით. შემდეგ *Explode* ბრძანებით ავავეტქებთ სასურველ მონაკვეთს და *Rotate* ბრძანებით სასურველი კუთხით

მოვებრუნებთ. II ტელესკოპური მოწყობილობა აიგება *Rectangle* და *Rotate* ბრძანებების საშუალებით.

საბოლოოდ გამოხაზულია კონსტრუირების ჩვენს მიერ შედგენილი პროგრამის საშუალებით შექმნილი მექანიზმი. წამყვან რგოლად  $OM$  მიიჩნევა, გამავალ რგოლად კი  $O_1M'$  მექანიზმის მოძრაობის დროს  $SM$  რგოლის სიგრძის პარამეტრების ცვლილებას განიცდის, რომლის საშუალებასაც ტელესკოპური მოწყობილობა იძლევა.

იმის შემდეგ რაც ჩვენს მიერ გამოხაზული იქნა მექანიზმის მზა კონსტრუქცია ნახაზზე საჭირო წარწერების აღნიშვნა ინსტრუმენტთა პანელიდან *Draw* მენიუს *Hatch and Gradient* და *Text Formatting* ბრძანებით, რომელიც საშუალებას იძლევა შეირჩეს ტექსტური სტილი და სიმბოლოების სიმაღლე.

### **გამოყენებული ლიტერატურა**

1. ჯ. უფლისაშვილი, ნ. ნათბილაძე – „პოლიგრაფიული მანქანების მოძრავი სივრცითი სისტემების გეომეტრიული საფუძვლები“, ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი 2009წ.
2. ჯ. უფლისაშვილი, თ. ბარამაშვილი, ი. უგრეხელიძე – „კომპლექსური გარდაქმნის საფუძველზე კონსტრუირებული სახსროვანი მექანიზმი“, ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, თბილისი 2009წ.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СКОНСТРУИРОВАННОГО НА ОСНОВЕ ГОМОТЕТИИ МЕХАНИЗМА**

**Дж. Уплисашвили, И. Угрехелидзе**

### **Резюме**

В работе использован основной гомотетии геометрических преобразований: преобразование окружности в окружность, что предоставляет возможность поворота выходных звеньев на любой угол. Подобные геометрические преобразования характеризуются свойствами плоского шарнирного механизма, что предоставляет возможность построения кинематической схемы плоского механизма. Механизм характеризует: связанный с синтезом простой процесс построения, простое достижение гармонической пропорциональности и лучшее свойство исследования, доступность конструктивной разработки и производства и экономический эффект.

## **RESEARCH OF DESIGNED ON PRINCIPLES OF HOMOTHETY MECHANISM**

**J. Uplisashvili, I. Ugrekhelidze**

### **Summary**

In the paper is applied the basic principle of geometric transformation homothety: transformation of circumference into the circumference that gives the possibility of turn on arbitrary angles of output links. Such geometrical constructions are characterized by properties of planar hinged mechanism that gives the possibility to construct the kinematical scheme of planar mechanism. The mechanism is characterized by: related to synthesis simply process of construction, simply achievement of harmonic proportionality and better research features, simplicity of structural development and production and economic effect.



უპკ 634. 0.36

**მორსატრევი თვითმტვირთავი ავრეგატის გამავლობის  
გამოკვლევა მთიანი ტყის ქანობებზე ექსპლუატაციის დროს**

მ. ნარიმანაშვილი, ზ. ბალამწარაშვილი,

დ. მოსულიშვილი, რ. ტყემალაძე

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

საქართველო)

**რეზიუმე:** ჩატარებულია სტუ-ს მერქნული მასალების დამზადება-დამუშავების კათედრაზე დამუშავებული, ძარა-ანძის მექანიზმით აღჭურვილი, მორსატრევი თვითმტვირთავი ავრეგატის (მთა) გამავლობის გამოკვლევა მთიანი ტყის ქანობებზე ექსტრემალურ პირობებში ექსპლუატაციის დროს. ავრეგატის მასის გაზრდასთან დაკავშირებით გაანგარიშებულია შუბლა წინააღმდეგობის ძალა და მეორე ჯგუფის ხახუნის ყველა ძალების შემაჯამებელი მომენტი. მიღებულია გორვისა და აწევის წინააღმდეგობის ძალების მნიშვნელობები პირველ სიჩქარეზე აღმართზე მოძრაობის დროს. დადგენილია, რომ მთა-ს მოძრაობა შეუძლია ფერდობის დახრის  $\alpha = 17^{\circ}10'$ .

**საკვანძო სიტყვები:** ავრეგატის გამავლობა, შუბლა წინააღმდეგობა, გორვის წინააღმდეგობა, ნიადაგის სიმყარის კოეფიციენტი, ხახუნის კოეფიციენტი.

**შეჯავალი**

სპეციალიზებულ ტრაქტორ TT4-ის ბაზაზე შექმნილი მორსატრევი თვითმტვირთავი ავრეგატი (მთა) ტექნიკური და საექსპლუატაციო მაჩვენებლებით უზრუნველყოფს ტყის მორთრევას მთლიანად დატვირთულ მდგომარეობაში და აკმაყოფილებს საქართველოს ტყეების ნორმალური ექსპლუატაციის პირობებს.

ტრაქტორ TT4-ის აღჭურვამ ძარა-ანძის მექანიზმით გამოიწვია მთა-ს მასის მნიშვნელოვანი გაზრდა; ამასთან ისიც გასათვალისწინებელია, რომ საქართველოს ტყეების

ნიადაგის სიმყარის კოეფიციენტი ცვალებადია (საშუალოდ  $C \approx 0,15$  კგ/სმ<sup>3</sup>) და მუხლუხა ტრაქტორისათვის მოძრაობის კუთრი წინააღმდეგობის კოეფიციენტი იცვლება დიდ ზღვრებში;  $\omega_T=0,08-0,18$  ზამთარში და  $\omega_T=0,12-0,25$  ზაფხულში.

აღნიშნულთან დაკავშირებით საჭიროდ ჩავთვალეთ ჩაგვეტარებინა მთა-ს გამავლობის გამოკვლევა მთიანი ტყის ქანობებზე ექსტრემალურ პირობებში ექსპლუატაციის დროს.

## პირითადი ნაწილი

მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის (მთა) მთიანი ტყის ქანობებზე მოძრაობის უზრუნველსაყოფად დაცული უნდა იყოს პირობა

$$P_{\text{მგ}} \geq P_f \pm P_j \pm P_i \pm P_{\text{კაკ}} \pm P_w \quad (1)$$

სადაც,  $P_f$  - გორვის წინააღმდეგობის ძალა;  $P_j$  - გაქანების (ინერციის) წინააღმდეგობის ძალა;  $P_i$  - ფერდობის აწევის კუთხის წინააღმდეგობის ძალა,  $P_{\text{კაკ}}$  - მისაბმელის, ანუ კაკვზე წინააღმდეგობის ძალა.

გორვის წინააღმდეგობის ჯამური ძალა  $P_f$  გზის დეფორმირებულ ზედაპირზე არადამყარებული მოძრაობის დროს განისაზღვრება ფორმულით

$$P_f = P_{\text{გ}} + \frac{M_b + M_{i_{\text{კაკ}}}}{r_3},$$

სადაც  $P_{\text{გ}}$  - შუბლა წინააღმდეგობის ძალა;  $M_b$  - მეორე ჯგუფის ხახუნის ყველა ძალების შემაჯამებელი მომენტი, დაყვანილი წამყვანი ვარსკლავების დინამიკურ გარემოცვასთან;  $M_{i_{\text{კაკ}}}$  - ინერციის მხები ძალების ჯამური მომენტი, აღძრული დამჭიმი თვლების მოძრაობის დროს;  $r_3$  - წამყვანი ვარსკლავას დინამიკური რადიუსი.

მთა-ს მასისაგან გამოწვეული დაწოლა მუხლუხების საყრდენ ზედაპირებზე ნავარაუდევია თანაბარი, ხოლო ნიადაგის დაძაბულობა  $\sigma$  მიიღება მუხლუხა ჯაჭვების ნიადაგში ჩაღრმავების პროპორციული (სურ. 1). ამ დაშვების შედეგად მივიღებთ შემდეგ თანაფარდობას

$$G = 2\sigma b l_6 = 2Gh_0 b l_6, \quad (3)$$

სადაც,  $G = 206$  კნ – დატვირთული მთა-ს წონა;  $b = 0,5$  მ – მუხლუხა ჯაჭვის სიგანე;  $l_6 = 2,87$  მ – განაპირა ბორბლების ღერძებსა და მუხლუხა ჯაჭვების ერთი რგოლის სიგრძის

ჩათვლით მანძილი;  $C$  - ნიადაგის სიმყარის კოეფიციენტი  $0,15 \text{ კგ/სმ}^3$ ;  $h_0$  - წარმოქმნილი კვალის სიღრმე;

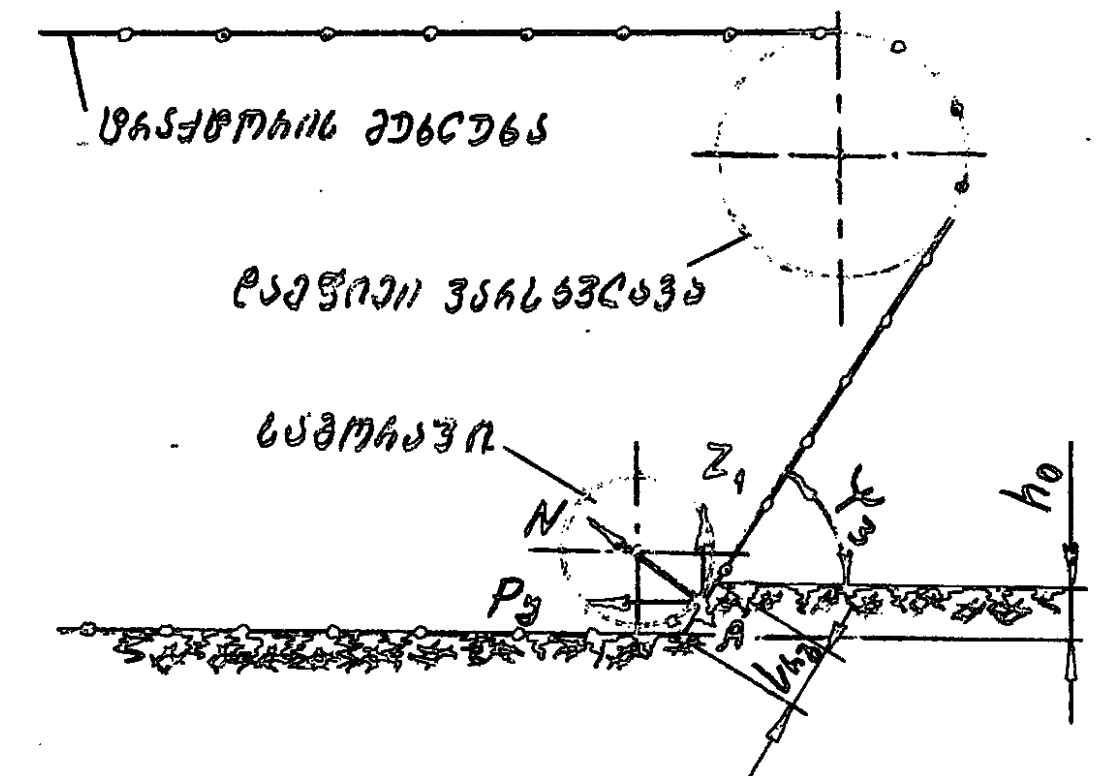
საიდანაც

$$h_0 = \frac{G}{2bcl_6}, \quad (4)$$

ორივე მუხლუხას თანაბრად მოქმედი ძალის მდგენელი შუბლა წინააღმდეგობა განისაზღვრება ფორმულით

$$P_{\text{შ}} = 2 \cdot 0,5 \sigma h_0 l_{\text{შ}} \sin \gamma = bCh_0^2, \quad (5)$$

სადაც  $l_{\text{შ}}$  - შუბლა მონაკვეთის სიგრძე, რომელიც შეხებაშია ნიადაგთან და მიიღება მუხლუხას რგოლის სიგრძის ტოლი  $0,15 \text{ მ}$ ;  $\psi_3$  - მუხლუხა ჯაჭვის დახრის კუთხე,  $23^{\circ}50'$ .



სურ. 1. მუხლუხა ჯაჭვების მოქმედებით წარმოქმნილი თანაბრადმოქმედი

რეაქციის ძალების სქემა

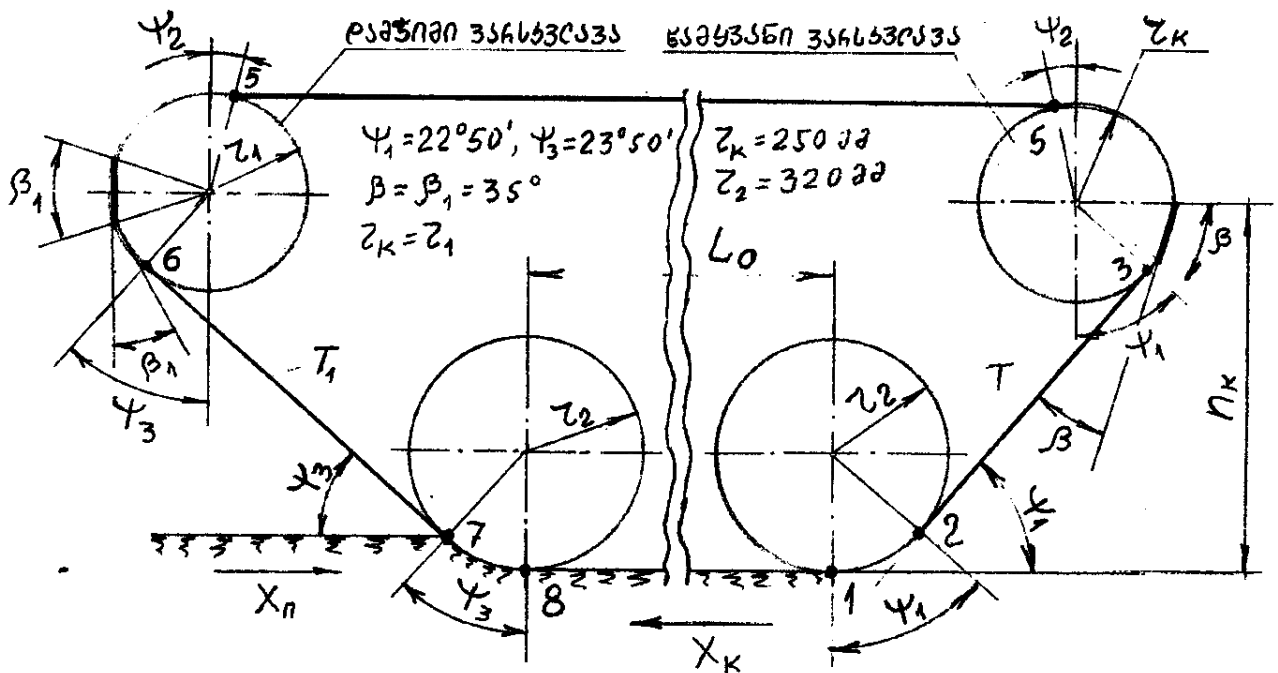
შევიტანოთ (5) ფორმულაში  $h_0$ -ის მნიშვნელობა და მივიღებთ შუბლა წინააღმდეგობის ჯამურ ძალას

$$P_{\text{ა}} = \frac{G^2}{4bcl_6^2} = \frac{20600}{4 \cdot 50 \cdot 0,15 \cdot 237^2} = 2,52 \text{ კნ}, \quad (6)$$

$M_b$  - იანგარიშება ფორმულით

$$M_b = \frac{4\mu T_0 Z_{\text{ა}} r_b}{2\pi} (\psi_1 + \beta + \beta_1 + \psi_3) + G f_1 \frac{r_3}{r_0}, \quad (7)$$

სადაც,  $\mu$  - ფოლადის ბრონზაზე ხახუნის კოეფიციენტი და იცვლება 0,05-ის ფარგლებში;  $r_b$  - მუხლუხა ჯაჭვის სახსრის თითის დიამეტრი - 0,015მ;  $Z_{\text{ა}}$  - მუხლუხა ჯაჭვის რგოლების რიცხვი, რომელიც შეესაბამება წამყვანი ვარსკლავას წრეწირს, 11;  $\psi_1, \beta, \beta_1$ , და  $\psi_3$  კუთხეების მნიშვნელობები რადიანებში დადგენილია სურ. 2-ის მიხედვით;  $r_0$  - საგორავის რადიუსი, 0,320 მ; ხახუნის კოეფიციენტი  $f_1$  ითვალისწინებს საყრდენი საგორავების გორვის ხახუნს, რომელიც აღიძვრება მუხლუხა ლენტის გვრდით ბილიკებზე და აიღება მეტალი-მეტალზე ან მეტალი-ბრონზაზე კოეფიციენტებიდან.



$$f_1 = \pi/2 \mu = 1,57 \cdot 0,05 = 0,08;$$

$T_0$  - მუხლუხა ჯაჭვის წამყვანი მონაკვეთის დაძიმვის ძალა იანგარიშება ფორმულით

$$T_0 = M_3 : r_3 = 32,4 : 0,25 = 129,6 \text{ კნ}, \quad (8)$$

სადაც  $M_3$  - წამყვანი მომენტი მოღებული წამყვან ვარსკლავაზე ( $r_3 = 0,25$  მ) იანგარიშება ფორმულით

$$M_3 = M_6 \tau_b i = 0,5 \cdot 0,912 \cdot 71,11 = 32,4 \text{ კნ}, \quad (9)$$

სადაც  $M_6$  - ტრაქტორის ძრავას ნომინალური მომენტი;

$$\tau_b = \tau_\delta \cdot \tau_f = 0,95 \cdot 0,96 = 0,912$$

საერთო - მ. ქ. კ., მოიცავს ტრანსმისიის  $\tau_\delta = 0,95$  და გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტს  $\tau_f = 0,96$ ;  $i$  - ტრანსმისიის გადაცემის რიცხვი I გადაცემაზე.

ფორმულაში (7) მნიშვნელობის შეტანით მივიღებთ, რომ  $M_b = 15$  კნ.

ძრავისა და გადაცემების ნაწილების ინერციის მხები ძალები შეკრების შემდეგ გვაძლევს  $M_{i\%}$  მომენს

$$M_{i\%} = (\beta - 1) M_b = (1,5 - 1) 0,5 = 0,25 \text{ კნ}, \quad (10)$$

სადაც  $\beta$  -ქუროს მ. ქ. კ.

იმის გათვალისწინებით, რომ მთლიანად დატვირთული მთა-თი მორთრევა მთის პირობებში წარმოებს დაბალი სიჩქარით, მისი საერთო ბალანსის გასათვალისწინებლად გამოირიცხება  $P_j$ ,  $P_{კკ}$  და  $P_w$ .

ამგვარად გორვის წინააღმდეგობის ძალა აღმართზე მოძრაობის დროა ტოლია

$$P_f = 2,52 + \frac{15 + 0,25}{0,25} = 63,52 \text{ კნ}.$$

აღმართზე მოძრაობის დროს მთა-ს მოძრაობა უზრუნველყოფილი იქნება, თუ წვევის ბალანსი დააკმაყოფილებს პირობას

$$P_{\text{წ}} \geq P_f + P_i \quad (11)$$

მნიშვნელოვანი იქნება გამოვყოთ აწვევის წინააღმდეგობის ძალა  $P_i$ , რომელიც პირდაპირპროპორციულია ფერდობის დახრის კუთხის სიდიდისა

$$P_i = Gtg\alpha \quad (12)$$

შევიტანოთ (2) და (12) ფორმულების მნიშვნელობები (11) ფორმულაში და მივიღებთ

$$P_{\text{აწ}} = P_f + Gtg\alpha \quad (13)$$

ტრაქტორის პასპორტის მონაცემებით მხები ძალა წვევაზე პირველ სიჩქარეზე შეადგენს 111,6 კნ/ს.

მაშინ

$$111,6 - 63,52 \geq Gtg\alpha,$$

$$\text{საიდანაც } tg\alpha \leq \frac{111,6 - 63,52}{206} = 0,2334.$$

დატვირთულ მდგომარეობაში  $\alpha = 13^{\circ}10'$ .

$$tg\alpha \leq \frac{111,6 - 63,52}{156} = 0,3082.$$

დაუტვირთ ვ მდგომარეობაში  $\alpha = 17^{\circ}10'$ .

მაშასადამე  $\alpha = 13^{\circ}10'$  (დატვირთული) და  $\alpha = 17^{\circ}10'$  (დაუტვირთავი) ფერდობის დახრის კუთხის ზევით მთა -ს გადაადგილება აღმართზე შეწყდება.

ჩატარებული წვევის ძალის გამოთვლებში ჩაჭიდების კოეფიციენტად მიღებულია  $\varphi = tg\alpha$ .

## დასკვნა

გამოკვლევები ჩატარებულია მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის გამავლობის შესაძლებლობების დასადგენად მთიანი ტყის ქანობებზე ექსტრემალურ პირობებში ექსპლუატაციის დროს. მთა-ს მოძრაობის უზრუნველსაყოფად წვევის ბალანსის დაკმაყოფილებისათვის მიღებულია პირობა  $P \geq P_f + P$  და გამორიცხულია  $P_j, P_{\text{კვ}}$  და  $P_w$ .

გორვის წინააღმდეგობის ძალის  $P_f$  დასადგენად გათვალისწინებულია მხოლოდ შუბლა წინააღმდეგობის ძალა  $P_{\Phi}$  და რეზულტირებული მეორე ჯგუფის ხახუნის ყველა ძალები, დაყვანილი წამყვანი ვარსკლავას დინამიკურ გარემოცვაში -  $M_{r2}$ . აწვევის კუთხის წინააღმდეგობის ძალის  $P_i$  ანგარიშის დროს მიღებულია, რომ აღნიშნული ძალა პირდაპირ პროპორციულია ფერდობის დახრის სიდიდისა. გამოკვლევების შედეგად დადგენილია, რომ მთას დატვირთულ მდგომარეობაში შეუძლი იმოდროს აღმართზე, რომლის კუთხე არ აღემატება  $13^{\circ}10'$ , ხოლო დაუტვირთავ მდგომარეობაში -  $17^{\circ}10'$ . გამოკვლევებმა აგრეთვე ცხადყო, რომ ეკოლოგიური ტექნოლოგიის პრობლემების გადაწყვეტისათვის ტყეკაფზე მთავარ და ძირითად მანქანად აუცილებელია გამოყენებული იყოს მთა ახალი ტექნოლოგიური აღჭურვილობით, რომელიც უზრუნველყოფს ხე-ტყის მორთრევას მთლიანად დატვირთულ მდგომარეობაში.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. პატენტი GEP 2009 4774B. მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატი. **ზ. ჩიტძე, ი. გელაშვილი, რ. ტყემალაძე, გ. ასანიძე.** საქპატენტი, თბილისი, 02.19.08.
2. პატენტი GEP 2009 4778B. მორსათრევი აგრეგატი. **ზ. ბალამწარაშვილი, ზ. ჩიტძე, ი. გელაშვილი, გ. კოკაია, თ. მჭედლიშვილი, დ. მოსულიშვილი.** საქპატენტი, თბილისი, 10.29.07.
3. **ზ. ბალამწარაშვილი, ზ. ჩიტძე, პ. დუნდუა, გ. კოკაია.** ხე-ტყის დამზადების მანქანები და მოწყობილობები, სახელმძღვანელო. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2005წ. 267 გვ.
4. **ზ. ბალამწარაშვილი, ზ. ჩიტძე, გ. კოკაია, პ. დუნდუა, თ. მჭედლიშვილი.** ტყეკაფითი სამუშაოების მანქანები და ტექნოლოგია მთიან პირობებში. სმმესკ ინსტიტუტი, თბილისი, 2008წ. 252 გვ.
5. **А.П. Матвейко, А.С. Федоренчик.** Технология и машины лесосечных работ.- Мн.УП «Технопринт», - 479с.
6. **Г.М. Анисимов.** Лесные машины.- М. : Лесная промышленность, 1989.- 511с.
7. **В.Н. Меншиков.** Основы технологии заготовки леса с сохранением и воспроизведением природной среды. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1987. – 220с.
8. **П.А. Занегин, И.В. Воскобойников, Н.С. Еремеев.** Машины и механизмы для канатной трелевки. – М. – 2004. 445с.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОХОДИМОСТИ ТРЕЛЕВОЧНОГО САМОПОГРУЖАЮЩЕГО АГРЕГАТА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ГОРНЫХ ЛЕСНЫХ СКЛОНАХ**

**М. Нариманишвили, З. Баламцарошвили,  
Р. Ткемаладзе, Д. Мосулишвили**

## **Резюме**

Проведено исследование проходимости трелевочного самопогружающего агрегата при эксплуатации в экстремальных условиях на горных лесных склонах. В связи с увеличением массы агрегата произведен расчет силы лобового сопротивления и суммированного момента всех сил трения второй группы. Получены значения сил сопротивления перекаtywания при подъеме агрегата на первой скорости. Установлено, что агрегат может двигаться на подъем при угле  $\alpha = 13^{\circ}10'$  в нагруженном состоянии, а в ненагруженном  $\alpha = 17^{\circ}10'$ .

# **INVESTIGATION OF CROSS-SKIDDING SELF-SINKING UNIT IN OPERATION IN THE MOUNTAINOUS FORESTED SLOPES**

**M. Narimanashvili, Z. Balamtsarashvili,  
D. Mosulishvili, R. Tkemaladze**

## **Summary**

The research of terrain skidding self-sinking unit for operation in extreme conditions on the mountainous forested slopes is carried out. In connection with the increasing of unit's mass is carried out the calculation of drag force and cumulative moment of all the frictional forces of the second group. The values of rolling resistance forces when lifting the unit in first gear are obtained. It is established that the unit may move at descent at  $\alpha = 13^{\circ}10'$  in the loaded condition and  $\alpha = 17^{\circ}10'$  in unloaded condition.



---

UDK 634. 0.36

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНЕШНЕГО СТАТИЧЕСКОГО ТРЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Б.И. Боколишвили, З.Н. Балиашвили

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

**Резюме:** При хранении, транспортировке и переработке измельченной древесины между частицами и плоскостями оборудования образуется трение, которое во многом определяет вопросы связанных с конструированием оборудования. В работе изучены коэффициенты внешнего статического трения в зависимости от разных факторов и рекомендованы их значения.

**Ключевые слова:** внешнее статическое трение, угол трения, влажность частиц, дюралюминный, оргстекло, нержавеющая сталь, клееная фанера.

### ВВЕДЕНИЕ

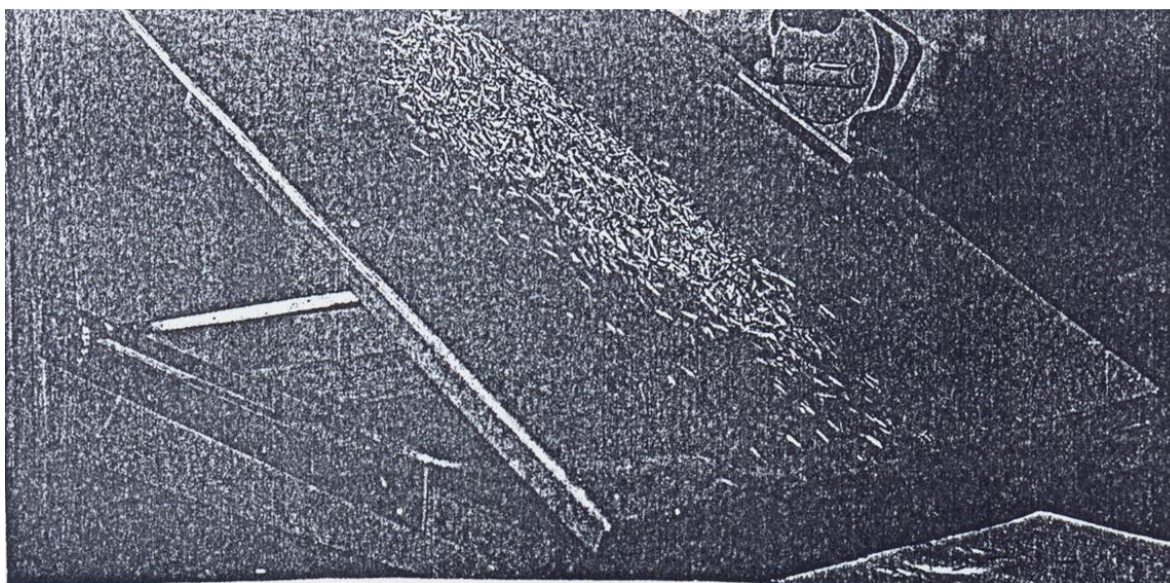
В бункерных и дозаторных установках, а также при транспортировке частицы измельченной древесины имеют ограниченную подвижность, благодаря наличию значительных сил трения и сцепления.

Передвижение частиц насыпного материала и в частности измельченной древесины на рабочих поверхностях оборудования сопровождается сопротивлением материала. Величина этого сопротивления будет меняться от вида фракции измельченной древесины, влажности, чистоты поверхности материалов и т.д. По этому изучение внешнего статического трения измельченной древесины о различные материалы представляется нужным.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Значения коэффициентов (углов) внешнего статического трения  $f'(\varphi')$  измельченной древесины (в пределах влажности  $W = 7 - 60\%$ ) определялось для материалов, наиболее часто употребляемых в деревообрабатывающей промышленности: сталь, дюралюминий, органическое стекло, клеенная фанера, пластикат и нержавеющая сталь.

Определение коэффициентов внешнего статического трения измельченной древесины проводилось на приборе (рис. 1).



**Рис. 1. Прибор для определения коэффициентов внешнего статического трения (в натуре)**

Основным элементов прибора является плита, шарнирно соединенная с основанием. Фиксация плиты под определенным углом относительно горизонта производилась с помощью специальных винтов и гаек. Угол наклона плиты измерялся угломером (квadrантооптический КО-1, погрешность показания  $30''$ ). На поверхности плиты насыпалось определенное количество измельченной древесины, после чего вручную плита выводилась из горизонтального положения. Когда измельченная древесина начинала скользить на наклонной плоскости измерялся угол  $\varphi'$  наклона плиты к горизонту, тангенс которого равен коэффициенту трения

$$f' = \operatorname{tg}' \varphi'$$

где  $\varphi'$  – угол трения.

Средние значения коэффициентов (углов) внешнего статического трения  $f'(\varphi')$  для разных фракций измельченной древесины о различные материалы приведены в табл. 1.

Из таблицы следует, что коэффициент внешнего статического трения измельченной древесины в пределах влажности  $W = 7 - 60\%$  о различные материалы (сталь листовая, нержавеющая и др.) изменяется  $f' = 0.257 \div 0.920$  (угол трения  $14^\circ 25' - 42^\circ 39'$ ). Свойства фракций измельченной древесины влияют на угол трения следующим образом: в одинаковых условиях контакта с испытываемым материалом разница показаний составляет при влажности  $W = 7 - 9\%$ ,  $\Delta\varphi' = 3^\circ 12' - 5^\circ 55'$  (кроме на поверхности органического стекла  $\Delta\varphi' = 10^\circ 8'$ ), при влажности  $W = 13 - 17\%$   $\Delta\varphi' = 4^\circ + 5^\circ 50'$  (кроме поверхностей фанеры вдоль волокна  $\Delta\varphi' = 1^\circ 42'$  и стали листовой  $\Delta\varphi' = 9^\circ 18'$ ), при влажности  $W = 55 - 60\%$   $\Delta\varphi' = 3^\circ 4' + 6^\circ 18'$  и при влажности  $W = 30 - 35\%$   $\Delta\varphi' = 2^\circ 48' - 7^\circ 33'$ .

Причем, во всех случаях максимальным углом трения характеризуется фракция I измельченной древесины, а минимальным фракциям IV. Такая зависимость в основном является следствием изменения фактической площади контакта.

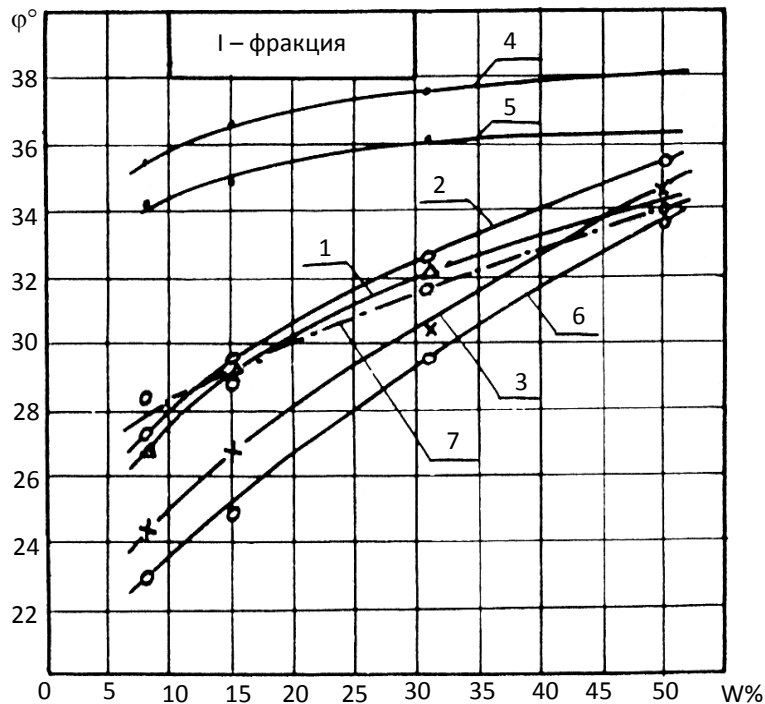
Фракция I дает максимальную площадь контакта сопротивления, а фракция IV минимальную. Поэтому начальное сопротивление сдвигу  $\tau_0$ , внешнего трения для фракции I будет больше, чем для фракции IV. Полученные значения углов трения для всех фракций находятся в полном соответствии с гранулометрическим показателем частиц измельченной древесины.

При исследовании фрикционных свойств с фанерой наблюдается незначительная тенденция уменьшения угла трения с увеличением гранулометрического состава, т.е. с увеличением номеров фракции от I до V измельченной древесины. Полученную, несколько отличную закономерность изменения угла трения измельченной древесины на поверхности фанеры, по сравнению с другими испытываемыми материалами (сталь, дюралюминий и др.), можно объяснить особенностью как свойствами частиц, так и чистотой поверхности материала.

Таблица 1

Средние значения коэффициентов (углов) внешнего статического трения  $f'(\varphi')$  измельченной древесины  
о различные материалы

Фракция	влажность w %	Коэффициенты (углы) внешнего статического трения $f'(\varphi')$													
		Материалы													
		Сталь литовая		Дюралюминий		Оргстекло		Клееная фанера поперек волокна		Клееная фанера вдоль волокна		Пластикат		Сталь нержавеющая	
		Rz=20 V5		Rz=4 V7		Rz=0.19 V12		Rz=334 VI		Rz=132 V2		Rz=0.1 V12		Rz=30 V4	
		f'	$\varphi'$	f'	$\varphi'$	f'	$\varphi'$	f'	$\varphi'$	f'	$\varphi'$	f'	$\varphi'$	f'	$\varphi'$
I	8	0.506	26 51	0.514	27 12	0.455	24 33	0.712	35 26	0.680	34 12	0.426	23 03	0.542	28 28
	15	0.563	29 22	0.57	29 40	0.506	26 55	0.741	36 33	0.695	34 49	0.463	24 49	0.553	28 56
	31	0.631	32 15	0.635	32 25	0.585	30 20	0.768	37 32	0.728	36 04	0.570	29 40	0.620	31 15
	50	0.683	34 20	0.718	35 40	0.69	34 35	0.785	38 07	0.736	36 22	0.671	33 50	0.675	34
II	9	0.401	21 51	0.459	24 40	0.337	18 36	0.766	37 28	0.772	37 41	0.348	19 11	0.426	23 11
	18	0.537	28 15	0.495	26 19	3.392	21 24	0.796	38 32	0.820	39 21	0.370	20 18	0.484	25 50
	35	0.681	31 14	0.620	31 30	0.569	29 38	0.849	40 20	0.814	39 08	0.562	25 53	0.532	28 01
	50	0.675	34	0.707	35 15	0.672	33 53	0.904	42 06	0.92	42 39	0.705	35 43	0.670	33 50
III	9	0.412	22 24	0.418	22 42	0.257	14 25	0.754	37 00	0.737	36 24	0.320	17 44	0.431	23 18
	15	0.481	25 41	0.477	25 29	0.390	21 18	0.785	38 07	0.763	37 20	0.401	21 52	0.443	23 55
	35	0.570	29 42	0.616	31 37	0.564	29 27	0.804	38 48	0.981	39 00	0.485	25 53	0.521	27 32
	57	0.713	35 30	0.722	35 49	0.631	32 14	0.905	42 21	0.888	41 37	0.719	35 43	0.675	34 02
IV	9	0.433	23 26	0.417	22 37	0.365	20 04	0.704	35 08	0.725	35 58	0.326	18 04	0.415	22 33
	14	0.473	25 18	0.444	23 56	0.389	21 15	0.772	37 41	0.751	36 55	0.354	19 29	0.431	23 20
	33	0.597	30 50	0.585	30 20	0.533	28 02	0.817	39 14	0.789	38 17	0.511	27 05	0.512	27 10
	50	0.635	32 25	0.640	32 38	0.667	33 42	0.847	40 15	0.818	39 17	0.642	32 43	0.620	31 47
V	9	0.477	25 30	0.441	23 47	0.354	19 30	0.696	34 50	0.687	34 29	0.374	20 30	0.454	24 25
	17	0.543	28 29	0.544	28 34	0.460	24 42	0.743	36 36	0.710	35 22	0.404	22 09	0.517	27 19
	35	0.609	31 21	0.625	31 59	0.640	32 37	0.804	38 48	0.766	37 28	0.648	32 57	0.618	31 42
	57	0.756	37 06	0.748	0.716	0.716	35 36	0.858	40 37	0.841	40 04	0.752	36 56	0.691	34 38



**Рис. 2. Зависимость угла внешнего статического трения от предварительной влажности измельченной древесины на 1 – сталь; 2 – дюралюминий; 3 – оргстекло; 4 – клееная фанера (поперек волокон); 5 – клееная фанера (вдоль волокон); 6 – пластикат; 7 – сталь нержавеющая.**

Рассматривая кривые (рис. 2) зависимости углов внешнего статического трения  $\varphi'$  от влажности (в пределах  $W = 7 - 60\%$ ) для I фракции измельченной древесины на разных испытываемых материалах, следует отметить, что с увеличением влажности измельченной древесины угол трения  $\varphi'$  во всех случаях увеличивается. Такая закономерность более отчетливо наблюдается на всех испытываемых материалах за исключением фанеры, свойства которой значительно отличаются от остальных испытываемых материалов.

Из кривых видно, что чистота поверхностей испытываемых материалов значительно влияет на величину коэффициентов (углов) трения измельченной древесины. Так например, минимальный коэффициент (угол) трения наблюдается при контакте с органическим стеклом и пластикатом, а максимальный – при контакте с фанерой.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значение коэффициентов трения измельченной древесины при контакте с другими испытываемыми материалами находятся в полном соответствии с чистотой поверхности материалов с размерами и влажностью измельченной древесины. Для практических целей рекомендованы полученные значения коэффициентов (углов) внешнего трения (табл. 1).

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Б.И. Боколишвили.** Основные характеристики древесной стружки. Сборник научных трудов фонда возрождения наук Грузии «Интеллект», № 3, Тбилиси, 1998.
2. **Б.И. Боколишвили.** К вопросу динамических характеристик истечения сыпучих материалов из бункера. Труды ГТУ № 5(433), Тбилиси, 2000.

## დაქუცმაცვებული მერქნის გარე სტატიკური

### ხახუნის განსაზღვრა

ბ. ბოქოლიშვილი, ზ. ბალიაშვილი

#### რეზიუმე

დაქუცმაცვებული მერქნის შენახვის ტრანსპორტირების და გადამუშავების დროს მერქნის ნაწილაკებსა და მოწყობილობის ზედაპირებს შორის აღიძვრება ხახუნი, რომელიც მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მოწყობილობის კონსტრუირების. ტექნიკურ პირობებს სამუშაოში შესწავლილია დაქუცმაცვებული მერქნის გარე ხახუნის კოეფიციენტები სხვადასხვა ფაქტორებისაგან დამოკიდებულებით და რეკომენდებულია მათი მნიშვნელობები.

## DETERMINATION OF OUTER STATIC FRICTION FOR MILLED TIMBER

**B. Bokolishvili, Z. Baliashvili**

#### Summary

While keeping transporting and treating (working) of milled timber there arises friction between timber particles and appliance surfaces, which in a certain way determines problems related with the equipment construction. The paper describes studying the outer static friction coefficient taking into consideration different factors and their value recommendations.

შპს. 6.07 744.153

## საგნობრივი გარემოს გარდაქმნა და სამრეწველო დიზაინი

ა. შავგულიძე, თ. ბერიძე

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

**რეზიუმე:** სამრეწველო დიზაინი სამრეწველო ნაკეთობების დაპროექტების შემოქმედებითი პროცესია, რომელიც ტექნიკური ესთეტიკის მოთხოვნათა შესაბამისად ხორციელდება. სასარგებლო და ლამაზი ნაკეთობების შექმნა ამ ნაკეთობების კონსტრუქციულ-ტექნიკური და ეკონომიური მოთხოვნების გათვალისწინებით უნდა ხდებოდეს. ფორმათა ძიებისას დიზაინერმა სწორად უნდა განსაზღვროს ტექნიკურსა და ესთეტიკურს, მატერიალურსა და სულიერს შორის არსებული თანაფარდობა მოცემულ საგნობრივ გარემოში. სამრეწველო დიზაინი არამარტო საგნობრივ გარემოს გარდაქმნის, არამედ ამ გარემოს მიმართ ადამიანის დამოკიდებულებასაც აყალიბებს. იმდენად, რამდენადაც ექსპლოატაციის პროცესში საგნები გარკვეულ ზემოქმედებას ახდენს ადამიანზე, იწვევს ადამიანის დამოკიდებულებას ამ საგნობრივ გარემოზე. ადამიანთა გემოვნების განვითარებასთან ერთად, სამრეწველო დიზაინს შეუძლია წინასწარ განსაზღვროს მოსახლეობის მოთხოვნა შესაბამისი მიმართულებით.

**საკვანძო სიტყვები:** გამომსახველობა, ორიგინალურობა, ჰარმონიულობა, სტილის ერთიანობა, სტილის თანამედროვეობა.

### შემაჯავლი

მატერიალური წარმოების განვითარებამ მოითხოვა ისეთი სამრეწველო ნაკეთობების დაპროექტება და საგნობრივი გარემოს შექმნა, სადაც ამ ნაკეთობების ტექნიკურ მოთხოვნებთან ერთად ადამიანური ფაქტორიც იქნებოდა გათვალისწინებული. დიზაინერის მიზანი

საზოგადოებისათვის სასარგებლო, საექსპლოატაციოდ მოსახერხებელი და ლამაზი საგნების შექმნა გახდა.

## პირითადი ნაწილი

წარმოების პროცესში ადამიანი მუდმივად ქმნის და ცვლის საგნობრივ გარემოს. ეს გარემო მისი შრომითი საქმიანობის პროდუქტს წარმოადგენს და იმ აუცილებელ ცხოვრებისეულ საშუალებას შეადგენს, რომლის გარეშეც ადამიანს არსებობა არ შეუძლია. ადამიანი ქმნის და იყენებს, საგნობრივი გარემო ფორმირდება და ფუნქციონირებს. სამრეწველო ნაწარმი, რომელიც კარგად პასუხობს თავის დანიშნულებას და მოცემულ ისტორიულ მომენტში აკმაყოფილებს ადამიანს, განიხილება, როგორც ფუნქციონალურად სრულყოფილი, მოსახერხებელი და სასარგებლო.

სამრეწველო საქონლის ხარისხის გაუმჯობესებასა და ასორტიმენტის სრულყოფაში დიდ როლს მხატვარ-კონსტრუქტორები ასრულებენ. მათ მიერ დაპროექტებული ნაკეთობები ერთმანეთს უნდა შეესაბამებოდეს ზომებში, ფორმაში, ფერში და გარემომცველ საგანთა ერთიანი კომპლექსები წარმოქმნას. დამპროექტებლების წინაშე დგას ამოცანა – ადამიანთა შრომისათვის, ყოფაცხოვრებისა და დასვენებისათვის აუცილებელი კომფორტული გარემოს შექმნა.

საწარმოო ესთეტიკა ტექნიკური ესთეტიკის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია. საწარმოო გარემოს ესთეტიკური ორგანიზაცია მჭიდრო კავშირშია შრომის მეცნიერულ ორგანიზაციასთან და შრომითი საქმიანობისა და დასვენებისათვის ოპტიმალური პირობების შექმნასთან დაკავშირებულ პრობლემებთან. იგი აგრეთვე მნიშვნელოვან სოციალურ ფაქტორსაც წარმოადგენს, რადგან ხელს უწყობს ადამიანის პიროვნული თვისებების განვითარებას.

ახალი საწარმოების დაპროექტებისა და მშენებლობის დროს დიდი ყურადღება ეთმობა საშუალო გარემოს შექმნის პრობლემებს, რომლებიც შრომითი პირობების გაუმჯობესებასა და ესთეტიკური ღირებულებების დაკმაყოფილებას ემსახურება.

სამრეწველო გარემოს ესთეტიკური ფორმირება უნდა განიხილებოდეს, როგორც ღონისძიებათა კომპლექსი, მიმართული მექანიზაციის, ავტომატიზაციის და სრულყოფილი ტექნოლოგიების დანერგვისაკენ, შრომის კომფორტული პირობების შექმნისა და ესთეტიკური გამომსახველობის მიღწევისკენ. ასეთი გარემო კი ადამიანებში დადებით ემოციონალურ და მხატვრულ ზემოქმედებას გამოიწვევს.



პრაქტიკამ გვიჩვენა, რომ როცა საქმე გვაქვს ესთეტიკურად სრულყოფილ საგანთან, როცა ჩვენ წინ მართლაც მაღალი კლასის ნაკეთობაა, იგი წარმოადგენს, როგორც წესი, ინჟინერ-კონსტრუქტორის, მხატვარ-კონსტრუქტორისა და ბევრი სხვა მაღალკვალიფიციცირებული სპეციალისტის ერთობლივი, შეთანხმებული თანამშრომლობის შედეგს. ასეთი შედეგის მისაღებად მხატვარ-კონსტრუქტორმა წინასწარ კარგად უნდა გაიაზროს და შეისწავლოს ტექნიკური ესთეტიკის ის ძირითადი მოთხოვნები, რომელსად უნდა აკმაყოფილებდეს კონკრეტული დასაპროექტებელი ნაკეთობა.

ნაკეთობის ფუნქცია ფართო ცნებაა და იგი უცილებლად ადამიანის მოღვაწეობასთან კავშირში განიხილება. დანიშნულების გარდა (ძირითადი სამუშაო ფუნქცია), გათვალისწინებული უნდა იყოს ისეთი საკითხები, როგორიცაა მომხმარებლობა, სიმსუბუქე და ბოლოს მომხმარებლის უსაფრთხოება ექსპლოატაციის პროცესში. აქედან გამომდინარეობს მთელი რიგი მოთხოვნებისა ე.წ. ადამიანურ ფაქტორთან დაკავშირებით და ერგონომიკის საკითხები.

სამრეწველო ნაწარმი ლამაზი რომ იყოს, მასში სრულად უნდა ისახებოდეს ის მიზანი, რომელსაც ადამიანი აყენებს ამ ნაწარმის შექმნისას. რამდენადაც საქმე გვაქვს მატერიალურ წარმოებასთან, სრულყოფილად უნდა გადაიჭრას ტექნიკური საკითხებიც, თანაც მინიმალური საშუალებებით. თუ ეს ასეა და საგნის ფორმაშიც მეტ-ნაკლებად გამოიხატება მიზანი და შინაარსი, მაშინ ეს ფორმა აღიქმება, როგორც მშვენიერი.

დასაპროექტებელი საგნებისა და საგანთა კომპლექსების მიმართ წაყენებული ტექნიკური ესთეტიკისა მოთხოვნები წარმოადგენს ფორმათა წარმოქმნის ერთ-ერთ ძირითად მონაცემს. სხვადასხვა ფაქტორების გავლენა და გათვალისწინება მხატვარ-კონსტრუქტორს აძლევს საშუალებას წინასწარი წარმოდგენა შეიქმნას ფუნქციონალური ფორმის, კონსტრუქციული ფორმისა და ტექნოლოგიური ფორმის შესახებ. მაგრამ სრულყოფილი დიზაინ-ფორმის შესაქმნელად ეს საკმარისი არ არის. გარდა ამისა, საჭიროა კომპოზიციის კანონზომიერებებისა და საშუალებების ცოდნაც.

ტექნიკური ესთეტიკის ზოგადი მოთხოვნებია:

ა) **გამომსახველობა**, რომელიც წარმოადგენს ნაკეთობის თვისებას, თავისი გარეგნული სახით თვალნათლივ ასახოს ხარისხი და შესაბამისი ესთეტიკური ზემოქმედება მოახდინოს.

ბ) **ორიგინალურობა**-ერთობლიობა ნაკეთობის ფორმის თავისებური ელემენტებისა და მათი ურთიერთკავშირისა, რომელიც საშუალებას გვაძლევს, გავარჩიოთ იგი სხვა, ამავე ტიპის

ნაკეთობისაგან. ორიგინალურობის ცნება კი არ გამოირიცხავს, პირიქით ხაზს უსვამს და ინარჩუნებს ფორმისთვის დამახასიათებელ ნაციონალურ, საწარმოო ან საფერმო ნიშანს.

გ) **ჰარმონიულობა**- ნაკეთობის ფორმის თვისებები ორგანულად უნდა ერწყმოდეს ფორმის ელემენტებს, რაც ამ ელემენტების ურთიერთგანლაგებითა და ურთიერთკავშირით მიიღწევა. ჰარმონიულობის მოთხოვნა ვრცელდება აგრეთვე ნაკეთობის ნაკეთობის შესაბამისობაზე იმ შენობა-ნაგებობასთან, სადაც მისი ექსპლოატაცია უნდა მოხდეს.

დ) **სტილის ერთიანობის** მოთხოვნა- ნაკეთობის სტილი იმ მომენტში არსებულ და ისტორიულად ჩამოყალიბებულ სოციალურ-ეკონომიურ და იდეურ-ესთეტიკურ პრინციპებს უნდა ასახავდეს.

ე) **სტილის თანამედროვეობა** – ნაკეთობა შესაბამისობაში უნდა იყოს საერთო მსოფლიო სტილთან და განვითარების საერთო დონესთან.

მხატვარ-კონსტრუქტორის მუშაობის მეთოდთა არსებითად დასაპროექტებელი ნაკეთობის დანიშნულებაზე, გამოყენების არეზე და ესთეტიკურ მოთხოვნებზეა დამოკიდებული.

**დასკვნა:** თუ მივიჩნევთ, რომ თანამედროვე წარმოების მნიშვნელოვანი მახასიათებელია გამოშვებული პროდუქციის გარეგნული სახე ანუ დიზაინი, მაშინ იოლად მივალთ იმ დასკვნამდე, რომ ამ მახასიათებლის გაუმჯობესებისთვის გადადგმული ყოველი ნაბიჯი და მათ შორის ჩვენს მიერ არჩეული პრობლემის მეცნიერული კვლევა აქტუალურია.

## ბამოყენებული ლიტერატურა

1. **Б.Е. Кочегаров**, Промышленный дизайн, Владивасток, изд. ДВГТУ, 2006.
2. **Н.А.Ковешников**, Дизайн. История и теория, М. Изд.Омега-л,2009.
3. **Ю.С. Сомов**, Комрозияция в технике, М. Машиностроение, 1987.
4. **К.Ульрих, С.Эппингер**, Промышленный дизайн, М. Вершина, 2007.
5. **Д. Панеро, М. Зелник**, Основы эргономики, человек, пространство, интерьер. М. изд. АСТ.

# TRANSFORMATION OF SUBJECT PROTECTION AND INDUSTRIAL DESIGN

**T. Beridze**

## **Summary**

Industrial design may be represented as creative process of industrial products design, which is realized according to technical aesthetics requirements. Making of useful and beautiful items must be carried out in accordance with technical and economical requirements. In forms search process designer must determine correlation between technical and aesthetic, spiritual and material sides in given environment. Industrial design not only reforms this environment, but forms human positions to given environment. In exploitation subjects have some influence upon human beings, therefore they became depended on given environment. With acquiring of human taste, industrial design can preliminary define population requirements in corresponding direction.

# ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ СРЕДЫ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН

**Т. Беридзе**

## **Резюме**

Промышленный дизайн является творческим процессом проектирования промышленных деталей, который осуществляется в соответствии с требованиями технической этики. Создание полезных и красивых изделий должно осуществляться в соответствии с конструктивно-техническими и экономическими требованиями. В процессе поиска форм дизайнер должен правильно определить соотношение между техническим и эстетическим, материальным и духовным для данной предметной среды. Промышленный дизайн не только преобразует предметную среду, но и формирует отношение человека к этой среде. Поскольку в процессе эксплуатации предметы оказывают определенное влияние на человека, формируется зависимость от предметной среды. Вместе с развитием вкуса промышленный дизайн может заранее определить требования людей в определенном направлении.



**სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის შაკულტეტის**  
**მანქანათმშენებლობის დეპარტამენტში ბაერთიანებულია**  
**შემდეგი მიმართულებები:**

- **მანქანათმშენებლობის ტექნოლოგია (№20)**  
მიმართულება ამზადებს, ნებისმიერი დარგის წარმოებისათვის საჭირო მანქანებისა და მოწყობილობების დამზადების ტექნოლოგიური პროცესების დაპროექტების, დამზადების და ექსპლუატაციის სპეციალისტებს.
- **ამძრავთა სისტემები, ჩარხები და კომპლექსები (№43)**  
მიმართულება ამზადებს სამანქანათმშენებლო საწარმოთა ტექნოლოგიური მოწყობილობების პროექტირების, ექსპლუატაციის, რემონტის, მოდერნიზაციის და ტექნიკურ-ეკონომიკური ექსპერტიზის სპეციალისტებს.
- **კვებისა და სამაცივრო საწარმოთა მოწყობილობები და წარმოების ავტომატიზაცია (№47)**  
მიმართულება ამზადებს კვების საწარმოთა სხვადასხვა დარგის მანქანების რემონტსა და ექსპლუატაციაზე მომუშავე სპეციალისტებს.
- **სამშენებლო მანქანები და მექანიკური მოწყობილობები (№56)**  
მიმართულება ამზადებს სამშენებლო, საგზაო, ამწე-სატრანსპორტო და კომუნალური მეურნეობის მანქანებისა და მექანიზმების სპეციალისტებს.
- **პოლიგრაფია და ბეჭდვითი კომპიუტერული გრაფიკა (№85)**  
მიმართულება ამზადებს ბეჭდვითი მედიისა და სარეკლამო ხელოვნების ციფრული ტექნოლოგიების სპეციალისტებს.
- **ხის დამუშავების საწარმოთა მოწყობილობა და ტექნოლოგია (№125)**  
მიმართულება ამზადებს მერქნული მასალების დამუშავების ტექნოლოგებს.
- **მსუბუქი მრეწველობის ნაწარმთა ტექნოლოგია და კონსტრუირება (№126)**  
მიმართულება ამზადებს ტყავისა და საფეიქრო ნაწარმის მოდელიორ-ტექნოლოგებს.

### **სამაბისტრო სპეციალობები:**

- მექანიზმების დინამიკური ანალიზი და სინთეზი
- დიაგნოსტიკა და კონტროლის მეთოდები მანქანათმშენებლობაში
- მანქანათმშენებლობის ტექნოლოგია
- ამპრაფთა სისტემები და მანქანათა დინამიკა
- კვებისა და სამაცივრო საწარმოთა პროცესები და მოწყობილობები
- პოლიგრაფიული მრეწველობის ტექნოლოგია
- მერქნული მასალების დამუშავება, სატყეო საინჟინრო საქმე
- მსუბუქი მრეწველობის ნაწარმის ტექნოლოგია

### **სადოქტორო პროგრამა „მანქანათმშენებლობა და მანქანათმშენებლობა“**

#### **მიმართულებები:**

- მექანიზმებისა და მანქანების თეორია
- მანქანების დინამიკა და სიმტკიცე
- კვების მრეწველობის მანქანები და აგრეგატები
- ამპრაფთა სისტემები
- მერქნული მასალების დამუშავების მოწყობილობები და პროცესები
- პოლიგრაფიული წარმოების მანქანები, აგრეგატები და მოწყობილობები
- ტრიბოტექნიკა
- მანქანათა ნაწილები
- მანქანათმშენებლობის ტექნოლოგია
- მექანიკური და ფიზიკურ-ტექნიკური დამუშავების პროცესები, იარაღები და ტექნოლოგიური აღჭურვილობა

### **მმართველის ინჟინერიის დიპლომირებულ სპეციალისტთა მიმართულებები:**

- მანქანათმშენებლობის ტექნოლოგია
- საჩარხო მოწყობილობების ექსპლუატაცია და რემონტი
- კვებისა და სამაცივრო საწარმოთა მოწყობილობები
- ამწე-სატრანსპორტო და სალიფტე მეურნეობა
- პოლიგრაფიული მანქანები და ავტომატები
- მერქნული მანქანების დამუშავების მანქანები
- მსუბუქი მრეწველობის ტექნოლოგიური მანქანები
- სამშენებლო, საგზაო, სალიანდაგო მანქანები და მოწყობილობები

შპს 667. 002. 786

## მასალის გამოყენების პროცენტის ფორმულის კორექტირება

ლ. გერგეშელიძე

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

**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია ტყავის ფართობის რაციონალურ გამოყენებაზე მოქმედი ფაქტორები, რომელთა გათვალისწინებით მიღებულ იქნა მასალის გამოყენების პროცენტის გამოსათვლელი ფორმულა. დადგენილი იქნა სტანდარტული, პრაქტიკული და ფორმულის მანკვებლების მიხედვით ნეტო და ბრუტო ფართობებს შორის კორელაციური კავშირი. რეკომენდაცია მიეცა ფორმულას პრაქტიკული გამოყენების მიზნით.

**საკვანძო სიტყვები:** ფეხსაცმელი, ტყავი, დეტალი, კომპლექტი.

საფეხსაცმლე მასალების ფართობის გამოყენებაზე მოქმედი ფაქტორების დასადგენად და ნორმირების საანგარიშო მეთოდის შესამუშავებლად სხვადასხვა მკვლევარების მიერ ჩატარებული იქნა მრავალრიცხოვანი გამოკვლევები. გამოკვლევების შედეგად დადგინდა ის ძირითადი ფაქტორები რომლებიც გავლენას ახდენდა მასალის ფართობის რაციონალურ გამოყენებაზე. მ. შურტეროვიჩის ფორმულაში ფაქტორებად აღებულია: კომპლექტის დეტალების საშუალო შეწონილი ჩაწყობის კოეფიციენტი, ტყავის ფართობი, კომპლექტში შემავალი ერთი დეტალის საშუალო შეწონილი ფართობი, დეფექტების ფართობი და დეფექტების რაოდენობა. ე. ტიტოვასა და გ. მორიხოდოვის ფორმულაში ფაქტორებად მიჩნეულ იქნა: ორი კომპლექტის საზედაპირე დეტალების ექსპერიმენტალური ჩაწყობის კოეფიციენტი, კიდის ნარჩენების განსაზღვრისათვის კომპლექტის ერთი ნაკლებად საპასუხისმგებლო დეტალის საშუალო ფართობი და წვრილმანი დეტალების ფართობი, ტყავის ფართობი, კომპლექტში შემავალი ერთი დეტალის საშუალო შეწონილი ფართობი, დეფექტების ფართობი და დეფექტების რაოდენობა. ჟ. რევიშვილის ფორმულაში

მასალის გამოყენების პროცენტის გაანგარიშებისათვის ძირითად მაჩვენებლად მხედველობაში იქნა მიღებული ტყავის ფართობი, კომპლექტის ერთი საპასუხისმგებლო დეტალის საშუალო შეწონილი ფართობი და ერთი ნაკლებად საპასუხისმგებლო დეტალის საშუალო შეწონილი ფართობი, კომპლექტში წვრილმანი დეტალების ფართობის ხვედრითი წილი, ტყავის დეფექტებით დაზიანების პროცენტი და ერთეულ ფართობზე მოსული დეფექტების რაოდენობა. ჩატარებული კვლევების შედეგად ჩვენს მიერ შესაძლებელი გახდა ფორმულის კორექტირება, სადაც ექსპერიმენტის შედეგების მიხედვით დადგინდა ფორმულაში შემავალი კოეფიციენტების სიდიდეები და მიღებული იყო მასალის გამოყენების პროცენტის გამოსათვლელი ფორმულა. ფორმულაში შემავალი მონაცემების გათვალისწინებამ საშუალება მოგვცა გაგვეზარდა მასალის გამოყენების პროცენტი. მიღებული ფორმულა შემოწმებული იქნა ფაქტორთა საშუალო დონეზე, საშუალო დონის მაჩვენებელამდე შემოწმებამ დაადასტურა, რომ გაანგარიშებითა და ჩახაზვით მიღებული შედეგები არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან 1,1%-ზე მეტად, რაც დასაშვებია.

$$P = 39,84 + 10,9\sqrt[4]{A} - 0,64\Sigma Q + 0,48\bar{Y}_v - 2,495\Pi - 0,99\sqrt{a} - 50,83\frac{\sqrt[4]{n^3}}{A} - 0,076\sqrt[4]{A} \cdot \bar{Y}_v. \quad (1)$$

- სადაც;
- A-ტყავის ფართობია
  - Q-ტყავის დაზიანების პროცენტი
  - Y-საპასუხისმგებლო დეტალების ჩაწყობის კოეფიციენტი
  - Π-ერთი ძირითადი დეტალის საშუალო შეწონილი პერიმეტრია
  - a -ერთი ძირითადი დეტალის საშუალო შეწონილი ფართობია
  - n-მასალის ერთეულ ფართობზე დეფექტების რაოდენობა

მასალი გამოყენების პროცენტის გამოსათვლელი ფორმულა პრაქტიკული გამოყენებისათვის ნაკლებად მისაღებია. როგორც ცნობილია, ფეხსაცმლის წარმოებაში ტყავის გამოყენება ხდება სტანდარტით დადგენილი პროცენტული მაჩვენებლების მიხედვით. რაც არ არის მიზანშეწონილი, რადგან მცირე ფართობის მქონე ტყავებში გამოყენების პროცენტი უფრო დაბალია, ვიდრე დიდი ფართობის მქონე ტყავებში. რადგან მასალის გამოყენების პროცენტზე მოქმედებს გამოსაჭრელი დეტალის ზომები და მათი კონფიგურაცია, დეფექტების რაოდენობა და მათი ფართობი, ამიტომ წარმოებისათვის მასალის გამოყენების პროცენტის სტანდარტული მაჩვენებლების გამოყენება არ იქნება მომგებიანი, რადგან მცირე ზომის ტყავის ფართობებისათვის გამოყენების პროცენტის მაჩვენებელი სტანდარტთან მიახლოებულია, ხოლო დიდი ზომის ტყავებში გამოყენების პროცენტის

მაჩვენებელი სტანდარტულისაგან განსხვავებულია. ჩვენს მიერ ჩატარდა კვლევა რათა დაგვედგინა კორელაცია სტანდარტულ, პრაქტიკულ და ფორმულით მიღებულ შედეგებს შორის. შესწავლილი იქნა საქონლის მთლიანი ტყავის, ნახევარ ტყავის, ღორის ტყავის და შევროს გამოყენების პროცენტის ნეტო ფართობების სტანდარტული მაჩვენებლები. მსხვილფეხა საქონლისათვის შევირჩიეთ  $110 \div 240 \text{დმ}^2$ -მდე ფართობის ტყავები, საქონლის ნახევარ ტყავისათვის  $105 \div 160 \text{დმ}^2$ -მდე, ღორის ტყავისათვის  $120 \div 180 \text{დმ}^2$ -მდე, შევროსათვის  $20 \div 40 \text{დმ}^2$ -მდე.

შევისწავლეთ საქონლის ტყავის ცვალებადობის თოთხმეტი ვარიანტი ინტერვალით  $10 \text{დმ}^2$  გავიანგარიშეთ თითოეული ფართისათვის გამოყენების პროცენტის სტანდარტული სიდიდე და მოვახდინეთ შედარება პრაქტიკულ და თეორიულ სიდიდეებსთან. დადგენილ იქნა კორელაცია სტანდარტულ, პრაქტიკულ და ფორმულით მიღებულ სიდიდეებს შორის. კორელაციის კოეფიციენტის გამოსათვლელად გამოვიყენეთ ფორმულა.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sigma_{x_i} \quad (3)$$

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \sigma_{y_i} \quad (4)$$

სადაც:  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ ;  $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ ;  $\sigma_{x_i}$  და  $\sigma_{y_i}$  შესაბამისად

$x_i = 1, 2, \dots, n$  და  $y = 1, 2, \dots, n$  მონაცემთა ერთობლიობის სტანდარტული გადახრებია,  $n$ -მონაცემთა ერთობლიობაა.

სტანდარტული გადახრისა და კორელაციის კოეფიციენტის გაანგარიშების შედეგები მოცემულია ცხრილში №1 და №2.

კორელაციური კავშირი სტანდარტულ და პრაქტიკულ მაჩვენებლებს შორის შედეგები გვაძლევს სრულყოფილ კორელაციას. რაც ადასტურებს მჭიდრო კავშირს სტანდარტულ, პრაქტიკულ და ფორმულით მიღებულ მასალის გამოყენების ნეტო ფართობებს შორის. მიღებული კორელაციის კოეფიციენტის სიდიდეებით შედგენილი იქნა მისადაგების განტოლება.

$$y = a x + b \quad (5)$$

სადაც:  $a = r \cdot \frac{\sigma_{y_i}}{\sigma_{x_i}}$ ,  $b = \bar{y}_i - a \bar{x}_i$



ცხრილი 1

ტყავის დასახელება	ხარისხი	$\bar{x}_1$	$\bar{y}_i$	$\sigma_x$	$\sigma_y$	კორელაციის კოეფიციენტი	კოეფიციენტები		წრფის განტოლება
							a	b	
საქონლის მოლიანი ტყავი	I	175	138,76	40,31	36,58	0,951	0,862	-12,09	0,862X-12,09
	II	175	136,78	40,31	36,32	0,99967	0,9	-20,72	0,9X-20,72
	III	175	134,78	40,31	35,73	0,9995	0,885	-20,095	0,885X-20,095
	IV	175	132,17	40,31	34,42	0,99954	0,849	-16,405	0,849X-16,405
ლორის ტყავი	I	150	116,68	18,708	17,435	0,998	0,93	-22,82	0,93X-22,82
	II	150	114,75	18,708	18,51	0,9958	0,9852	-33,03	0,8952X-33,03
	III	150	113,29	18,708	17,03	0,9993	0,909	-23,06	0,909X-23,06
	IV	150	112,23	18,708	16,727	0,9994	0,893	-21,72	0,893X-21,72
საქონლის ნახევარ ტყავი	I	132,5	104,21	17,26	15,86	0,9996	0,9186	-17,5	0,9186X-17,5
	II	132,5	101,75	17,26	15,588	0,99955	0,9026	-17,8445	0,9026X-17,8445
	III	132,5	100,4	17,26	14,987	0,9998	0,8678	-14,5836	0,8678X-14,5836
	IV	132,5	97,9	17,26	14,57	0,9998	0,844	-13,93	0,844X-13,93
შევრო	I	30	22,002	7,071	5,4295	1,000086	0,7679	-1,035	0,7679X-1,035
	II	30	21,485	7,071	5,25	1,00035	0,7427	-0,796	0,7427X-0,796
	III	30	21,118	7,071	5,1875	1,000039	0,7336	-0,89	0,7636X-0,89
	IV	30	20,503	7,071	5,0554	1,000033	0,7149	-0,944	0,7149X-0,944

კორელაციური კავშირი სტანდარტულ და თეორიულ მაჩვენებლებს შორის

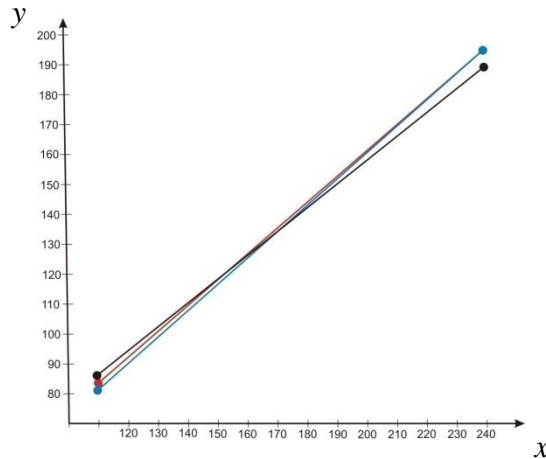
ცხრილი 2

ტყავის დასახელება	ხარისხი	$\bar{x}_1$	$\bar{y}_i$	$\sigma_x$	$\sigma_y$	კორელაციის კოეფიციენტი	კოეფიციენტები		წრფის განტოლება
							a	b	
საქონლის მოლიანი ტყავი	I	175	139,696	40,31	34,14	0,9999936	0,846	-8,354	0,846X-8,354
	II	175	136,8	40,31	33,67	0,99997	0,835	-9,325	0,835X-9,325
	III	175	134,5	40,31	33,01	1,00001547	0,8189	-8,8075	0,8189X-8,8075
	IV	175	132,95	40,31	32,747	0,999994	0,812	-9,15	0,812X-9,15
ლორის ტყავი	I	150	118,4	18,708	15,718	1,0000054	0,84	-7,6	0,84X-7,6
	II	150	115,9	18,708	15,47	0,9999994	0,826	-8	0,826X-8
	III	150	113,98	18,708	15,169	1,000075	0,81	-7,52	0,81X-7,52
	IV	150	112,5	18,708	15,05	1,000075	0,8045	-8,175	0,8045X-8,175
საქონლის ნახევარ ტყავი	I	132,5	103,74	17,26	14,4	1,000082	0,834	-28,77	0,834X-28,77
	II	132,5	101,48	17,26	17,26	1,000059	0,821	-31,02	0,821X-31,02
	III	132,5	99,84	17,26	13,9	1,000026	0,805	-6,8225	0,805X-6,8225
	IV	132,5	98,51	17,26	13,79	0,999977	0,798	-6,0325	0,798X-6,0325
შევრო	I	30	22,01	7,071	5,564	1,0002	0,787	-1,6	0,787X-1,6
	II	30	21,595	7,071	5,54	1,00028	0,7837	-1,916	0,7837X-1,916
	III	30	21,22	7,071	5,515	1,00026	0,78	-2,18	0,78X-2,18
	IV	30	20,59	7,071	5,48	1,00012	0,775	-2,66	0,775X-2,66

ტყავის ხარისხების შესაბამისად იცვლება წრფივი ფუნქციის  $a$  და  $b$  კოეფიციენტები. მიღებული წრფის განტოლებებით და სტანდარტული და პრაქტიკული მონაცემებით ავაგეთ გრაფიკები. ნახ.1-ზე მოცემულია წრფის გრაფიკები საქონლის ტყავის I ხარისხის სისათვის სტანდარტული, პრაქტიკული და ფორმულის მაჩვენებლებით.

მიღებული შედეგები იძლევა იმის საფუძველს, რომ პრაქტიკული გამოყენებისათვის მასალის ხარისხების მიხედვით მისაღებია შესაბამისი წრფის განტოლების გამოყენება, რაც საშუალებას

იძლევა საწარმოში შემოსული ტყავების ფართობების გამოყენება მოვახდინოთ არა სტანდარტული მაჩვენებლებით, არამედ პრაქტიკული მაჩვენებლების მიხედვით რომელიც



წარმოებს საშუალებას მისცემს, რომ გაზარდოს ტყავის გამოყენების პროცენტული მაჩვენებელი და გამოუმუშავს მეტი რაოდენობის ნაწარმი.

### ლიტერატურა

1. **И.М. Шагапова.** Технология раскрыя материалов на детали обуви. Москва “Легкая индустрия.” 1980г.
2. **В.А. Фукин, А.Н. Калита .** Технология изделий из кожи. Москва “Легпромбытиздат” 1988 г.
3. **ჟ. რევიშვილი.** ტყავის ნაკეთობათა ტექნოლოგია. თბილისი განათლება 1975 წ.

## КОРРЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕНТНОЙ ФОРМУЛЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА

**Л. Гергешелидзе**

**Резюме**

Работа описывает факторы, влияющие на рациональное использование кожи, с помощью которых была разработана формула для вычисления процента использования материала. В соответствии со стандартами, практикой и показателями формулы, был вычислен коррелятивный союз между нетто и брутто площади материала. Формула была рекомендована для практического применения.

## CORRECTION OF THE FORMULA OF MATERIAL USE PERCENT

**L. Gergeshelidze**

**Summary**

The work describes the factors, which influence the rational use of leather, which supported the formation of material rational use percent formula. As a result the correlation connection between the material area, its net and gross weight was indicated, according to the standart, practical and formula indexes. The formula received the recommendation in order to be used in practice.

შპს 656.222.4

**საქართველოს რკინიგზის ცენტრალურ მიმართულებაზე  
გადაზიდვითი სიმძლავრის გაზრდის აქტუალური  
საკითხები**

პ. ქენჭაძე, ა. შარვაშიძე, ჯ. მორჩილაძე, გ. გურამიშვილი,  
კ. შარვაშიძე  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77,  
0175, თბილისი საქართველო)

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია საქართველოს რკინიგზის მთავარ სატრანზიტო მიმართულებაზე გადაზიდვითი სიმძლავრის არსებული დონე და დასაბუთებულია მისი გაზრდის აუცილებლობა არსებული და უახლოეს მომავალში შესაძლო ტექნიკურ-ტექნოლოგიური ფაქტორების გათვალისწინებით.

**საკვანძო სიტყვები:** გადაზიდვითი პროცესი, რკინიგზის სიმძლავრე, მოძრაობის გრაფიკი, ტვირთზიდვის ზრდის ტემპი, სტაბილური ექსპლუატაცია.

**შესავალი**

საქართველოს რკინიგზის ტრანსპორტს, როგორც ტვირთების მასობრივი გადაზიდვების ერთ-ერთ უმთავრეს სახეობას, პრიორიტეტული ადგილი უჭირავს ქვეყნის სატრანსპორტო სისტემაში. მიუხედავად აღნიშნულისა, ანგარიშგასაწევია ის გარემოება, რომ თანამედროვე საბაზრო ეკონომიკის პირობებში სატრანსპორტო ბაზრის მოპოვების ერთ-ერთ აუცილებელ პირობად ჩამოყალიბდა კონკურენტუნარიანობის მაღალი დონე.

როგორც ცნობილია საქართველოს რკინიგზის ცენტრალური სატრანზიტო მიმართულება შედგება როგორც ორლიანდაგიანი ასევე ერთლიანდაგიანი უბნებისაგან. თბილისი-(ხაშური-ზესტაფონი)-სამტრედიის მონაკვეთი ორლიანდაგიანია (უმნიშვნელო გამონაკლისით), სამტრედია-ბათუმის უბანი – ერთლიანდაგიანი და სამტრედია-ფოთისა კი ერთლიანდაგიან-ორლიანდაგიანი.

ყოველწლიურად მზარდი ტვირთზიდვის ტემპი, თუ გავითვალისწინებთ ამ მიმართულებით ჩატარებულ კვლევებს [1-3], აქტუალურს ხდის საკითხს აღნიშნულ მიმართულებაზე რკინიგზის არსებული სიმძლავრის რაციონალურ შესაბამისობის შესახებ საჭიროსთან, რაც აუცილებელია მიმართულების სტაბილური ფუნქციონირებისა და საბოლოო ჯამში რკინიგზის კონკურენტუნარიანობის მაღალი დონის შესანარჩუნებლად.

### პირითადი ნაწილი

როგორც ვიცით საქართველოს ტერიტორიაზე გადის „ტრასეკას“ სახელით ცნობილი საერთაშორისო სატრანსპორტო დერეფანი. თავის დროზე აღნიშნული დერეფნის შექმნის ერთ-ერთ მთავარ მიზანს წარმოადგენდა შავი ზღვის საქართველოს საპორტო სადგურების დაკავშირება კასპიის ზღვის აზერბაიჯანის საპორტო სადგურებთან („ტრასეკას“ ბიზნეს-გეგმების განხორციელების ეგიდით), რათა შესაძლებელი ყოფილიყო შუა აზიიდან წამოსული ტვირთების (პერსპექტივაში ინდონეზიის ქვეყნების ტვირთების მოზიდვაც) უმოკლეს დროში ცენტრალური ევროპის ქვეყნებამდე ტრანსპორტირება. „ტრასეკას“ დერეფნის დაარსებიდან დღემდე, მისი ფუნქციონირების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ტვირთზიდვის ყოველწლიური ზრდის ტემპი საშუალოდ შეადგენს 1,8 მლნ. ტ-ს. ამ დინამიკით 2010 წლისათვის საქართველოს რკინიგზით ასათვისებელი ტვირთების მოცულობა უნდა იყოს დაახლოებით 30 მლნ. ტ-ის ფარგლებში.

ჩვეულებრივ პირობებში 30 მლნ. ტ ტვირთის ათვისება ორლიანდაგიანი უბნისათვის (სხვადასხვა ცვლადი პარამეტრების გათვალისწინებით) წარმოადგენს მისი გადაზიდვითი სიმძლავრის გამოყენების 30-35%-ს. გასათვალისწინებელია ის გარემოება, რომ თბილისი-სამტრედიას ორლიანდაგიანი ხაზის ფუნქციონირებაში, ჩვეულებრივისაგან განსხვავებულ რეჟიმში (ექსტრემალურ პირობებში) მუშაობს ხაშური-ხესტაფონის საუღელტეხილო უბანი ურთულესი პროფილის გამო, რასაც მნიშვნელოვანი უარყოფითი კორექტივები შეაქვს გადაზიდვითი სიმძლავრის რეალიზებაში, მაგრამ ყველა შემთხვევაში შეიძლება დავუშვათ, რომ ორლიანდაგიან უბანს, როგორი რთული ექსპლუატაციის პირობებიც არ უნდა ჰქონდეს მას, გაცილებით მეტი რეზერვები აქვს სიმძლავრის გაზრდისა და გამოყენების თვალსაზრისით, ვიდრე ერთლიანდაგიანს.

იმისათვის, რომ დავადგინოთ რამდენად შეესაბამება ხაზის არსებული გადაზიდვის-უნარიანობა საჭიროს, აუცილებელია განისაზღვროს თითოეული უბნის გამტარუნარიანობა. როგორც ცნობილია ავტობლოკირებით აღჭურვილი ორლიანდაგიანი ხაზის გამტარუნარიანობა ერთ მიმართულებაზე არაპარალელური გრაფიკის დროს განისაზღვრება ფორმულით:

$$n_{საჭ} = \left[ (1400 - t_{ტექ}) \alpha_{საიმ} \right] : I - \varepsilon_{საიმ} n_{საიმ} ; \quad (1)$$

სადაც  $t_{\text{მმ}}$  – ტექნიკური საჭიროებისათვის გამოყოფილი დრო დღელაძეში;  $t_{\text{მმ}} = 60$  წთ ერთ მიმართულებაზე;

$\alpha_{\text{სამ}}$  – ტექნიკური აღჭურვილობის მუშაობის საიმედოების კოეფიციენტი.  $\alpha_{\text{სამ}} = 0,95 - 0,97$ ;  
ანგარიშებისათვის შეიძლება მივიჩნიოთ, რომ  $\alpha_{\text{სამ}} = 0,96$ ;

$I$  – მატარებელთშორის ინტერვალი პაკეტში. საქართველოს პირობებისათვის შეიძლება დავუშვათ, რომ  $I = 8$  წთ;

$\varepsilon_{\text{სამ}}$  – სამგზავროსაგან სატვირთო მატარებლის მოხსნის კოეფიციენტი;

$n_{\text{სამ}}$  – მოცემულ უბანზე სამგზავრო მატარებლების მოძრაობის ზომები.

სამგზავრო მატარებლების მოხსნის კოეფიციენტი ორლიანდაგიან უბნებზე განისაზღვრება ფორმულით [4]:

$$\varepsilon_{\text{სამ}} = [t_{\text{საბ}}(1-\Delta)(0,25+0,7j) + I_{\text{მოს}}^{\text{საბ}} + I_{\text{ვას}}^{\text{სამ}}] : I_{\text{საან}} + 0,1; \quad (2)$$

სადაც  $t_{\text{საბ}}$  – მატარებლის მოძრაობის საშუალო დრო შემზღუდველ გადასარბენზე, წთ;

$\Delta$  – სატვირთო და სამგზავრო მატარებლების მოძრაობის სინქარების ფარდობა;

$j$  – უბნის გადასარბენების არაიდენტურობის კოეფიციენტი;

$I_{\text{მოს}}^{\text{საბ}}, I_{\text{ვას}}^{\text{სამ}}$  – შესაბამისად სატვირთო მატარებლების მოსვლასა და უკან მიმყოლ სამგზავრო მატარებელს შორის მინიმალური ინტერვალი და ინტერვალი სამგზავრო მატარებლის წასვლის მომენტიდან სატვირთო მატარებლის მიყოლებით გაგზავნამდე. ანგარიშებით დადგენილია, რომ  $I_{\text{მოს}}^{\text{საბ}} = 8$  წთ,  $I_{\text{ვას}}^{\text{სამ}} = 5$  წთ;

$I_{\text{საან}}$  – უბანზე ერთი მიმართულებით მოძრავ სატვირთო მატარებელთა შორის საანგარიშო ინტერვალი. ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე, საქართველოს რკინიგზის პირობებში მისი სიდიდე შეიძლება მივიჩნიოთ 12 წთ-ის ტოლად<sup>1</sup>.

თუ გავანალიზებთ ხაშური-ხესტაფონის უბნის სქემას მისი ტექნიკური პარამეტრებით (სადგურთა რაოდენობა, საგადასარბენო სვლის დროები წყვილ და კენტ მიმართულებებზე, სადგურთა შორის დაშორება, მატარებელთა მოძრაობის სინქარები და სხვ.), ამასთან სამგზავრო მატარებლების მოძრაობის საშუალო სინქარეს მივიჩნევთ 60 კმ/სთ-ის, ხოლო სატვირთო

<sup>1</sup> – მიუხედავად იმისა, რომ დღეისათვის საქართველოს რკინიგზის მხოლოდ გარკვეულ ნაწილზე მოქმედებს ავტობლოკირება, ჩვენ ანგარიშებში ვითვალისწინებთ ავტობლოკირების მოქმედებას რკინიგზის მთელ ქსელზე, როგორც ეს იყო წინა პერიოდში, იმ ანგარიშით, რომ უახლოეს მომავალში რეალურად აღდგება ავტობლოკირება, როგორც მატარებელთა რეგულირების პროგრესული საშუალება.

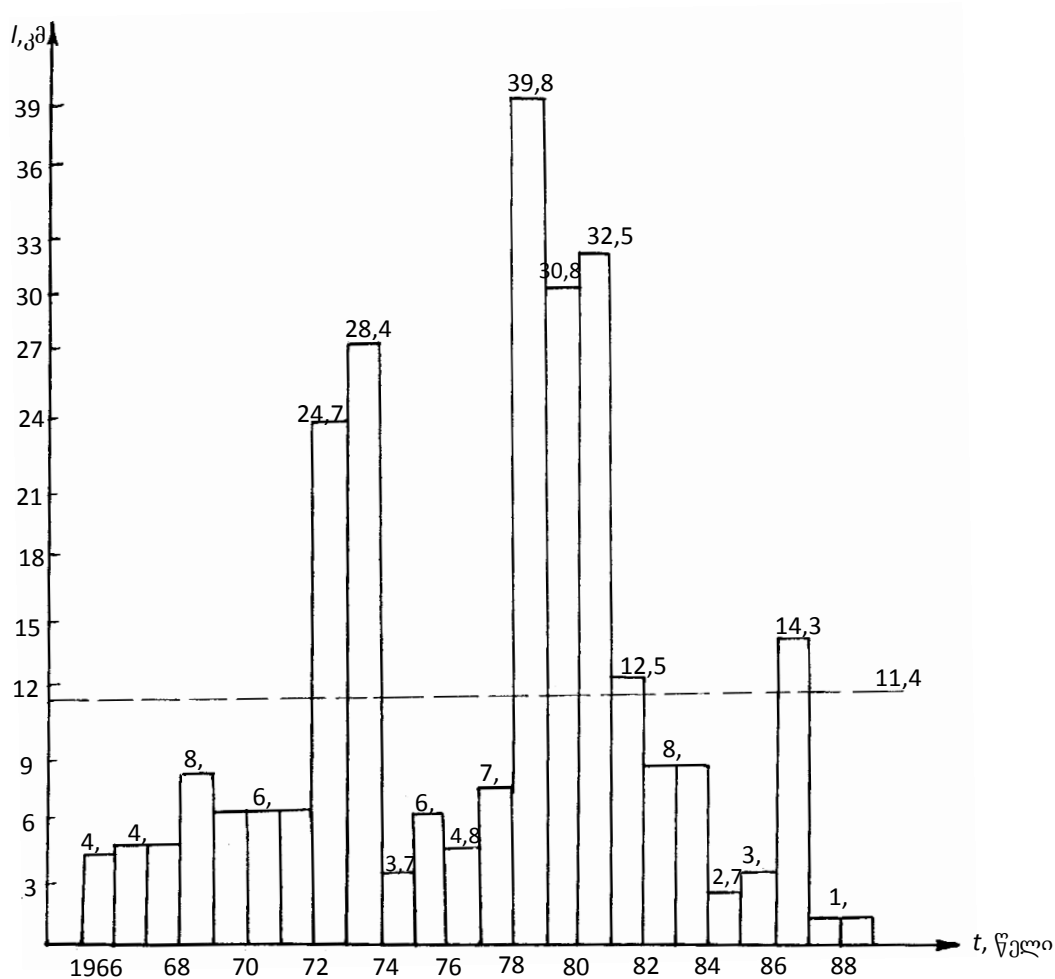
მატარებლისას 40 კმ/სთ-ის ტოლად (როული პროფილის გამო ქსელზე მიღებულ მოძრაობის სიჩქარის საშუალო მნიშვნელობებს ორივე შემთხვევაში ვამცირებთ 20 კმ/სთ-ით), მაშინ მატარებლის მოძრაობის საშუალო დრო შემზღვეველ გადასარბენზე იქნება  $t_{საგ} = 11,8$  წთ, ხოლო არაიდენტურობის კოეფიციენტი  $j = 0,79$ . სიდიდე  $\Delta = 40/60 = 0,67$ ; სამგზავრო მატარებელთა მოძრაობის ზომები აღნიშნულ უბანზე შეადგენს  $n_{საგ} = 10$  წყვილ მატარებელს დღელამეში [5]. მოყვანილი პარამეტრების საფუძველზე, მათი მნიშვნელობების (1) და (2) ფორმულებში ჩასმის შემდეგ, შეიძლება განისაზღვროს ხაშური-ხესტაფონის უბნის რეალური გამტარუნარიანობა, რომელიც  $n_{საგ} = 165,6 - 14,4 = 151,2 \approx 152$  წყვილი მატარებელი დღელამეში.

ანალოგიურად ვსაზღვრავთ გამტარუნარიანობის ზომებს სამტრედია-ბათუმისა და სამტრედია-ფოთის უბნებზე, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ერთლიანდაგიანი რკინიგზის სიმძლავრე და მისი განვითარება დიამეტრალურად განსხვავდება ორლიანდაგიანისაგან. საქმე იმაშია, რომ თავისი არსებობის პერიოდში ერთლიანდაგიანი რკინიგზა თანმიმდევრობით გადის განვითარების სხვადასხვა ეტაპს (ავტობლოკირებით აღჭურვა, სადგურის ლიანდაგთა სასარგებლო სიგრძეების გადიდება ერთდროულად სამატარებლო წვევის სიმძლავრის გადიდებით მატარებლის ბრუტოწონის გაზრდის მიზნით, ხაზის ელექტროფიკაციაზე გადასვლა, გადასარბენების აღჭურვა ორლიანდაგიანი ჩანართებითა და სხვ.) ვიდრე არ გადაიქცევა ორლიანდაგიანად. მისი საჭირო გადაზიდვისუნარიანობა ანუ რეზულტატური სიმძლავრე  $\Gamma_{საგ}$ , იზრდება  $t$  დროის მიხედვით. რეალური (არსებული) გადაზიდვისუნარიანობა კი პირიქით, თანდათან მცირდება; მისი შემცირების მთავარი ფაქტორია სამგზავრო და სატვირთო მოძრაობის ზომების ყოველწლიური ზრდა. გარკვეული  $\tau$  პერიოდის შემდეგ არსებული გადაზიდვისუნარიანობა უახლოვდება საჭიროს. ამ სიდიდეების თანაფარდობაში შეიძლება გამოვყოთ ორი პერიოდი:

- როცა  $t > \tau$ ,  $\Gamma_{არს}(t) > \Gamma_{საგ}(t)$ ; ამ დროს ერთლიანდაგიანი რკინიგზა მუშაობს სტაბილურად, დადგენილ რეჟიმში;
- როცა  $t \leq \tau$ ,  $\Gamma_{არს}(t) \leq \Gamma_{საგ}(t)$ ; რკინიგზა ვეღარ უზრუნველყოფს გადაზიდვებს.

ერთლიანდაგიანი ტვირთდაბაბული რკინიგზის სტაბილური ექსპლუატაციის ყველაზე ეფექტურ საშუალებად მიჩნეულია მეორე მთავარი ლიანდაგის მშენებლობა, მაგრამ თავისი სიძვირის გამო, ხშირად შეუძლებელია ამ ღონისძიების გატარება. აღნიშნულს ადასტურებს ნახ. 1, საიდანაც ჩანს, რომ საქართველოს რკინიგზაზე II დამატებითი მთავარი ლიანდაგის მშენებლობის საშუალო წლიური ტემპი შეადგენდა 11,4 კმ-ს. სამტრედია-ბათუმისა და სამტრედია-ფოთის

ერთლიანდაგიანი უბნების შეჯამებული საექსპლუატაციო სიგრძე შეადგენს 175 კმ-ს, ისე, რომ ამ უბნებზე სიმძლავრის გაზრდის საჭიროების შემთხვევაში, ორიენტაციის გაკეთება მეორე მთავარი ლიანდაგის მშენებლობაზე, უახლოეს მომავალში არ იქნებოდა მართებული.



ნახ. 1. საქართველოს რკინიგზაზე მეორე მთავარ ულიანდაგის მშენებლობის დინამიკა წლების მიხედვით

ერთლიანდაგიან უბანზე ჩვეულებრივ პირობებში არაპარალელური გრაფიკის დროს გამტარუნარიანობა განისაზღვრება ცნობილი ფორმულით:

$$n_{\text{ერთ}} = \frac{(1440 - t_{\text{ტექ}}) \alpha_{\text{საიმ}}}{t' + t'' + \tau_A + \tau_B + t_{\text{სმ}}} - \varepsilon_{\text{სამ}}^{\text{ერთ}} n_{\text{სამ}}^{\text{ერთ}}, \quad (3)$$

სადაც  $t', t''$  – სატვირთო მატარებლის მოძრაობის საშუალო დროები უბნის შემზღუდველ გადასარბენზე კენტ და წვეილ მიმართულებაზე, წთ;

$\tau_A, \tau_B$  – სასადგურო ინტერვალები მატარებელთა მოძრაობისას გადასარბენის შემომსაზღვრელ სადგურებში. ანგარიშში მიღებულია  $\tau_A + \tau_B = 5$  წთ;

$t_{\text{სმ}}$  – მატარებლის აჩქარებასა ( $t_{\text{ს}}$ ) და შენელებაზე ( $t_{\text{შ}}$ ) დახარჯული დრო;  
 $t_{\text{სმ}} = t_{\text{ს}} + t_{\text{შ}} = 2 + 1 = 3$  წთ;

$\varepsilon_{\text{სმ}}^{\text{წო}}$  – უბანზე სამგზავრო მატარებლისაგან სატვირთოს მოხსნის კოეფიციენტი ერთლიანდაგიან;

$n_{\text{სმ}}^{\text{წო}}$  – სამგზავრო მოძრაობის ზომები ერთლიანდაგიან უბანზე.

სიდიდე  $\varepsilon_{\text{სმ}}^{\text{წო}}$  განისაზღვრება შემდეგნაირად [6]:

$$\varepsilon_{\text{სმ}}^{\text{წო}} = \frac{T_{\text{პერ}}^{\text{სამ}}}{t' + t'' + \tau_A + \tau_B + t_{\text{სმ}}}, \quad (4)$$

სადაც  $T_{\text{პერ}}^{\text{სამ}}$  – სამგზავრო მატარებლის მიერ გადასარბენის დაკავების დრო, წთ; აღნიშნული სიდიდე გამოითვლება კონკრეტული პირობებისათვის.

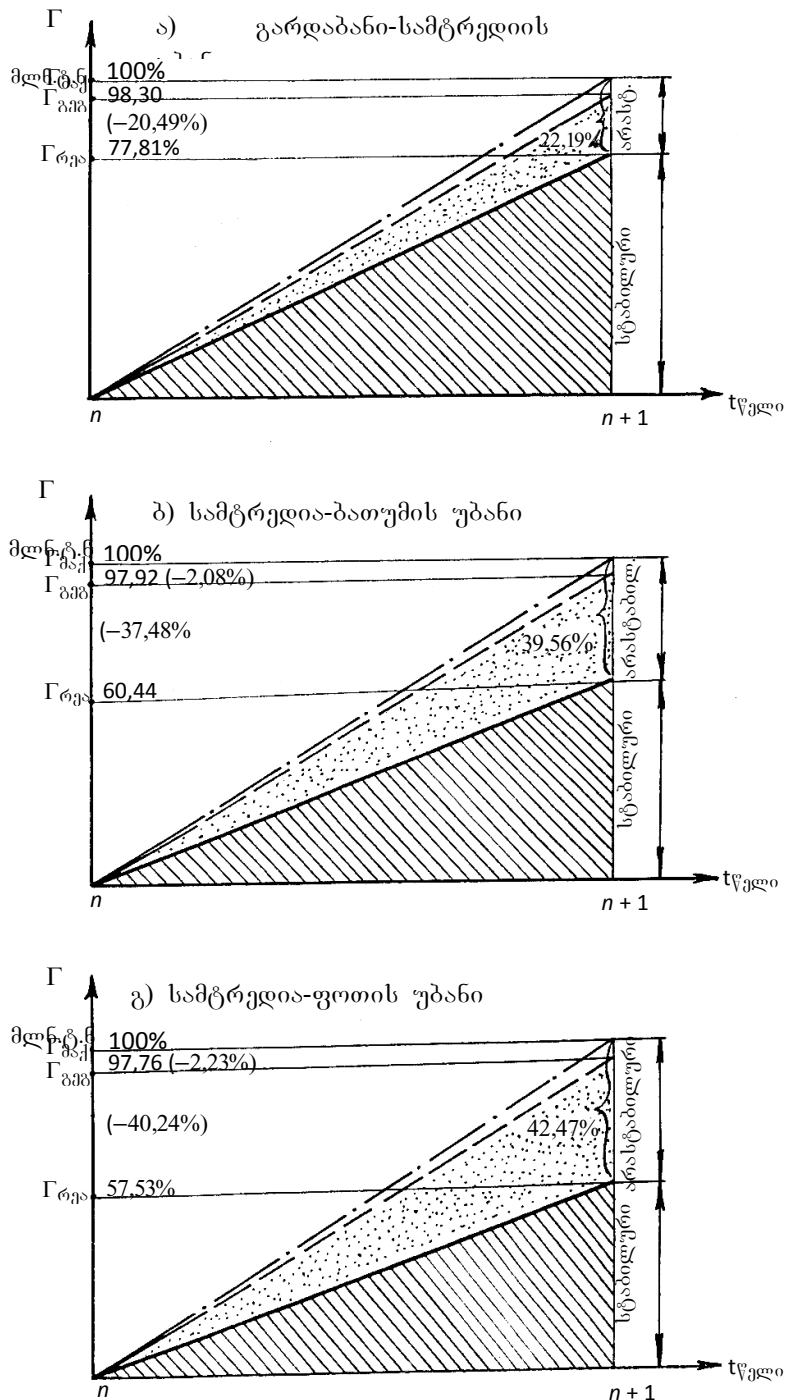
სამტრედია-ბათუმის უბნის ანალიზის საფუძველზე ვსაზღვრავთ (3) და (4) ფორმულებში შემავალ სიდიდეებს:  $t' + t'' + \tau_A + \tau_B + t_{\text{სმ}} = 34$  წთ;  $T_{\text{პერ}}^{\text{სამ}} = 26$  წთ,  $n_{\text{სმ}}^{\text{წო}} = 8$  და ვანგარიშობთ გამტარუნარიანობის სიდიდეს:  $n_{\text{გრო}} = 38,96 - 6,12 = 33$  წყ. მატარებელი დღელამეში.

სამტრედია-ფოთის უბანზე სიდიდეები  $t' + t'' + \tau_A + \tau_B + t_{\text{სმ}} = 36$  წთ,  $T_{\text{პერ}}^{\text{სამ}} = 27,5$  წთ,  $n_{\text{სმ}}^{\text{წო}} = 5$ . გამტარუნარიანობა ტოლია  $n_{\text{გრო}} = 36,8 - 3,8 = 33$  წყ. მატარებელი დღელამეში.

ჩატარებული ანგარიშები სამივე უბნისათვის იქნებოდა შედარებით ზუსტი, რომ არა ერთი ფრიად მნიშვნელოვანი გარემოება – ტექნოლოგიური „ფანჯრების“ გავლენა რკინიგზის გადაზიდვით სიმძლავრეზე. ნახ. 2-ზე მოყვანილია საქართველოს რკინიგზის ცენტრალურ მიმართულებებზე ტექნოლოგიური „ფანჯრის“ გავლენა რკინიგზის გადაზიდვით სიმძლავრეზე (აღებულია ბოლო 10 წლის საშუალო მაჩვენებელი). როგორც ნახაზიდან ჩანს უშუალოდ „ფანჯრებით“ გამოწვეული სიმძლავრის დანაკარგი მინიმალურია, მაგრამ „ფანჯრის“ შემდგომ პერიოდში სტაბილიზაციაზე დახარჯული დროის გათვალისწინებით, სიმძლავრის დანაკარგები მნიშვნელოვანია; კონკრეტულად, გარდაბანი – (ხაშური-ზეესტაფონი)-სამტრედიის უბანზე ეს დანაკარგი დაახლოებით 22%, სამტრედია-ბათუმის უბანზე – 40% და სამტრედია-ფოთის უბანზე – 42%. აღნიშნული კორექტივები გასათვალისწინებელია ზემოთ მოყვანილ ანგარიშებში. ხაშური-ზეესტაფონის უბანზე გარდა აღნიშნულისა აუცილებელია გათვალისწინებული იქნას შემდეგი გარემოებები: დიდი ქანობის



გამო ( $i=0,031$ ), უბანზე განლაგებულ თითქმის ყველა სადგურში სატვირთო მატარებელს უხდება ტექნოლოგიით გაუთვალისწინებელი გაჩერება



ნახ. 2. საქართველოს რკინიგზის ცენტრალურ მიმართულებებზე ტექნოლოგიური „ფანჯრების“ გავლენა რკინიგზის გადაზიდვით სიმძლავრეზე (ბოლო 10 წლის საშუალო მაჩვენებელი)

- — — მაქსიმალურად შესაძლო გადაზიდვითი სიმძლავრე;
- - - გეგმიური გადაზიდვითი სიმძლავრე;
- რეალურად რეალიზებული გადაზიდვითი სიმძლავრე

გადახურებული სამუხრუჭე ბუქსების გასაცვივებლად. აღნიშნული გაჩერებების საშუალო მნიშვნელობა დაახლოებით 5 წთ-ია, რაც იწვევს დღელამის განმავლობაში დროის გაუთვალისწინებელ შეჯამებულ ხარჯებს, რომლის გამოყენებაც მატარებელთა გასატარებლად შეუძლებელია. რადგანაც რეალური გამტარუნარიანობა აღნიშნულ უბანზე ტოლია 152 წყ. მატარებლისა დღელამეში, აუცილებელი იქნება 152 მატარებლის გაჩერება ბუქსების გასაგრილებლად, ანუ ამისათვის საჭირო იქნება  $152 \cdot 5 = 760$  წთ. საბოლოო ჯამში ხაშური-ზესტაფონის ორლიანდაგიანი უბნის ფაქტიური გამტარუნარიანობა იქნება:

$$n_{საჭ} = \frac{(1440 - 60 - 760)0,96}{8} - \frac{(1440 - 60 - 760)0,96}{8} \cdot 0,22 - 14,4 = 44 \text{ წყ. მატარებელი დღელამეში.}$$

სამტრედია-ბათუმის უბნის ფაქტიური გამტარუნარიანობა იქნება:

$$n_{საჭ} = \frac{(1440 - 60)0,96}{34} - \frac{(1440 - 60)0,96}{34} \cdot 0,40 - 6,12 = 16 \text{ წყ. მატარებელი დღელამეში.}$$

სამტრედია-ფოთის უბნის ფაქტიური გამტარუნარიანობა იქნება:

$$n_{საჭ} = \frac{(1440 - 60)0,96}{36} - \frac{(1440 - 60)0,96}{36} \cdot 0,42 - 3,8 = 18 \text{ წყ. მატარებელი დღელამეში.}$$

ამ ანგარიშების შემდეგ უნდა განისაზღვროს რამდენად შეესაბამება ხაზის ფაქტიური გამტარუნარიანობა საჭიროს. არსებულმა (ფაქტიურმა) გამტარუნარიანობამ უნდა უზრუნველყოს წაყენებული მოთხოვნები, ანუ საჭირო გადაზიდვისუნარიანობა.

როგორც ცნობილია რკინიგზის გადაზიდვისუნარიანობა ზოგადად განისაზღვრება ცნობილი ფორმულით:

$$\Gamma = 365 \cdot n_{საჭ} \cdot Q_{ბრ} \cdot \varphi, \text{ მლნ. ტ. ნეტო,} \quad (8.12)$$

სადაც  $n_{საჭ}$  – მოცემულ მიმართულებაზე არსებული სატვირთო მოძრაობის ზომები, მატარებელი;

$Q_{ბრ}$  – მატარებლის ბრუტომასა, ტ;

$\varphi$  – მატარებლის ნეტომასის ფარდობა ბრუტომასასთან.

უნდა აღინიშნოს, რომ გადაზიდვისუნარიანობა, როგორც წესი, ისაზღვრება მხოლოდ ერთი მიმართულებისათვის. საქართველოს რკინიგზის პირობებში სატვირთო მიმართულებად მიჩნეულია წყვილი მიმართულება ანუ თბილისიდან სამტრედიისაკენ.

ხაშური-ზესტაფონის უბნის წყვილ მიმართულებაზე  $Q_{ბრ} = 2600$  ტ,  $n_{საჭ} = 44$ , მაშინ

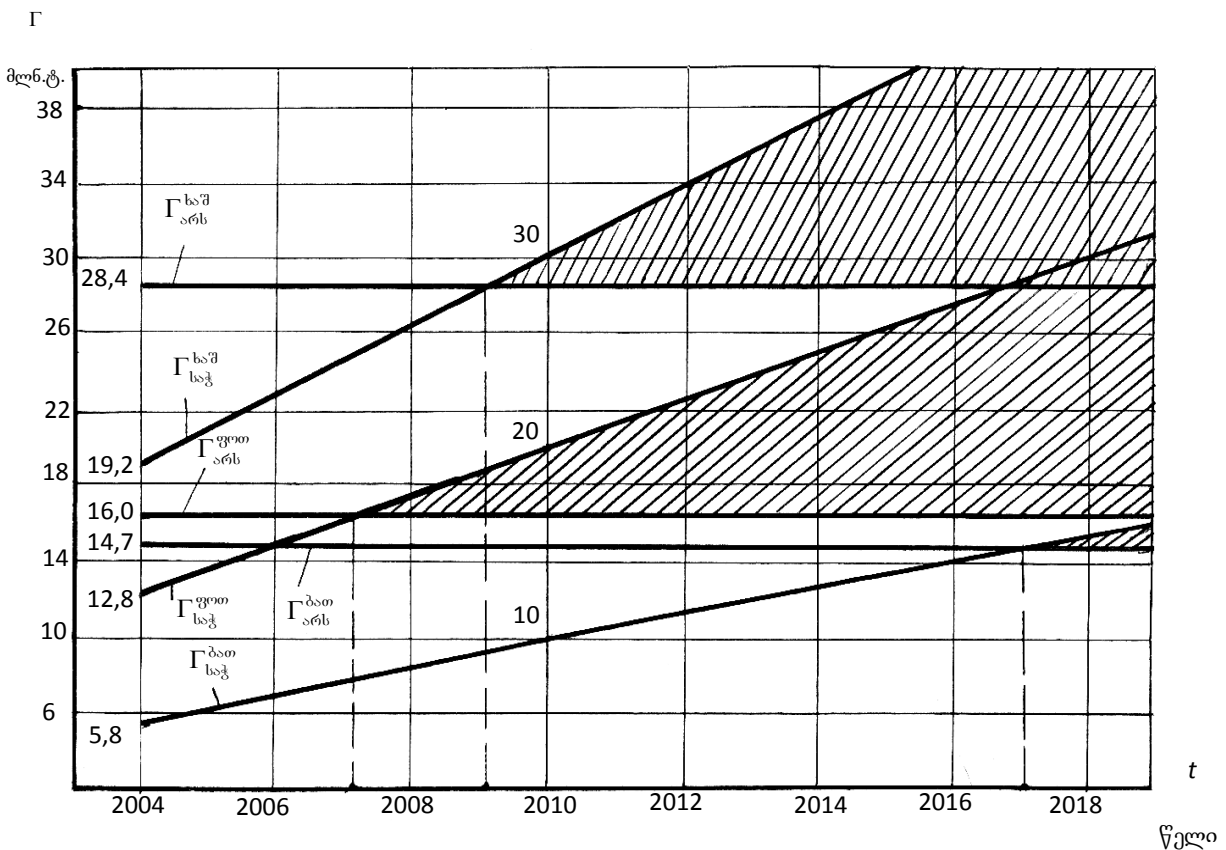
$$\Gamma_{არს}^{სამ} = 365 \cdot 44 \cdot 2600 \cdot 0,68 = 28394080 \text{ ტონა ნეტო;}$$

სამტრედია-ბათუმის უბნის წყვილ მიმართულებაზე  $Q_{ბრ} = 3700$  ტ,  $n_{საჭ} = 16$ , მაშინ  $\Gamma_{არს}^{ბათ} = 365 \cdot 16 \cdot 3700 \cdot 0,68 = 14694400$  ტონა ნეტო;

სამტრედია-ფოთის უბნის წყვილ მიმართულებაზე  $Q_{ბრ} = 3600$  ტ,  $n_{საჭ} = 18$ , მაშინ  $\Gamma_{არს}^{ფოთ} = 365 \cdot 18 \cdot 3600 \cdot 0,68 = 16083360$  ტონა ნეტო.

ცნობილია, რომ ბათუმისა და ფოთის პორტებს შორის გადამუშავებითი სიმძლავრის თანაფარდობა შეადგენს 1:2, ანუ ბათუმის პორტს შეუძლია გადაამუშაოს ტვირთების 1/3, ხოლო ფოთისას – 2/3. თუ 2010 წლისათვის გადასამუშავებელი ტვირთების მოცულობა შეადგენს 30 მლნ. ტ-ს, მაშინ ბათუმის პორტის წილი იქნება 10 მლნ. ტ, ხოლო ფოთისა – 20 მლნ. ტ. აღნიშნულიდან გამომდინარეობს, რომ სამტრედია-ბათუმის უბნის საჭირო სიმძლავრე მოცემული მომენტიანობის უნდა იყოს  $\Gamma_{საჭ} = 10$  მლნ.ტ. ნეტო, ხოლო სამტრედია-ფოთის უბნისა კი  $\Gamma_{საჭ} = 20$  მლნ.ტ. ნეტო.

ნახ. 3-ზე ნაჩვენებია საქართველოს რკინიგზის ცენტრალურ სატრანზიტო მიმართულებაზე განლაგებულ უბნებზე არსებული სიმძლავრის საჭირო სიმძლავრესთან შესაბამისობის ამსახველი დინამიკა. როგორც ნახ-დან ჩანს, საექსპლუატაციო მუშაობის თვალსაზრისით მწვავე მდგომარეობაა ხაშური-ზესტაფონისა და სამტრედია-ფოთის უბნებზე. დაახლოებით 2007 წლიდან სამტრედია-ფოთის უბანი მუშაობს ტვირთდაძაბულ რეჟიმში, ასევე ტვირთდაძაბულ



ნახ. 3. საქართველოს რკინიგზის ცენტრალურ სატრანზიტო მიმართულებაზე განლაგებულ უბნებზე არსებული სიმძლავრის შესაბამისობა საჭიროსთან.

რეჟიმში მუშაობს ხაშური-ზესტაფონის უბანი წყვილ მიმართულებაზე. შედარებით სტაბილურ რეჟიმში მუშაობს სამტრედია-ბათუმის უბანი, რომლის სიმძლავრეც უზრუნველყოფს ამ უბანზე მზარდი ტვირთნაკადების ათვისებას დაახლოებით 2017 წლამდე და თუ ამ ხნის განმავლობაში არ იქნა ზომები მიღებული სიმძლავრის გაზრდისათვის, მასაც მოუწევს ტვირთდაბაზულ რეჟიმში მუშაობა.

### დასკვნა

ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე შეიძლება გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. საქართველოს რკინიგზის ცენტრალური მიმართულების ორლიანდაგიან ხაშური-ზესტაფონის საუდელტეხილო უბანზე, დღეისათვის ფაქტიური გადაზიდვისუნარიანობა 2-3 მლნ. ტ-ით ჩამორჩება საჭიროს. უახლოეს მომავალში აუცილებელია ამ საკითხის გადაწყვეტა არსებული რეზერვების მოძიებისა და ინტენსიური ტექნოლოგიების დანერგვის საფუძველზე;
2. ცენტრალური მიმართულების სამტრედია-ბათუმის ერთლიანდაგიანი უბნის მდგომარეობა შედარებით სტაბილურია. აღნიშნულ უბანს არსებული ტექნიკური აღჭურვილობით შეუძლია იფუნქციონიროს შეუფერხებლად დაახლოებით 2017 წლამდე, ხოლო ამ პერიოდისათვის აუცილებელი იქნება სხვადასხვა სახის ღონისძიებების გატარება მისი სიმძლავრის გაზრდის მიზნით;
3. რთული მდგომარეობაა სამტრედია-ფოთის ერთლიანდაგიან უბანზეც. აღნიშნული უბანი უკვე დაახლოებით 2007 წლიდან მუშაობს ტვირთდაბაზულ რეჟიმში და აუცილებელია გადაუდებელი ღონისძიებების გატარება მისი სიმძლავრის გადიდებისათვის, მითუმეტეს, რომ იგი ახორციელებს სატრანზიტო ტვირთების 2/3-ის გადაზიდვას.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. ქენტაძე პ.ზ. რკინიგზის სიმძლავრის გაზრდის სტრატეგია პერსპექტივაში. თბილისი, სამეცნიერო პერიოდული ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ № 1-3, 2001, გვ. 95-97.
2. **Кенкадзе П.З., Морчиладзе Д.Д., Котрикадзе Т.И.** О наращивания мощности транзитных направлениях грузинской железной дороги.Международный научный журнал «Проблемы механики», № 4. Тбилиси, 2007, с. 85-88.
3. **Морчиладзе Дж.Д., Кенкадзе П.З., Морчиладзе Д.Дж., Копалейшвили М.Г.** Мероприятия по улучшению эксплуатационной работы Грузинской железной дороги в свете современных требований. Тбилиси, Научно-технический журнал «Транспорт», № 3-4 2009, с. 14-15.

4. **Кочнев Ф.П., Сотников И.Б.** Управление эксплуатационной работой железных дорог. Москва, изд. «Транспорт», 1990. – 424 с.
5. სამგზავრო და საგარეუბნო მატარებლების მოძრაობის განრიგი 2009-2010 წ.წ. თბილისი, „რკინიგზის გამომცემლობა“, 94 გვ.
6. **ჩხაიძე ა.ვ.** გადაზიდვითი პროცესის ორგანიზაცია და მართვა რკინიგზის ტრანსპორტზე (წიგნი II). თბილისი, 2001. – 349 გვ.

## **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПЕРЕВОЗОЧНОЙ МОЩНОСТИ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ ГРУЗИНСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

**П. Кенкадзе, А. Шарвашидзе, Д. Морчиладзе, Г. Гурамишвили,  
К. Шарвашидзе**

### **Резюме**

В статье рассмотрена существующая уровень перевозочной мощности на главном транзитном направлении Грузинской железной дороги и обоснована необходимость ее увеличения на основе совершенствования перевозочного процесса с учетом существующих и возможных в ближайшем будущем технико-технологических факторов.

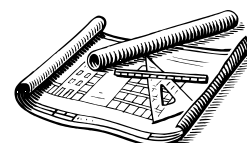
## **ACTUAL TERMS OF INCREASING POWER OF FREIGHT FORWARDING ON THE MAIN LINE OF GEORGIAN RAILWAY**

**P. Kenkadze, A. Sharvashidze, J. Morchiladze, G. Guramishvili**

**K. Sharvashidze**

### **Summary**

In this article is analyzed level of frieght forwarding power on the main line of Georgian railway. Also in rhis article is explained necessity of increasing freight forwarding power depending on forwarding process perfection, also here is considered technical and technological cases in nowadays and in the future.



---

შპს 625.8

**ქვიშაქვიშის თბოტენიანი მეთოდით დაწლის საკითხები  
ხელოვნური ქვიშის მისაღებად**

**მ. ბეჟანიშვილი, ალ. ბურდულაძე**

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

**თბილისი, საქართველო)**

**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია ქვიშის, როგორც საგზაო-საშენი მასალის როლი საგზაო მშენებლობაში და მისი მოპოვებისა და მიღების ის გზები და მეთოდები, რომლებიც დღეს-დღეობით გამოიყენება საქართველოს საგზაო ინფრასტრუქტურის მშენებლობაში. ნაშრომში შემოთავაზებულია ბუნებრივი ქვიშაქვიშისაგან ხელოვნური ქვიშის მიღების ახალი მეთოდი, რომელიც მდგომარეობს ბუნებრივი ქვიშაქვიშის თბოტენიანი მეთოდით გადამუშავებაში ხელოვნური ქვიშის მისაღებად. მოცემულია გადასამუშავებელი დანადგარის კონსტრუქცია და მისი შემადგენელი ელემენტები, მუშაობის პრინციპები. ნაშრომში ნაჩვენებია თუ რა გავლენას ახდენს ქვიშაქვიშის დაშლის პროცესის მიმდინარეობაში სხვადასხვა ფაქტორები, როგორებიცაა დასაშლელი მასალისა და წყლის გარემოს ტემპერატურები, ქვიშაქვიშის წყალშთანქვის მაჩვენებლები და ა.შ. მოცემულია დამშლელი დანადგარის მწარმოებლობის გაზრდის ოპტიმალური რეჟიმები.

**საკვანძო სიტყვები:** ქვიშაქვა, ხელოვნური ქვიშა, თბოტენიანი მეთოდი.

დღეისათვის საქართველოში არნახულ მასშტაბებს მიაღწია როგორც საერთაშორისო, ასევე რესპუბლიკური და ადგილობრივი დანიშნულების საავტომობილო გზების მშენებლობებმა, რამაც შესაბამისად გაზარდა მოთხოვნილება საგზაო-საამშენებლო მასალებზე. საავტომობილო გზების მშენებლობისათვის ერთ-ერთ აუცილებელ მასალას წარმოადგენს ქვიშა, რომელსაც ფართო გამოყენება აქვს როგორც ასფალტობეტონების, ასევე ცემენტობეტონების საგზაო საფარების დასამზადებლად. ეს მასალა დღესდღეობით ძირითადად მდინარის კალაპოტებში

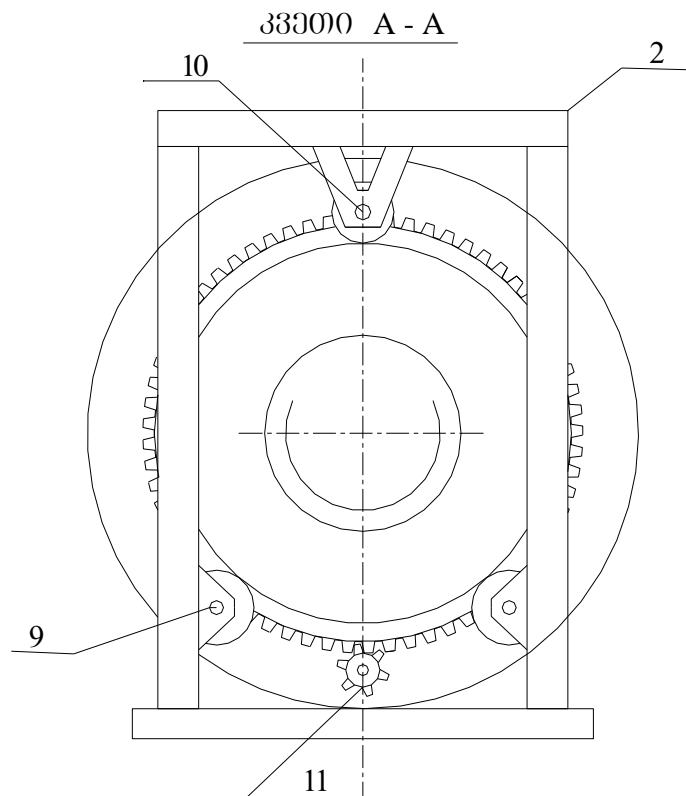
მოიპოვება, რაც სერიოზულ ზიანს აყენებს ჩვენი ქვეყნის გარემოს დაცვისა და ეკოლოგიის მდგომარეობას.

აქედან გამომდინარე, დღის წესრიგში დგება მშენებლობაში ხელოვნურად მიღებული ქვიშის გამოყენება. ხელოვნური ქვიშის მიღების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან წყაროდ შეიძლება იქცეს ბუნებრივი ქვიშაქვები, რომლებიც საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე მრავლად მოიპოვება.

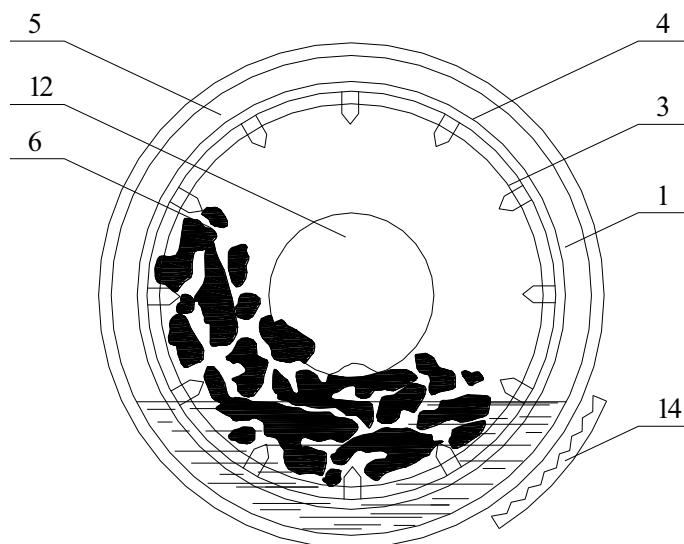
პრაქტიკაში ხელოვნური ქვიშის მისაღებად დღეს გამოიყენებენ დასამსხვრელ-დამანაწილებელ აგრეგატებს (წისქვილებს), რომლებიც მოითხოვენ დიდი რაოდენობით ენერგომატარებლებს, რათა მიღებული იქნეს ყველა საჭირო ფრაქციის ქვიშა.

ჩვენს მიერ ხელოვნური ქვიშის მისაღებად შემუშავებულია ქვიშაქვების დამლა-დაქუცმაცების თბოტენიანი მეთოდი, რომელიც შეიძლება განხორციელდეს ისეთი დანადგარის საშუალებით, სადაც დამლისათვის საჭირო ყველა ოპერაცია თავმოყრილია ერთ აგრეგატში. დანადგარმა შეიძლება იფუნქციონიროს როგორც სტაციონალური ქარხნის პირობებში, ასევე როგორც გადასადგილებელმა. მისი საშუალო მწარმოებლობა შეადგენს 8ტ/სთ-ს, როდესაც ქვიშაქვების ნატეხების საწყისი ტემპერატურაა 20<sup>0</sup>C,

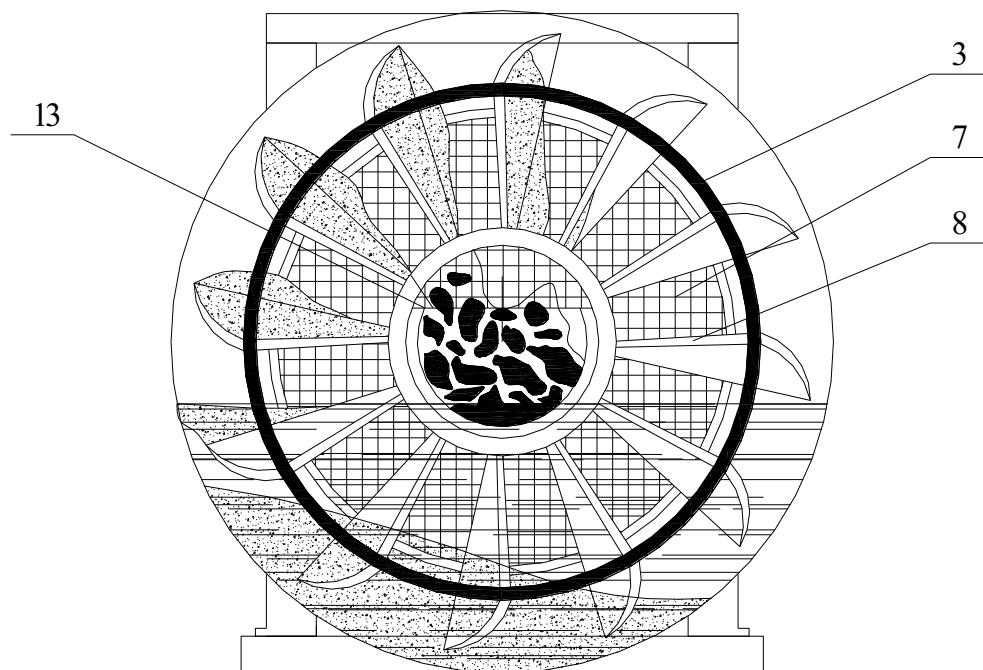
დანადგარის კონსტრუქცია და ტექნოლოგიური სქემა მოცემიულია ნახაზზე 1.



პვივი B - B



პვივი C - C



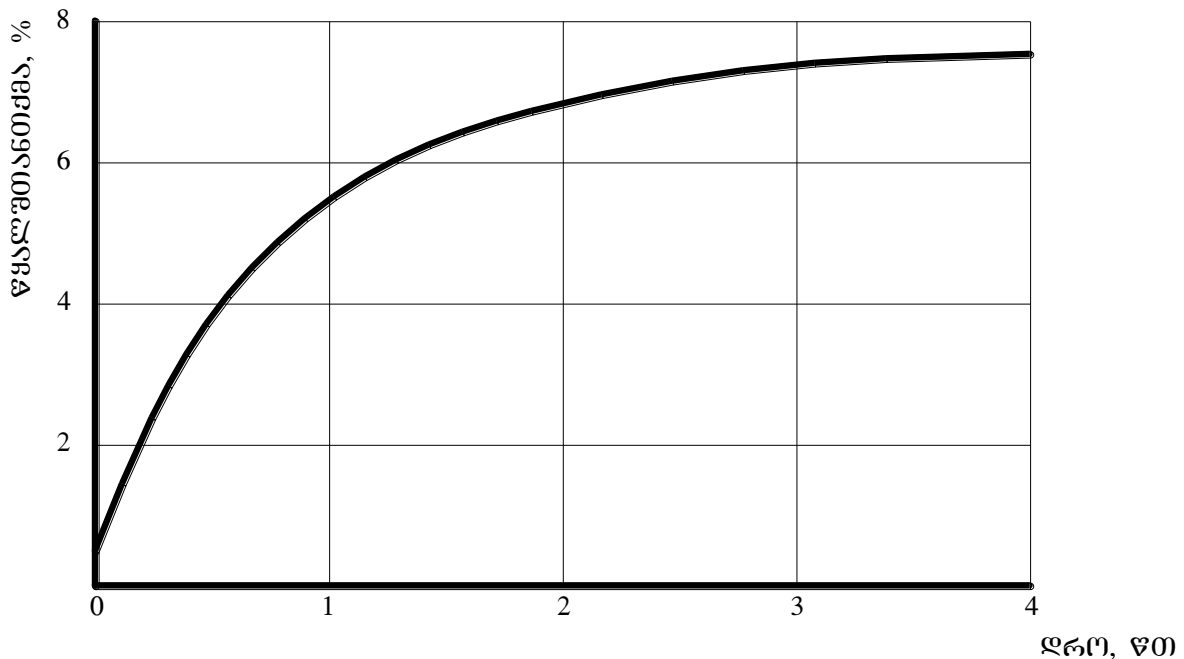
ნახ. 1. თბოტენიანი მეთოდით სარეგენერაციო დანადგარის კონსტრუქცია და ტექნოლოგიური სქემა

1-ცილინდრული საკანი; 2-ჩარჩო; 3-დოლური, ცილინდრული ცხავი; 4-ლითონის ბასრი კბილები; 5-ვინტური, შნეკური ფრთები; 6-ლითონის მახვილწახნაგები, „ზღარბები“; 7- წრიული ელევატორის ბადური ჩამჩეები, ორმაგი ძირით; 8-ჩამჩეების მეორე, მთლიანი ძირი წყლის აცილების უზრუნველსაყოფად; 9-საყრდენი რგოლიები; 10-დიდი ამყოლო კბილანა; 11-მცირე მიმყოლი კბილანა; 12-ჩასატვირთი ღარი; 13-გადმოსატვირთი ღარი; 14-ელექტროსპირალი, (ელექტროგამაცხელებელი).



დანადგარი მუშაობს შემდეგნაირად: 70სმ-მდე ზომის ქვიშაქვების ნატეხები დანადგარზე დამონტაჟებული ამწით ან ავტოჩამტვირთავით მიეწოდება ჩასატვირთვ ღარში, საიდანაც დახრილი სიბრტყის საშუალებით ხვდება 2,4მ დამეტრისა და 2,2მ სიგრძის ცილინდრულ ცხავში. ცხავი სიმაღლის 1/3-ზე გავსებულია წყლით. წყალი ელექტროსპირალის საშუალებით ცხელდება 70-80°C-მდე.

ცილინდრული ცხავის ბრუნვისას (8-10ბრ/წთ) წყლის გარემოში გამთბარი და დასუსტებული ქვიშაქვების ნატეხები ურთიერთხახუნისა და ბასრ კბილებთან და მახვილწახნაგებთან დაჯახების შედეგად იშლება. დანაწევრებული და დაშლილი ქვიშაქვები ცხავის ნახვრეტებიდან (ზომით 40X40მმ) გამოიღვენება და ხვდება ცილინდრული საკნის ფსკერზე, რითაც ხელს უწყობს ქვიშაქვების დარჩენილი ნატეხების ზედაპირული ფენების გაცხელებისა და დაშლის პროცესის ინტენსიფიკაციას. ვინტური ფრთების საშუალებით, დაქუცმაცებული ქვიშაქვები ცილინდრული საკნის ფსკერზე გადაადგილდება ელევატორის მიმართულებით და წრიული ელევატორის ბალური ჩამჩების საშუალებით ადის ზევით. ამ დროს მიმდინარეობს მასალის განტენიანება ჩამჩების ნახვრეტებიდან წყლის გამოღინების ხარჯზე. ჩამჩებიდან გადმოყრილი მიღებული მასალა ხვდება განმტვირთავ ღარზე, შემდეგ ბრტყელ გამტენიანებელ ცხავზე, საიდანაც – განმტვირთავ ბუნკერში.



ნახ. 2. ქვიშაქვების მოცულობითი წყალშთანქმის W დამოკიდებულება წყლის გარემოში ყოფნის დროზე T.

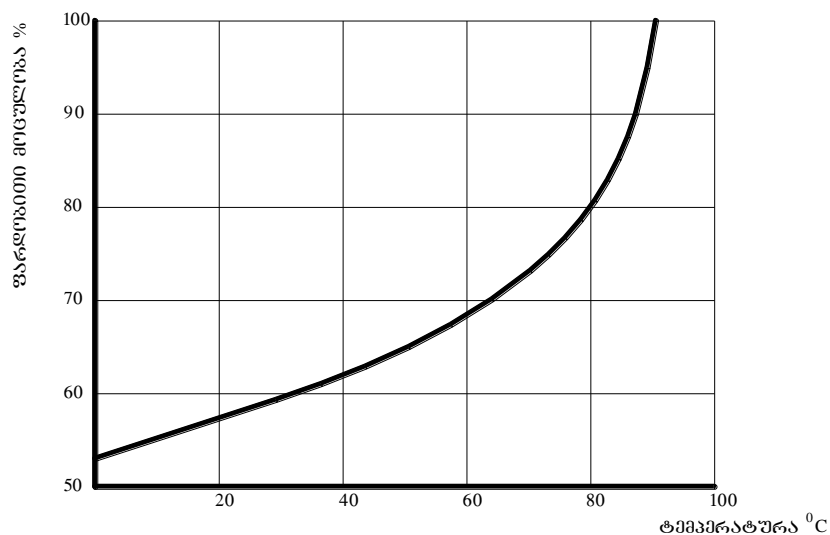
მისი მუშაობის ეფექტურობა მნიშვნელოვნად იზრდება ზაფხულის პერიოდში, როდესაც მიწოდებული ქვიშაქვების ბუნებრივი ტემპერატურა აღწევს  $30^{\circ}\text{C}$  და მეტს. ცივ ამინდში გათვალისწინებულია ქვიშაქვების წინასწარი გათბობა  $30-40^{\circ}\text{C}$ –მდე ლითონის ან ბეტონის სპეციალურ სათავსოებში, რომელთა მოცულობაა  $50-70\text{მ}^3$ .

წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში ქვიშაქვების სტრუქტურული სიმტკიცე კლებულობს, მცირდება კავშირები ცალკეულ მარცვლებს შორის, რაც აადვილებს მათი დაშლის პროცესს. ეს განსაკუთრებით აისახება ქვიშაქვების დისპერსიული ნაწილის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებზე. წყალშთანთქმის (წყალგაჯერების) სიდიდე დამოკიდებულია წყლის მოქმედების დროზე. ნახ. 2-ზე მოცემულია მოცულობითი წყალშთანთქმის დამოკიდებულება წყალში ყოფნის დროზე.

გრაფიკიდან ჩანს, რომ წყალშთანთქმა ინტენსიურად მიმდინარეობს პირველი 1,5 სთ-ის განმავლობაში, შემდეგ პროცესი თითქმის წყდება.

აქედან გამომდინარე ცხელი წყლის გარემოში ქვიშაქვების ნატეხების დაქუცმაცების ტექნოლოგიური პროცესი უნდა წარიმართოს ისე, რომ იგი განსაკუთრებით ინტენსიურად მიმდინარეობდეს ქვიშაქვების წყლის გარემოში ყოფნის პირველი 1,5 სთ-ის განმავლობაში.

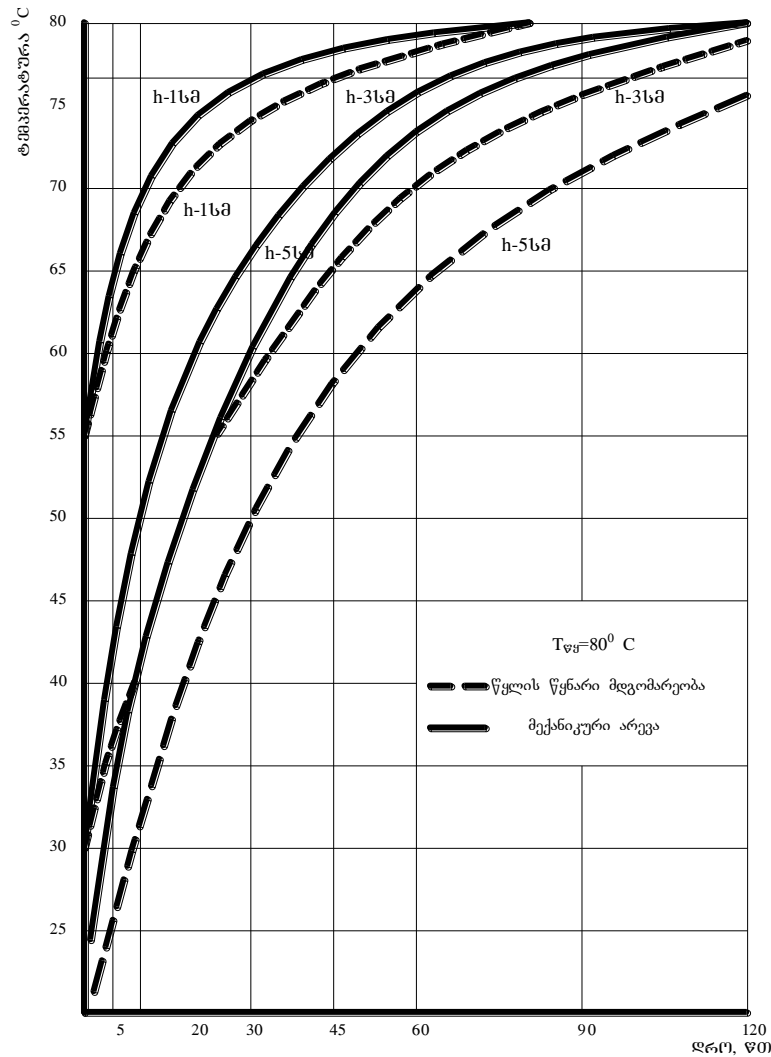
ქვიშაქვების დაშლის პროცესზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს წყლის ტემპერატურა. ნახაზზე 3 გამოსახულია ქვიშაქვების დაქუცმაცებული ნაწილის ფარდობითი მოცულობის დამოკიდებულება წყლის ტემპერატურაზე, სხვა თანაბარი პირობების შემთხვევაში.



ნახ. 3. ქვიშაქვების დაქუცმაცებული ნაწილის ფარდობითი მოცულობის V დამოკიდებულება წყლის ტემპერატურაზე T.

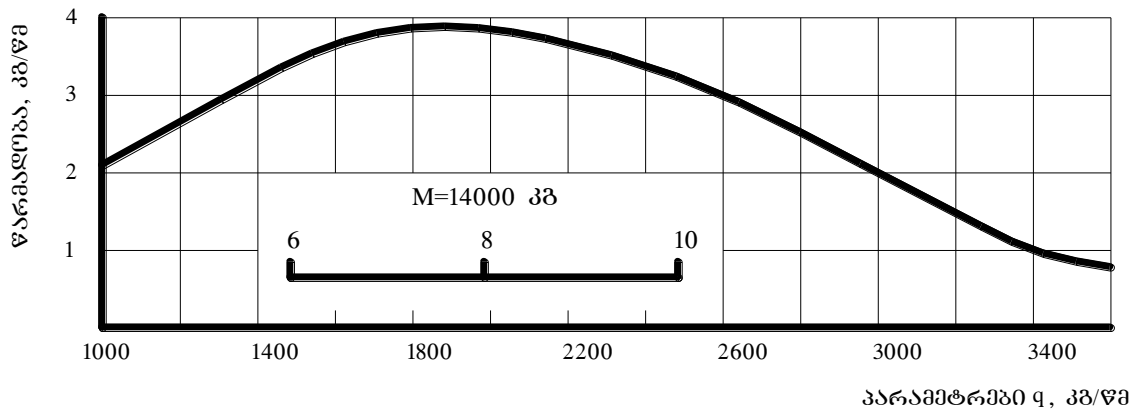
როგორც გრაფიკიდან ჩანს ნატეხების დაქუცმაცება იწყება უკვე  $20^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე, ხოლო საკმაოდ ინტენსიურად მიმდინარეობს  $60-80^{\circ}\text{C}$  ტემპერატური დროს. რაც გათვალისწინებული უნდა იყოს დაქუცმაცების რეჟიმის შერჩევასა.

მნიშვნელოვან ტექნოლოგიურ მომენტს წარმოადგენს ქვიშაქვების ნატეხების ტემპერატურის შეღწევადობის სიჩქარე. ამ პროცესის გამოსაკვლევად ჩავატარეთ ცდები, რომელთა შედეგები მოცემულია ნახ. 4-ზე. როგორც გრაფიკიდან ჩანს,  $20^{\circ}\text{C}$  საწყისი ტემპერატურის ნატეხების ზედაპირული ფენის გაცხელებას 30მმ სიღრმეზე  $80^{\circ}\text{C}$  წყლის გარემოში ჭირდება სულ რამდენიმე წუთი (2-5წთ  $40^{\circ}\text{C}$ -მდე, 10წთ  $50^{\circ}\text{C}$ -მდე და 20წთ  $60^{\circ}\text{C}$ -მდე). ქვიშაქვების ნატეხების წყალში მექანიკური არევის შემთხვევაში, პროცესი 1,5-2-ჯერ უფრო სწრაფად მიმდინარეობს.



ნახ. 4. ქვიშაქვების ტემპერატურის ცვლილება ნიმუშის სიღრმეში დროის მიხედვით

ცდების საშუალებით დავადგინეთ დანადგარის მწარმოებლობის დამოკიდებულება  $q$  პარამეტრზე (ნახ.5), რომელიც ითვალისწინებს დანადგარის დოლში ჩაყრილი ქვიშაქვების ნატეხებისა და ლითონის მახვილწახნაგების რაოდენობას და მასას, აგრეთვე დოლის ბრუნვათა რიცხვს.



**ნახ. 5. რეგენერაციის დანადგარის მწარმოებლობის დამოკიდებულება  $q$  პარამეტრზე.**

გრაფიკიდან ჩანს, რომ რეგენერაციის დანადგარს ექნება მაქსიმალური მწარმოებლობა, თუ  $q=1800-2000$  კგ/წმ-ს, რაც მხედველობაში უნდა იყოს მიღებული დაქუცმაცების რეჟიმის შერჩევისას.

დადასტურებულია, რომ დაქუცმაცება იწყება  $30-40^{\circ}\text{C}$ -დან და ინტენსიურად მიმდინარეობს  $70-80^{\circ}\text{C}$  დროს. გადამუშავების ოპტიმალური რეჟიმი ითვალისწინებს ქვიშაქვების ტემპერატურისა და ცილინდრულ ცხავში ყოფნის დროის რაციონალურ შეხამებას.

ასეთი მეთოდით მიღებული ხელოვნური ქვიშის გამოყენება შესაძლებლობას იძლევა მნიშვნელოვნად შემცირდეს მდინარეების კალაპოტებიდან ქვიშის ამოღების რაოდენობა და, შესაბამისად გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედებებიც.

### **გამოყენებული ლიტერატურა**

1. **მ. ძიბიგური** – საგზაო-სამშენებლო მასალები. თბილისი. 1988წ.
2. “კომპლექსური რეგენერაცია საგზაო მშენებლობაში”, სახელმძღვანელო, საგზაო მშენებლობის განყოფილება, საქსონიის სახელმწიფო ეკონომიკისა და დასაქმების სამინისტრო, გვ. 1995წ.;
3. **ნადირაძე ა.** საშენი მასალები და ნაკეთობანი. “განათლება”, თბილისი 1989წ.;

# **ВОПРОСЫ РАЗЛЫХЛЕНИЯ ПЕСЧАНИКОВ ТЕПЛОВЛАЖНЫМ МЕТОДОМ ДЛЯ ПОЛЮЧЕНИЯ ПЕСКА**

**М. бежанишвили, Ал. бурдуладзе**

## **резюме**

В работе рассмотрена роль песка в дорожном строительстве и те пути и методы его получения, которые сегодня применяются в строительстве дорожной инфраструктуры Грузии. В работе представлен новый метод получения искусственного песка который заключается в переработке естественных песчаников тепловлажным методом для получения искусственного песка. Дана конструкция составляющие элементы перерабатывающей установки и принцип работы. В работе показана как влияют на процессе измельчения песчаников некоторые факторы, такие как температуры материала и водной среды, показатели водопоглощения песчаников и т.д. Даны оптимальные режимы повышения производительности перерабатывающей установки.

# **QUESTIONS GRIND SANDSTONES WARM MOIST FOR POLYUCHENIYA SAND**

**M. Bejanishvili, Al. Burduladze**

## **Summary**

The paper considers the role of sand in the road building area and those shackles and methods receipt, which today is used in the building area of road infrastructure in Georgia. In this paper a new method presentation receipt artificial sand that lies in the processing of natural sandstone warm moist receipt method for artificial sand. Design composes the elements and principles of the installation of recycled paper. The paper shows how to vpyuyut pattern during grinding sandstone, some factors such as temperature of the material and water pollution, water absorption rates of sandstones, etc. Dana optimal modes increase productivity recycle installation.



---

უპკ. 6.07 744.153

**Hatching Filling Areas დაშტრიხვა, ფართის შივსება  
Boundary Hatch შივსება დაშტრიხვის დაშტრიხვა**

ნ. ნოზაძე, გ. ჩიტაიშვილი, ნ. მუმლაძე  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი მ.კოსტავას ქ.77,0175, თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** პროგრამული პაკეტი *AutoCAD* განკუთვნილია ინჟინრებისათვის და დიზაინერებისათვის და მას მსოფლიოში მილიონობით მომხმარებელი ჰყავს. ნაშრომში წარმოდგენილია გრაფიკული ხასიათის ამოცანის გადაწყვეტა პროგრამულ პაკეტ *AutoCAD 2010*-ის გამოყენებით, კერძოდ ჭრილი და დაშტრიხვა, რომლის მიზანი დეტალის შივა ფორმების ჩვენებაა და იგი ნახაზის უხილავი ფორმების გათვალსაზრისწინაა უწყობს ხელს.

**საკვანძო სიტყვები:** ობიექტი, ჭრა, დაშტრიხვა, კუნძული, მონიშვნა, რელაქტირება.


**AutoCAD**-ი ეს არის ავტომატიზირებული პროექტირების სისტემა ორ და სამგანზომილებიანი პროექტირებისა და ხაზვისათვის. ძველი ვერსიები ოპერირებდნენ ელემენტარული ობიექტების საშუალებით (როგორცაა წრეწირი, წრფე, წირი და ა.შ), რომლებიც შემდგომში ქმნიდნენ უფრო რთულ ობიექტებს. თანამედროვე ეტაპზე პროგრამას შეუძლია კომპლექსური სამგანზომილებიანი პროექტირება. დაშტრიხვა გამოიყენება ჭრაში (კვეთაში) ნახაზის ზოგიერთი სივრცის შესავსებად. ჭრა ეწოდება ისეთ პირობით გამოსახულებას, რომელსაც დამკვირვებლის თვალსა და მკვეთ სიბრტყეს შორის ნაწილი პირობითად მოშორებული აქვს, გამოხაზულია მხოლოდ ის, რაც მკვეთ სიბრტყეში ჩანს და მდებარეობს მის უკან. ჭრილის გაკეთების მიზანი ფიგურის შივა ფორმების ჩვენებაა.

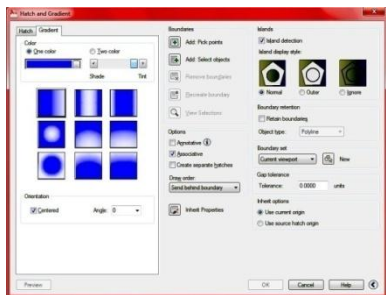
დაშტრიხვა **AutoCAD**-ში გამოიყენება ნახაზის ზოგიერთი სივრცის შესავსებად წინასწარ დაფორმატებული შაბლონების საშუალებით, რომლებიც წარმოადგენენ სხვადასხვა განსაზღვრულ



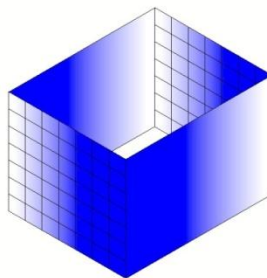
**Pick internal point or [Select objects/remove Boundaries]:** (შეირჩიე შინაგანი წერტილი ან [შეირჩიე ობიექტი/მოაშორე საზღვრები]) დაგაწკაპუნოთ დასაშტრის არეზე შვიდკუთხედსა და წრეწირს შორის ⇒ Enter ⇒ შემდეგ შევირჩიოთ Scale (მასშტაბი) ჩვენს შემთხვევაში 10 და ⇒ დაგაწკაპუნოთ დიალოგური ფანჯრის ქვედა მარცხენა კუთხეში ღილაკზე **Preview** (წინასწარ ნახვა), ხოლო შემდეგ ⇒ დაგაწკაპუნოთ ღილაკზე **Ok** და ოპერაცია დასრულდება.

აქვე აღვნიშნოთ, რომ გრაფაში **Angle** (კუთხე) შესაძლებელია მივუთითოთ დაშტრისხვის სახის კუთხე, ჩვენს შემთხვევაში მისი მნიშვნელობა არის 0 ნული. თუ კი **Pick points**-ის (ავირჩიოთ წერტილები) ნაცვლად შევირჩევთ **ADD: Select objects** (დამატება: შეირჩიე ობიექტი), მაშინ მოვნიშნავთ პირდაპირ ობიექტს და თუ ოპერაციას დავასრულებთ წინა შემთხვევის ანალოგიურად, დაიშტრისება შერჩეული ობიექტი. ასევე თუ მონიშნული გვაქვს გრაფა **Association** (გაერთიანება), მაშინ მოვნიშნოთ კონტური (და არა დაშტრისხული არე) კუთხეებში, მას გაუჩნდება ლურჯი ოთკუთხედები (ეგრეთწოდებული სახელურები), რომელთა გადაადგილებითაც იცვლება კონტურის ფორმა და შესაბამისად დაშტრისხვაც. განვიხილოთ **Gradient** (გრადიენტი, მდოვრედ გადასვლა ერთი ფერისა მეორეში). ეს ფუნქცია დაემატა **AutoCAD**-ს ბოლო ვერსიებში. მისი გამოძახება შესაძლებელია დიალოგური ფანჯრის **Hatch and Gradient** ზედა მარცხენა კუთხეში ღილაკზე **Gradient** დაწკაპუნებით (ნახ. 112) ან

**Home ⇒ Ribbon ⇒ Draw ⇒ Gradient**  აქ შესაძლებელია ერთი ან ორი ფერის შერჩევა ღილაკების **One color, Two color** (ერთი ფერი, ორი ფერი) საშუალებით, ასევე მოძრავი ღილაკის მოძრაობით **Shade**-დან (ჩრდილი), **Tint**-კენ (ელფერი, კოლორიტი) და პირიქით შესაძლებელია ფერების ერთმანეთში გადასვლის რეგულირება. ხოლო გრაფაში **Orientation** (ორიენტაცია) ფუნქცია **Centered**-ის (ცენტრი) მონიშვნით ან მისი მოხსნით იცვლება გრადიენტის ცენტრი გადაინაცვლებს კუთხეში. ფუნქცია **Angle**-ში (კუთხე) კუთხის სიდიდის მითითების შემდეგ შესაბამისი კუთხით იცვლება გრადიენტის დახრა. დანარჩენი ფუნქციები **Hatch**-ის (დაშტრისხვა) ანალოგიურია (ნახ. 2). **OK** ღილაკზე დაწკაპუნების შემდეგ ოპერაცია დასრულდება (ნახ. 3).



ნახაზი 2



ნახაზი 3

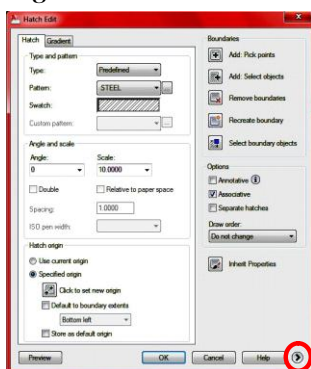


**Hatch Edit** დაშტრიხვის რედაქტირება - **Modify**-ი (მოდირეცირება) პანელის დახმარებით შესაძლებელია დაშტრიხვის კორექტირება. რედაქტირებისათვის საკმარისია დაშტრიხულ არეზე თაგუნას მარცხენა ღილაკზე ორჯერ დაწკაპუნებით ან ბრძანებების სტრიქონში აგერიფოთ

**HE** ⇒ **Enter** ⇒ **Select hatch object**: (მონიშნე დაშტრიხული ობიექტი) დაგაწკაპუნოთ




დაშტრიხულ არეზე ან **Home** ⇒ **Ribbon** ⇒ **Modify** ⇒ **Hatch Edit**. ბრძანებების სტრიქონში გამოჩნდება შემდეგი მითითება: **Select hatch object**: (მონიშნე დაშტრიხული ობიექტი) დაგაწკაპუნოთ დაშტრიხულ არეზე და გამოჩნდება დიალოგური ფანჯარა **Hatch Edit** (დაშტრიხვის რედაქტირება) (ნახ. 4.) ეს ფანჯარა თითქმის ანალოგიურია დიალოგური ფანჯრისა **Hatch and Gradient**. ორივე ამ დიალოგური ფანჯრის მარჯვენა დაბალ კუთხეში თუ



ნახაზი 4

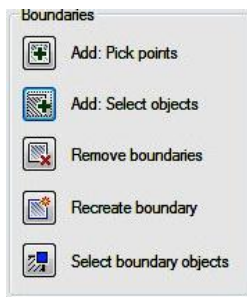


ნახაზი 5

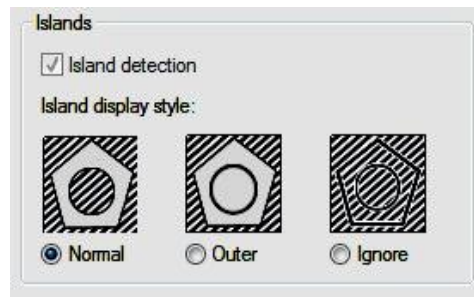
დაგაწკაპუნებთ წითლად მონიშნულ ნიშანზე , გამოჩნდება თითქმის ერთმანეთის ანალოგიური დამატებითი ფანჯარა (ნახ. 5). დიალოგურ ფანჯარაში **Hatch Edit** (დაშტრიხვის რედაქტირება) შესაძლებელია დაშტრიხვის ნებისმიერი თვისების რედაქტირება. მაგალითად: განვიხილოთ ერთ-ერთი მათგანი **Select boundary objects** (შეირჩიე ობიექტის საზღვარი) (ნახ. 6). ამ ღილაკზე დაწკაპუნების შემდეგ მონიშნება დაშტრიხული არე, რომელსაც კუთხეებში გაუჩნდება ღურჯი ოთკუთხედები (სახელურები), რომელთა გადაადგილებითაც დაშტრიხული არე შეიცვლის ფორმას (ნახ. 8) ეს ფუნქცია ერთნაირად მუშაობს **Hatch**-ისა (დაშტრიხვა) და **Gradient**-ის (გრადიენტი) შემთხვევაში.

ასევე განვიხილოთ **Islands** (კუნძული) თუ **Island detection** (კუნძულის აღმოჩენა) მონიშნულია მის ქვემოთ მდებარე **Island display style**: (გვაჩვენე კუნძულის სტილი) არის აქტიური, წინააღმდეგ შემთხვევაში კი ჩამქრალი (ნახ. 7) ჩვენს შემთხვევაში იგი აქტიურია.

ნახაზიდანაც აშკარად ჩანს, თუ რა ფუნქციას ასრულებს თითოეული მათგანი **Normal** (ნორმალური) **Outer** (გარე, გარეთა) **Ignore** (იგნორირება).

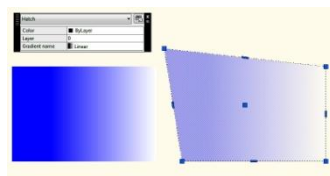


ნახაზი 6

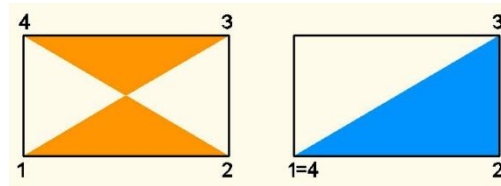


ნახაზი 7

ეს ყველაფერი რა თქმა უნდა, შესაძლებელია შევირჩიოთ **Boundary Hatch**-ში (შემოსახლვრულის დაშტრიხვა) მუშაობის დროსაც.



ნახაზი 8



ნახაზი 9

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. საინჟინრო კომპიუტერული გრაფიკა, ნ. ნოზაძე, გ. ჩიტაიშვილი.
2. ტექნიკური ხაზვის ზოგადი კურსი, ა. შავგულიძე, თ. თევზაძე, ნ. ნოზაძე.

### Hatching Filling Areas Штриховка, заполнение площади

### Boundary Hatch Штриховка отграниченной области

Н. Нозадзе, Г. Читаишвили, Н. Мумладзе

#### Резюме

Пакет программ *AutoCAD* предназначен для инженеров и конструкторов и во всём мире имеет миллионы пользователей. В работе представлено решения задачи графического характера при помощи пакет программного обеспечения *AutoCAD 2010*, в частности, разреза и штриховки, целью которого является показание внутренней формы детали и оно способствует наглядности невидимых форм чертежей.

### Hatching Filling Areas and Boundary Hatch Commands

N. Nozadze, G. Chitaishvili, N. Mumladze

#### Summary

A software package *AutoCAD 2010* is assigned for engineers and designers and has millions of user's in the world. In the article is presented the solution of graphic character task building application of software package *AutoCAD 2010*, in particular section and hatch, in order to demonstrate the detail inner shapes and it assists to visualization of drawing's invisible shapes.

---

УАК 629.11.012

**РАСЧЁТ НА ПРОЧНОСТЬ МЕХАНИЗМА ПРОМЫШЛЕННОГО  
РОБОТА 10В**

**Натбиладзе В.Ш., Натбиладзе Н.В.**

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

**Резюме:** *В статье рассмотрены вопросы расчёта звеньев механизма промышленного робота 10В, на прочность по допускаемым напряжениям; проведён выбор расчётных схем, как пример конструкции. В статье при проведении расчёта на прочность звеньев механизма промышленного робота необходимо знать его кинематическую схему усилий, действующих на звенья и материал, из которых они изготовлены. Необходимо для всех звеньев построить эпюры изгибающих и крутящих моментов, а затем найти наиболее опасные сечения звеньев и для них провести расчёт на прочность. Опасное напряжённое состояние заеяют главным растяжением.*

**Ключевые слова:** Звено, промышленный робот, механизм, конструкция, схема.

В статье рассмотрены вопросы расчёта звеньев механизма промышленного робота 10В, на прочность по допускаемым напряжениям; проведён выбор расчётных схем, как пример конструкции.

При изучении промышленного робота и его механизмов многими авторами рассмотрены вопросы динамики, точности, жёсткости, движения схватов – траектории и др; но мало рассмотрены вопросы прочности механизмов, упругих деформаций звеньев механизмов; существенное влияние на точность воспроизведения заданных движений схвата и соответственно груза – изделий.

Допустимый минимальный дефект узлов промышленного робота, которая обеспечивает конец выходного звена на режимах разгона с места, торможения, останова и действия максимальных статической и динамической нагрузок, находящуюся в допуске заданной траектории движения и точности позиционирования обеспечения расчётного времени полноты.

На звенья промышленного робота силовые воздействия могут иметь различный характер. Силы тяжести и инерции звеньев представляют собой нагрузки, распределённые по всему их объёму. Основными нагрузками, действующими на звенья промышленного робота малой грузоподъёмности являются не силы тяжести звеньев перемещаемого груза а их силы инерции, которые зависят от характера движения упругого механизма промышленного робота. Расчёт на прочность звеньев промышленного робота с учётом распределённых нагрузок представляет собой сложную задачу.

Силовые воздействия на звенья механизма промышленного робота можно разделить на движущие силы и моменты, как сопротивления силы воздействия основания на силы тяжести звеньев, а также силы и моменты сил инерции, взаимодействия между звеньями образующими кинематические пары. Приложенные к механизму промышленного робота силовые воздействия могут быть как постоянными, так и переменными. Во многих случаях изменение величин сил и моментов носит периодический характер, так как рабочий процесс повторяется периодически. При проведении прочностных расчётов звеньев промышленного робота можно рассматривать как стержни, так как их длины значительно больше двух других  $x$  изменений. Каждое звено промышленного робота перемещается относительно соседней при помощи самостоятельного привода. В любой рассматриваемый момент времени соединения звеньев можно условно считать жёсткими и неподвижными. Таким образом в дальнейшем за расчётную схему промышленного робота будем принимать стержневую систему.

При проведении расчёта на прочность звеньев механизма промышленного робота необходимо знать его кинематическую схему усилий, действующих на звенья и материал, из которых они изготовлены. Необходимо для всех звеньев построить эпюры изгибающих и крутящих моментов, а затем найти наиболее опасные сечения звеньев и для них провести расчёт на прочность. Опасное напряжённое состояние занимают главным растяжением. С учётом обычно знание сопротивление материала, условие прочности можно записать как:

$$\sigma_{\text{гл}} \leq [\sigma]_{\text{р}} = \sigma_{\text{тр}} / [n] \quad (1)$$

где:  $\sigma_{\text{гл}}$  - главное напряжение растяжения;

$[\sigma]_{\text{р}}$  - допускаемое напряжение при растяжении;

$\sigma_{\text{тр}}$  - предел текучести материала при растяжении;

$[n]$  - нормативный коэффициент запаса прочности.

На звенья участка АВ могут в общем случае действовать растягивающие силы  $F_z$ , изгибающие моменты  $M_x$  и  $M_y$  в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и крутящий момент  $T$ . Предположим, что сечение I-I является самым нагруженным, т.е. опасным. От сжимающих усилий  $F_z$  и изгибающих моментов  $M_x$  и  $M_y$  в этом сечении будут действовать нормальные напряжения  $\sigma$  и крутящий момент  $T$  приведёт к появлению в сечении касательных напряжений зависят не только от величин приложенных нагрузок, но и от геометрических параметров рассматриваемого сечения I-I.

Значения максимального нормального напряжения при изгибе вычисляется в виде

$$\sigma = M_n / W_n, \quad (2)$$

где:  $M_n$  – изгибающий момент в сечении;

$W_n$  - момент сопротивления сечения изгибу.

Величину касательного напряжения определяют

$$\tau = T / W_k, \quad (3)$$

где:  $T$  – крутящий момент;

$W_k$  - момент сопротивления сечения кручению.

Главные растягивающее напряжение вычисляют по различным гипотезам прочности, тогда можно их вычислить

$$\Gamma_{\text{гл}} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \quad (4)$$

Согласно принципу четвёртой гипотезы, предложенной О. Мором и базирующейся на учёте соотношения касательных и нормальных напряжений в рассматриваемом сечении

$$\sigma_{\text{гл}} = \frac{1-\xi_0}{2} \sigma + \frac{1+\xi_0}{2} \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}, \quad (5)$$

где:  $\xi_0 = \sigma_{\text{тр}} / \sigma_{\text{тс}}$  - для пластичных материалов;

$\xi_1 = \sigma_{\text{вр}} / \sigma_{\text{вс}}$  - для хрупких материалов;

$\sigma_{\text{тр}}, \sigma_{\text{тс}}$  - пределы текучести соответственно при растяжении и сжатии;

$\sigma_{\text{вр}}, \sigma_{\text{тс}}$  - пределы прочности; временные сопротивления соответственно при растяжении и сжатии.

Можно по пятой гипотезе энергии представить в виде:

$$\Gamma_{\text{гл}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}. \quad (6)$$

Гипотеза О. Мора применения разно многих материалов имеющих неодинаковую прочность при растяжении и сжатии. Расчёт механизма промышленного робота на прочность заключается в определении размеров поперечных сечений звеньев при заданном нормативном коэффициенте запаса прочности, т.е. при известном допускаяемом напряжении. Для этого выражают моменты сопротивления изгибу  $W_{и}$  и кручению  $W_{к}$  через геометрические параметры сечений.

По одной из гипотез прочности с помощью формул (4) и (6) находят зависимость  $\sigma_{ГЛ}$ , от этих параметров, затем используя выражение (1), определяют искомые размеры сечений, знание которых даёт основание для разработки конструкции промышленного робота.

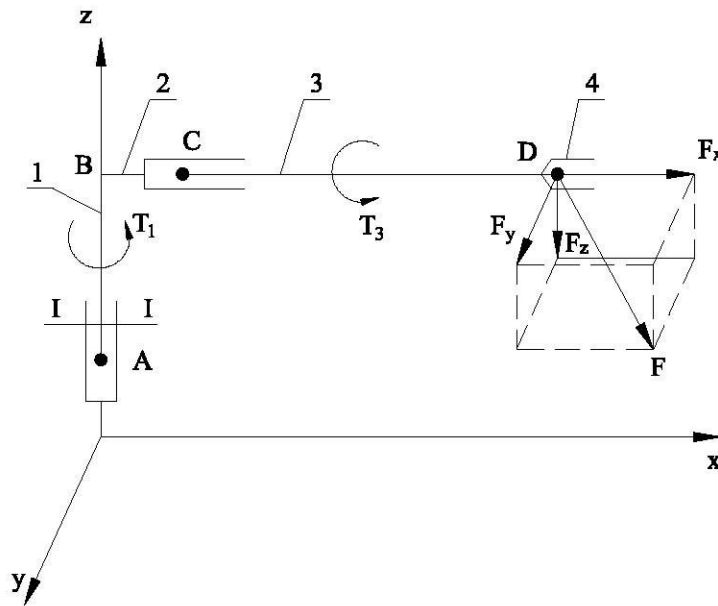


Рис. 1. Схема промышленного робота 10В

## ЛИТЕРАТУРА

1. “Модуль линейного перемещения промышленного робота”. А.С. № 1215995.
2. **Феодосьев В.И.** Сопротивление материалов. М.: Наука, 1986 г.

# სამრეწველო რობოტის 10B მექანიზმის

## განგარიშება სიმტკიცეზე

ნათბილაძე ვ.შ., ნათბილაძე ნ.ვ.

### რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია სამრეწველო რობოტის 10B მექანიზმის რგოლების სიმტკიცეზე დასაშვებ ძაბვებზე განგარიშების საკითხები; ჩატარებულია საანგარიშო სქემების შერჩევა, როგორც კონსტრუქციის მაგალითი. სტატიაში სამრეწველო რობოტის მექანიზმის რგოლების სიმტკიცეზე განგარიშებისას აუცილებელია მისი ძალების კინემატიკური სქემის ცოდნა, რომლებიც მოქმედებენ რგოლებზე და მასალაზე, რომლიდანაც ისინი არიან დამზადებული. აუცილებელია თითოეული რგოლისათვის ავადოთ მღუნავი და მგრეხავი მომენტების ეპიურები, შემდგომ მოიძებნოს რგოლების ყველაზე საშიში კვეთები და მათვის ჩატარდეს სიმტკიცეზე ანგარიში. საშისი დაძაბული მდგომარეობა იცვლება მთავარი.

## STRENGTH DESIGN OF INDUSTRIAL ROBOT 10B MECHANISM

Natbiladze V.Sh., Natbiladze N.V.

### Summary

In the article are considered issues of strength design of industrial robot 10B mechanism's links on working stress; is carried out choice of design diagrams, as an example of the construction. In the article at the strength design of industrial robot mechanism's links is necessary to know its kinematic diagram of the forces acting on the links and the material from which they are made. It is necessary to draw for all links of bending and twisting moments diagrams, and then find the most dangerous cross sections and for them to carry out the strength design. Dangerous state of stress is replaced by main tension.



უპკ 634. 0.36

**მორსათრევი თვითმტვირთავი ავრეგატის ღინამიკური განივი  
მდგრადობის გამოკვლევა**

მ. ნარიმანაშვილი, ზ. ბალამწარაშვილი, დ. მოსულიშვილი,

რ. ტყემალაძე

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

საქართველო)

**რეზიუმე:** განსაზღვრულია მორსათრევი თვითმტვირთავი ავრეგატის (მთა) ძრავისა და მბრუნავი ნაწილების ინერციის მხები ძალების შემაჯამებელი მომენტი  $M_{i\%}$  და ავრეგატის მობრუნების დროს აღძრული შემაჯამებელი ცენტრიდანული ძალის  $P_G$  და განივი მიმართულებით მოქმედი მისი მდგენლის  $P'_G$  მნიშვნელობები - ავრეგატის უმაღლეს გადაცემაზე მოძრაობის დროს. ავრეგატის განივი მდგრადობის შესამოწმებლად და განივი მდგომარეობის კრიტიკული კუთხის მნიშვნელობის დასადგენად შედგენილია ყველა გარე ძალების მომენტების განტოლება და განსაზღვრულია ავრეგატის სავალ ნაწილზე მოქმედი ფერდობის ზედაპირის ნორმალი რეაქციის ძალა  $N_1$ . აგებულია დიაგრამა, რომელიც ასახავს ფერდობის დახრის  $\alpha$  კუთხის მიხედვით  $N_1$  და  $P'_G$  ძალების ცვალებადობას. დიაგრამიდან გრაფიკული მეთოდით დადგენილია ფერდობის კრიტიკული დახრის კუთხის მნიშვნელობა  $\alpha_k = 15^{\circ}15'$ . ავრეგატის სავალი ნაწილის ნიადაგთან ჩაჭიდების  $\varphi_{\text{ნაჭ}}$  კოეფიციენტის მიხედვით დადგენილია მისი განივი სტატიკური ჩამოცურების კრიტიკული კუთხის მნიშვნელობა  $\alpha = 42^{\circ}$ .

**საკვანძო სიტყვები:** ღინამიკური მდგრადობა, ცენტრიდანული ძალა, განივი ქანობი, კრიტიკული დახრის კუთხე, განივი ჩამოცურება.

**შეჯავალი**

სპეციალიზებული მორსათრევი ტრაქტორის TT-4 გამოყენება, რომელიც ახორციელებს მორებისა და შოლტების გამოზიდვას ნახევრად დატვირთულ მდგომარეობაში, უკვე წინ



გადადგმული ნაბიჯი იყო სატყეო ეკოლოგიაში, მაგრამ შემდგომმა ექსპლუატაციამ დაგვანახა, რომ ის მთიან პირობებში სრულად ვერ აკმაყოფილებდა ეკოლოგიურ მოთხოვნებს. უსაფრთხო მორთრევა ეკოლოგიური თვალსაზრისით არის ხე-ტყის მორთრევა მთლიანად დატვირთულ მდგომარეობაში. აღსანიშნავია ისიც, რომ ტრაქტორ TT-4 –ის გამოყენება სრულად ვერ უზრუნველყოფდა სატყეო ნარჩენების გამოზიდვას და აგრეთვე არ შეეძლო საქართველოს მთიან სატყეო პირობებში განეხორციელებინა ტყის განახლება ციკაბო ფერდობებზე.

ეს ამოცანა გადაწყდა, როცა სტუ-ს მერქნული მანქანების დამზადება-დამუშავების კათედრაზე ტრაქტორ TTT-4 –ის ბაზაზე შეიქმნა მორსათრევი თვითმტვირთავ აგრეგატი (მთა), რომელიც აწარმოებს ხე-ტყის ტყეკაფიდან გამოზიდვას მთლიანად დატვირთულ მდგომარეობაში და, რომელიც ერთდროულად წარმოადგენს მოკლედისტანციურ თვითმავალ საბაგირო დანადგარს.

მთა კონსტრუქციით ორიგინალურია, საიმედოა და ადვილია მისი ექსპლუატაცია, ამასთან მარტივია მისი დამზადება, აკმაყოფილებს მის მიმართ წარდგენილ მოთხოვნებს და შეიძლება მისი გამოყენება ტყესაზიდ სამუშაოებზე.

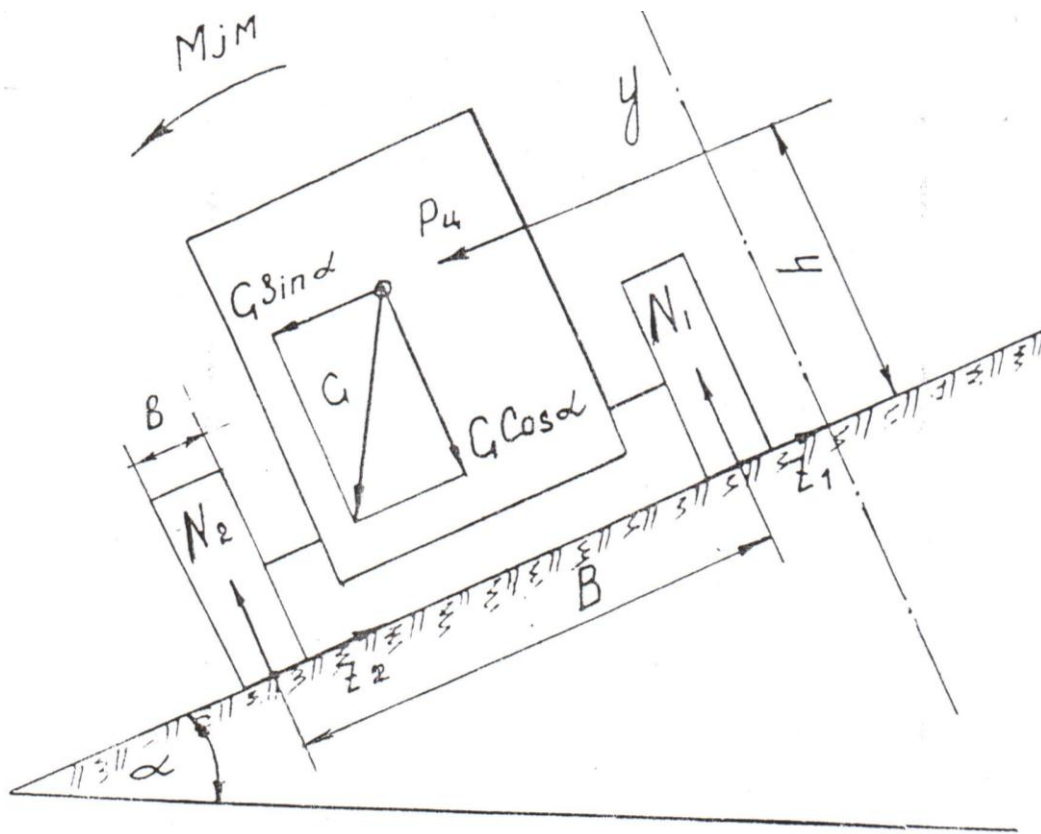
ახლად შექმნილ აგრეგატს დამატებული აქვს ძარა-ანძის სახსრულ ბერკეტული მექანიზმი, რომლის დახმარებითაც ავტომატურ რეჟიმში ხორციელდება მორების დატვირთვა, ტრანსპორტირება და დაცლა.

ძარა-ანძის მექანიზმის დამატებამ გამოიწვია სიმძიმის ცენტრის კოორდინატების შეცვლა აგრეგატზე, რის გამოც აღნიშნულ სტატიაში ჩატარებულია აგრეგატის განივი დინამიკური მდგრადობის შესასწავლი გამოკვლევები, ფერდობის კრიტიკული დახრის კუთხისა და ჩამოცურების კუთხის მნიშვნელობების დასადგენად.

## **პირითადი ნაწილი**

მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის (მთა) ფერდობზე მოძრაობის დროს მოქმედებენ შემდეგი ძალები: მთა-ს ცალკეული ნაწილების მასა, მთელი აგრეგატისა და მისი დეტალების ინერციის ძალა და ნიადაგის რეაქცია, რომელიც მოქმედებს მთა-ს სავალ ნაწილზე.

მთა-ს საერთო დინამიკური განივი მდგომარეობის ანგარიშის დროს მისი ცალკეული ნაწილების მასები იცვლება რეზულტირებულით რომელიც მთა-ს საექსპლუატაციო მასის ტოლია და მოდებულია აგრეგატის სიმძიმის ცენტრში-განლაგებული მისი გრძივი სიმეტრიის სიბრტყეში.



სურ. 1. აგრეგატის განივ ფერდობზე მოძრაობის დროს მოქმედი ძალების სქემა

მთა-ს მასა  $G$  იშლება მდგენელებად  $G \cos \alpha$  - ნორმალური ფერდობთან და  $G \sin \alpha$  - მისი პარალელური, სადაც  $\alpha$  - ფერდობის განივი დახრის კუთხეა (სურ. 1). მთა-ს ინერციის ძალებიდან აღსანიშნავია ძრავისა და გადაცემის დეტალების მბრუნავი ნაწილების მხები ინერციის ძალები, რომლებიც შეჯამების დროს გვაძლევენ მომენტს  $M_{i\%}$ . ეს უკანასკნელი მოქმედებს მთა-ს განივ სიბრტყეში და მიისწრაფის შეამციროს აგრეგატის მდგრადობა. აგრეგატის მოძრაობის დასაწყისში და მისი გაქანების დროს,  $M_{i\%}$  მომენტის საშუალო სიდიდის მაქსიმალური მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულით

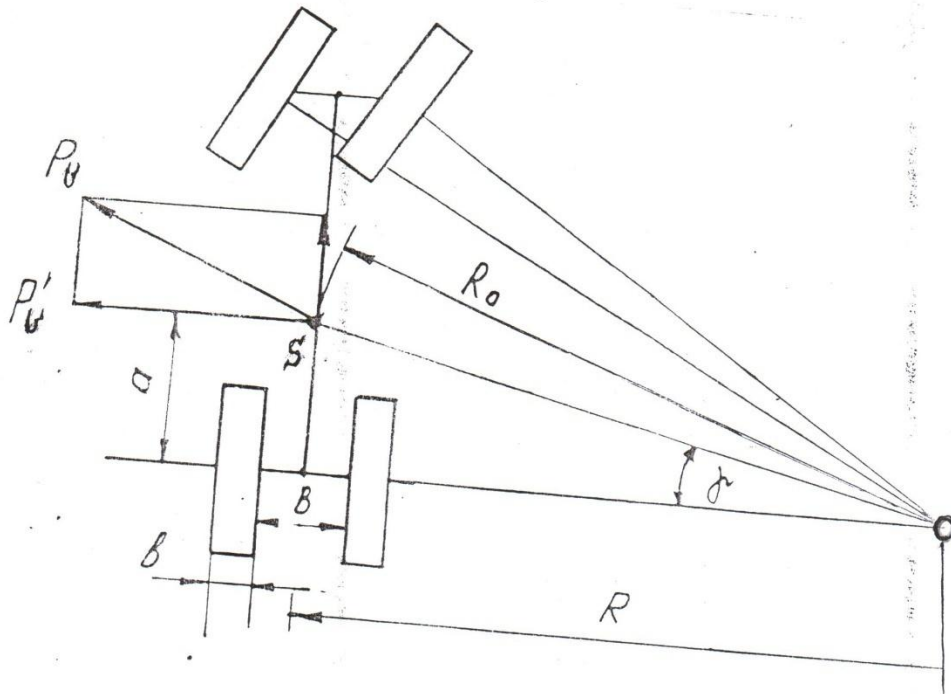
$$M_{i\%} \approx (\beta - 1)M_{\sigma} = (1,5 - 1)50 = 25 \text{ კნმ}, \quad (1)$$

სადაც  $M_{\sigma}$  - ძრავის ნორმალური მბრუნავი მომენტი - 50 კნმ;  $\beta$  - ქუროს მარაგის კოეფიციენტი - 1,5.

შემაჯამებელ ცენტრიდანულ ძალას  $P_G$ , რომელიც აღიძვრება აგრეგატის მობრუნების დროს, დაბალ სიჩქარეებზე მოძრაობის დროსაც კი უდიდეს ზემოქმედებას ახდენს მის განივ მდგრადობაზე (სურ. 2). აგრეგატის სიმძიმის ცენტრში მოდებული ცენტრიდანული ძალა  $P_G$  მიმართულია მობრუნების ცენტრიდან რადიუსზე და ტოლია

$$P_G = \frac{G}{g} \omega_s^2 R_0 \quad (2)$$

სადაც,  $G$  – აგრეგატის საექსპლუატაციო მასა – 206 კნ;  $\omega_s$  – აგრეგატის კუთხური სიჩქარე მობრუნების დროს;  $R_0$  – აგრეგატის სიმძიმის ცენტრის მობრუნების რადიუსი.



სურ. 2. შემაჯამებელი ცენტრიდანული ძალის  $P_G$  მოქმედების სქემა

შემაჯამებელი ცენტრიდანული ძალა  $P_G$  აგრეგატის განივ სიბრტყესთან მიმართებაში აღგენს  $\gamma$  კუთხეს (სურ. 2.), რის გამოც მის მდგენელს  $P'_G$  - ს ექნება შემდეგი სახე

$$P'_G = P_G \cos \gamma = \frac{G}{g} \omega_s^2 R_0 \cos \gamma, \quad (3)$$

რადგანაც  $P'_G = P_G \cos \gamma, \omega = \frac{V_0}{R}$  გვექნება

$$P'_G = \frac{G V_0^2}{g R} = \frac{206 \cdot 2,8^2}{9,81 \cdot 2} = 82,3 \text{ კნ,}$$

სადაც  $V_0$  – აგრეგატის მოძრაობის სიჩქარე უმაღლეს გადაცემაზე, რომელიც დადმართზე, მოძრაობის დროს შეადგენს  $10,05 \text{ კმ/სთ} = 2,8 \text{ მ/წმ}$ ;  $R$  – მობრუნების მინიმალური რადიუსი – 2,0 მ.

შემაჯამებელი ცენტრიდანული ძალის მდგენელის სწორედ ეს მნიშვნელობა 82,3 კნ მიიღება ანგარიშებში აგრეგატისათვის გზის განივი პროფილის კრიტიკული კუთხის განსაზღვრის დროს.

აგრეგატის საანგარიშოზე მეტი საჩქარის განვითარება შეუძლია მხოლოდ ექსტრემალურ სიტუაციაში, როცა სიჩქარის ყუთის ბერკეტი დაყენებულია ნეიტრალურ მდგომარეობაში, ხოლო მისი სამუხრუჭე სისტემა გამოსულია წყობიდან, ე.ი. ეს ის შემთხვევაა, როცა აგრეგატი უმართავია.

აგრეგატის განივი მდგომარეობა მოწმდება მისი საყრდენი მუხლუსა ჯაჭვის ქვედა გვერდითი წიბოების ირგლივ გადაყირავებით, ხოლო ჩამოცურება აგრეგატის მუხლუსა ჯაჭვის საყრდენი ზედაპირის ფერდობის ზედაპირზე ჩამოცურებით.

აგრეგატის განივი მდგრადობის კრიტიკული კუთხე, რომლის დროსაც მდგომარეობა ჯერ არ ირღვევა, შეიძლება განისაზღვროს ყველა გარე ძალების მომენტების განტოლებიდან მთა-ს სავალი ნაწილების საყრდენი ზედაპირის ქვედა წიბოსთან თანაფარდობაში შემდეგი ფორმულით (სურ.1)

$$N_1 = \frac{G \cos \alpha 0,5(\beta+b) - M_{j\zeta} - (G \sin \alpha + P'_\beta)h}{B + 0,5b} \geq 0, \quad (5)$$

სადაც,  $b$  - მუხლუსას სიგანე, 500 მმ;  $B$  - მუხლუსას ლიანდაგის სიგრძე, 2000 მმ;  $h$  - აგრეგატის სიმძიმის ცენტრის ვერტიკალური კოორდინატა, 1550 მმ.

ფორმულიდან (5) განსაზღვროთ  $P'_\beta$

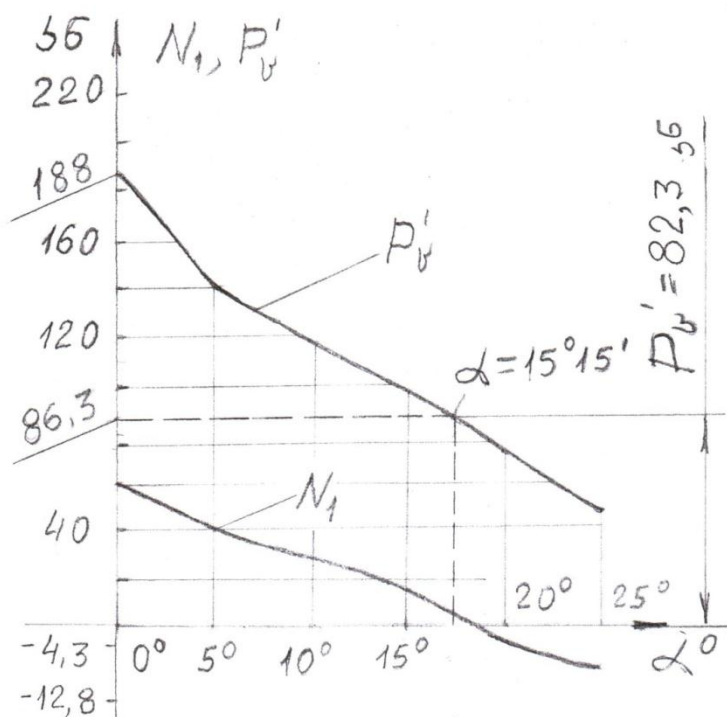
$$P'_\beta \leq \frac{G[0,5(B+b) \cos \alpha - h \sin \alpha] - M_{j\zeta}}{h} = f(\alpha). \quad (6)$$

განგარიშებები ვაწარმოთ ფარდობის დახრის კუთხის  $\alpha = 5^\circ$  - დან  $\alpha = 25^\circ$  - ის ჩათვლით  $5^\circ$  -იანი გრადაციით, მიღებული მნიშვნელობები  $N_1$ ,  $P'_\beta$  შეტანილია ცხრილში 1; რომლის მიხედვითაც აგებულია დიაგრამა (სურ. 3). განივი ქანობის კრიტიკული დახრის კუთხის საპოვნელად ორდინატა ღერძზე გადაგვაქვს შემაჯამებელი ცენტრიდანული ძალის მდგენელის  $P'_\beta = 82,3$  კნ სიდიდე და ამ წერტილზე ვავლებთ ჰორიზონტალს მრუდის გადაკვეთამდე, მიღებული წერტილის გვემილი აბცისაზე არის კრიტიკული დახრის კუთხის მნიშვნელობა  $\alpha_k = 15^\circ 15'$ .

რაც შეეხება მთა-ს განივ ჩამოცურებას, ის შეიძლება განისაზღვროს მასზე მოქმედი ყველა ძალების ფარდობიდან ფერდობის (გზის) ზედაპირის პარალელურ ღერძზე დაპროექტებულ ძალებთან, ე.ი.

$$G \sin \alpha + P'_\beta = Z_1 + Z_2. \quad (7)$$

$\alpha$	$N_1$ კგ	$P'_G$ კგ
$0^\circ$	57,7	188
$5^\circ$	43,2	139
$10^\circ$	29,6	118
$15^\circ 15'$	16,5	82,3
$20^\circ$	- 4,3	73
$25^\circ$	-12,8	52



სურ. 3. განივი ქანობის კრიტიკული დახრის კუთხისაგან დამოკიდებულებით შემაჯავებელი ცენტრიდანული ძალის მდგენელის  $P'_G$  ცვალებადობის დიაგრამა იმ შემთხვევაში, როცა აგრევატი გაჩერებულია ქანობზე განივი მიმართულებით უძრავად,

(7) ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს

$$G \sin \alpha = Z_1 + Z_2. \quad (8)$$

გზის გვერდითი რეაქციების უდიდესი მნიშვნელობები განისაზღვრება ცნობილი ფორმულით

$$(Z_1 + Z_2)_{\max} = \varphi G \cos \alpha \quad (9)$$

სადაც  $\varphi$  - აგრევატის სავალი ნაწილის ნიადაგთან ჩაჭიდების კოეფიციენტი.

$$\text{მაშინ მივიღებთ } G \sin \alpha \leq \varphi G \cos \alpha$$

$$\text{ანუ } \operatorname{tg} \alpha \leq \varphi .$$

(10)

ჩაჭიდების კოეფიციენტის მიხედვით მუხლუნა ტრაქტორებისათვის მთა-ს სტატიკური მდგრადობა ტოლია: გრძივი -  $\alpha = 45^{\circ}$ , განივი  $\alpha = 42^{\circ}$  .

## დასკვნა

ხე-ტყის სატრანსპორტო სისტემებისათვის, განსაკუთრებით მთიან პირობებში და სიმძიმის ცენტრის მაღლა განლაგებით, რაც დამახასიათებელია ახლად შექმნილი მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატისათვის, განივი მდგრადობის სტატიკურ შეფასებას შემოაქვს მნიშვნელოვანი ცლომლებები. ეს გამოწვეულია განივი დახრის დროს შერეოსრებული მასების სიმძიმის ცენტრის გადანაცვლებით და მათი განივი კუთხური რხევებით, რომლებსაც პირდაპირი კავშირი აქვთ ძირითადად აგრეგატის მოძრაობის სიჩქარესთან და საკაბლოს ხარისხთან. ზემოთქმულიდან გამომდინარე აგრეგატის მდგრადობის დადგენის დროს მთავარია მისი დინამიკური მდგრადობის გამოკვლევა.

სტატიკაში განივი დინამიკური მდგრადობის შესამოწმებლად და განივი მდგრადობის კრიტიკული კუთხის დასადგენად განსაზღვრულია აგრეგატის სავალ ნაწილზე მოქმედი ფერდობის ზედაპირის ნორმალის რეაქციის ძალის  $N_1$  და აგრეგატის მობრუნების დროს აღძრული შემაჯამებელი ცენტრიდანული ძალის  $P'_G$  მნიშვნელობები, ფერდობის დახრის კუთხის ცვალებადობის მიხედვით  $\alpha = 0^{\circ}$  - დან  $\alpha = 25^{\circ}$  - მდე,  $5^{\circ}$  - იანი გრადაციით. აგებულია დიაგრამა და გრაფიკული მეთოდით დადგენილია ფერდობის კრიტიკული დახრის კუთხის მნიშვნელობა, რომელიც ტოლია  $\alpha = 15^{\circ}15'$ . ამასთან აგრეგატის სავალი ნაწილის ნიადაგთან ჩაჭიდების კოეფიციენტის მიხედვით დადგენილია მისი განივი სტატიკური მდგრადობის-ჩამოცურების კრიტიკული კუთხის მნიშვნელობა  $\alpha = 42^{\circ}$  .

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. Л. А. Занегин, И.В. Воскобойников, Н.С. Еремеев. Машины и механизмы для канатной трелевки. – М.: МГУ леса, 2004. – 445с.
2. პატენტი GEP 2009 47788B. მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატი. ზ. ბალამწარაშვილი, ზ. ჩიტბე, ი. გელაშვილი, რ. ტყემალაძე, გ. ასანიძე. საქპატენტი, თბილისი, 02.19.08.
3. პატენტი GEP 2009 4774B. მორსათრევი აგრეგატი. ზ. ბალამწარაშვილი, ზ. ჩიტბე, ი. გელაშვილი, გ. კოკაია, თ. მჭედლიშვილი, დ. მოსულიშვილი. საქპატენტი, თბილისი, 10.29.07.
4. ზ. ბალამწარაშვილი, ზ. ჩიტბე, გ. კოკაია, პ. ლუნდუა, თ. მჭედლიშვილი. ტყეკაფითი სამუშაოების მანქანები და ტექნოლოგია მთიან პირობებში. სმმესკ ინსტიტუტი, თბილისი, 2008. -252 გვ.
5. А.П. Матвейко, А.С. Федоренчик. Технология и машины лесосечных работ. – Мн.:УП «Технопринт», 2002. – 479с.
6. ზ. ბალამწარაშვილი, ზ. ჩიტბე, პ. ლუნდუა, გ. კოკაია. ხე-ტყის დამზადების მანქანები და მოწყობილობები. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2005. -267 გვ.
7. Г.М. Анисимов. Лесные машины. – М.: «Лесная промышленность», 1989.-511с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПОПЕРЕЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТРЕЛЕВОЧНОГО САМОПОГРУЖАЮЩЕГО АГРЕГАТА

М. Нариманишвили, З. Баламцарашвили, Д. Мосулишвили, Р. Ткемаладзе

### Резюме

Определено значение суммарного момента  $M_{is}$  всех инерционных касательных сил двигателя и вращающихся частей агрегата, а также, возникшую при повороте агрегата, суммарную центроидальную силу  $P_{is}$  и, действующую в поперечном направлении его составляющей, при  $P'_{is}$ , при движении агрегата на наивысшей передаче. Для проверки

поперечной устойчивости агрегата и установления значения критического угла устойчивости, составлено управление моментов всех внешних сил и определена, действующая на ходовую часть агрегата, нормальная сила реакции  $N_1$  поверхности склона. Построена диаграмма, которая отображает изменения сил  $N_1$  и  $P'_u$  в зависимости от значений угла  $\alpha$  наклона склона. Из диаграммы графическим методом установлено значение критического угла наклона склона -  $\alpha_k = 15^\circ 15'$ . При этом, в зависимости от коэффициента сцепления ходовой части агрегата с почвой, установлено значение поперечного статистического критического угла сползания  $\alpha = 42^\circ$

## INVESTIGATION OF DYNAMIC LATERAL STABILITY OF SKIDDING SELF-LOADING UNIT

**M. Narimanishvili, Z. Balamtsarashvili, D. Mosulishvili, R. Tkemaladze**

### Summary

Is defined the value of total moment  $M_{is}$  of all inertial tangential forces of the engine and rotating parts of the unit, as well as arising at the unit's rotation, total centroidal force  $P_{is}$  and acting in the transverse direction it's components  $P'_{is}$ , at unit's moving on the highest gear. To check the lateral stability of the unit and defining the critical angle of stability, is generated the moment equation of all external forces and is defined the acting on the unit's chassis normal reaction force  $N_1$  of the surface slope. Is constructed the diagram, which displays the change of forces  $N_1$  and  $P'_u$  depending on the angle  $\alpha$  of the slope inclination. From the diagram by graphical method is defined the value of critical angle of the slope  $\alpha_k = 15^\circ 15'$ . In this case, depending on the coefficient of friction of unit's running gear with the ground, is defined the value of transversal statistical critical angle of slide  $\alpha = 42^\circ$ .





შპს. 6.07 744.153

**სინჯის მიმწოდებელი პნევმატიკური მოწყობილობის  
გაუმჯობესებელი სამუხრუჭე დემოფერის  
დინამიკური გამოცდა**

თ. შარაბიძე, თ. კოკაია

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

**რეზიუმე:** სინჯის მიმწოდებელ პნევმატიკურ მოწყობილობის გაუმჯობესებულ ვარიანტში სატრანსპორტო მილში შეკუმშული აირის გამორთვის ემდეგ კაფსულა-კონტეინერის გადაადგილება ხორციელდებოდა მხოლოდ ინერციული ძალების ზეგავლენით, სრული გაჩერებისათვის კი გამოყენებული იყო ცილინდრული ფორმის ღრუბლოვანი რეზინა, რომელიც სატრანსპორტო მილის საშუალებით მასში მოთავსებული აირს განდევნიდა ატმოსფეროში. სამუხრუჭე დემოფერის გაუმჯობესებული ვარიანტში ცილინდრული ღრუბლოვანი რეზინა შეცვლილი იყო კონუსური ღრუბლოვანი რეზინით; რაც უზრუნველყოფს კაფსულა-კონტეინერის ზამბარულ უკურეაქციას, ხოლო აირის განდევნა ატმოსფეროში დება კაფსულა-კონტეინერზე გაბურღული დამატებითი ხვრელების საშუალებით აირის გამოსადენი მილის გავლის შემდეგ. აღნიშნულია განხორციელების შემდეგ ჩატარებულმა დინამიკურმა გამოცდამ დაგვანახა, რომ გადასაადგილებელი ობიექტის გაჩერება დაყვანილი იყო მინიმალური რხევის ამპლიტუდამდე.

**საკვანძო სიტყვები:** დემოფერი, კინეტიკური ენერგია, კაფსულა-კონტეინერი, პნევმატიკური სამუხრუჭე მოწყობილობა, ინერციის ძალები.

**შესავალი**

ნაშრომებში (1) და (2) მოყვანილი იყო სინჯის მიმწოდებელი პნევმატიკური მოწყობილობის კონსტრუქციული აღწერა, როდესაც სინჯის მიმწოდებელი სატრანსპორტო მილში შეკუმშული

აირის გამორთვის შემდეგ კაპსულა-კონტეინერი გადაადგილდებოდა განსაზღვრული სამუხრუჭე მანძილის მონაკვეთზე, მხოლოდ ინერციული ძალების ზეგავლენით.

წინამდებარე ნაშრომში განხილული სინჯის მიმწოდებელი პნევმატიკური მოწყობილობის გაუმჯობესებული სამუხრუჭე დემპფერის დინამიკური გამოცდის შედეგები.

### პირითადი ნაწილი

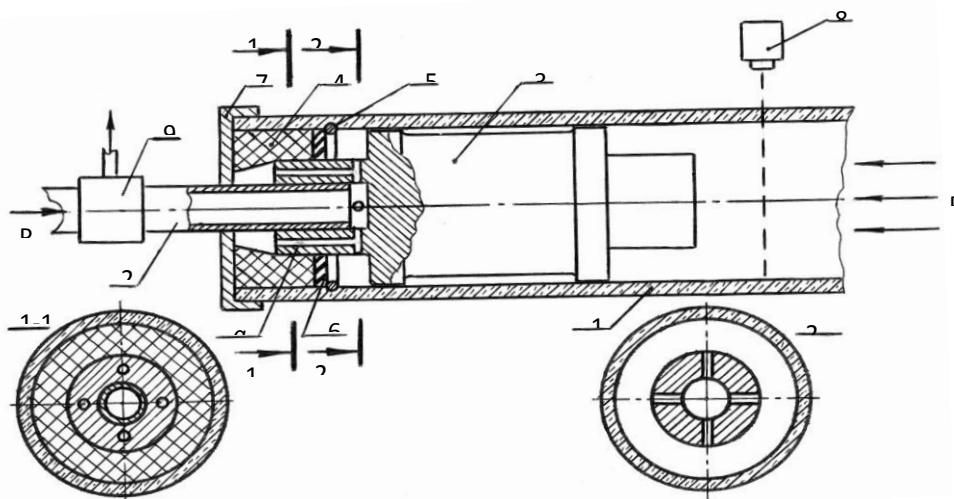
სინჯის მიმწოდებელი პნევმატიკური მოწყობილობის სამუხრუჭე დემპფერის გაუმჯობესება მდგომარეობს შემდეგში:

1) კაპსულა-კონტეინერზე გაბურღულია დამატებითი სავენტილაციო ხვრელები ტორეცზე და გვერდებზე.

2) ცილინდრული ფორმის ღრუბლოვანი რეზინა შეცვლილია კონუსურით (ნახ. 1).

კაპსულა-კონტეინერი,  $P$  – შეკუმშული აირის საშუალებით გადაადგილდება სატრანსპორტო მილში 1. იგი ფოტოელემენტის 8 სხივის გადაკვეთის დროს ავტომატურად გამორთავს შეკუმშული აირის მიწოდებას, რის შემდეგ კაპსულა-კონტეინერი გადაადგილდება, მხოლოდ ინერციული ძალის ზეგავლენით.

კაპსულა-კონტეინერი შედის რა დამუხრუჭების ზონაში შეკუმშავს კონუსური ღრუბლოვანი რეზინას 4 და იქიდან გამოდევნილი აირი სავენტილაციო  $a$  ხვრელის საშუალებით გაედინება აირის გამოსადენ მილში 2, შემდეგ კი გადამრთველი ვენტილის 9 საშუალებით გაედინება ატმოსფეროში, იმავე პერიოდში ღრუბლოვანი რეზინის კონუსურ ნაწილში შესული კაპსულა-კონტეინერი დამატებით უზრუნველყოფს დამუხრუჭების პროცესს.



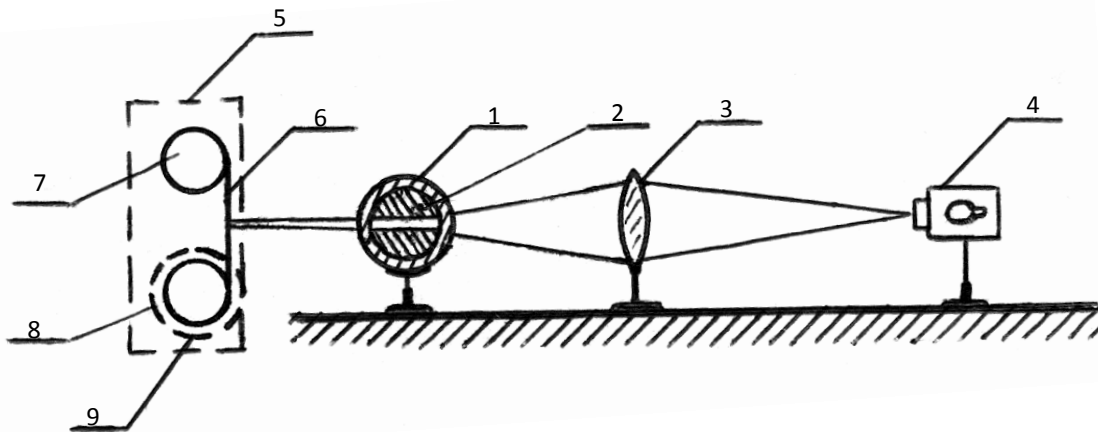
ნახ. 1. 1 – სატრანსპორტო მილი; 2 – აირის გამოსადენი მილი; 3 – კაპსულა

კონტეინერი; 4 – ღრუბლოვანი რეზინა; 5 – ზამბარული რგოლი; 6 – ფირფიტა;  
 7 – სახურავი; 8 – ფოტოელემენტი; 9 – შეკუმშული და ატმოსფეროში  
 გამავალი აირის გადამრთველი ვენტილი; *a* – სავენტილაციო ხვრელი.

კაპსულა-კონტეინერის საწყის მდგომარეობაში დაბრუნება ხდება დასხივების პროცესის დამთავრების შემდეგ, როცა გადამრთველ ვენტელს მიეცემა სიგნალი და ატმოსფეროში აირის გამავალ სარქველს ავტომატურად გადართავს შეკუმშული აირის მილთან.

სინჯის მიმწოდებელი პნევმატიკური მოწყობილობის გაუმჯობესებულ სამუხრუჭე დემპფერზე ჩატარებული იყო დინამიკური გამოცდა:

1. როცა სამუხრუჭე ნაკვეთურში მოთავსებული იყო ცილინდრული ფორმის ღრუბლოვანი რეზინა;
2. როცა ცილინდრულ ფორმის ღრუბლოვანი რეზინის ნაცვლად მოთავსებული იყო კონუსური ფორმის ღრუბლოვანი რეზინა (ნახ. 2).

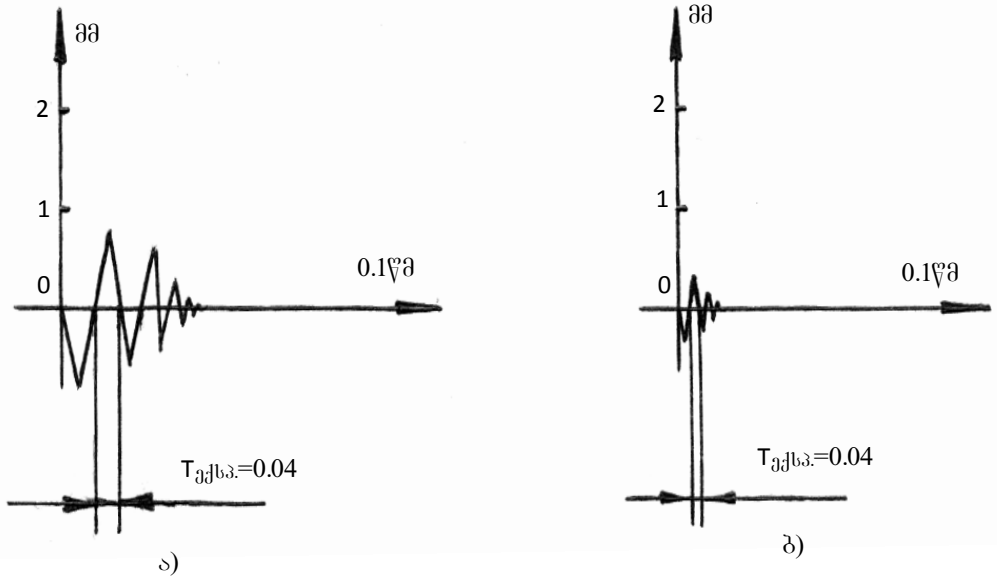


ნახ. 2.

- 1 – გამჭვირვალე სატრანსპორტო მილი; 2 – კაპსულა კონტეინერი;  
 3 – გრძელფოკუსიანი ლინზა; 4 – სინათლის წყარო; 5 – ფორაპარატი;  
 6 – ფოტოფირი; 7 – ამცოლი დოლი; 8 – წამყვანი დოლი; 9 – რელექტორი ელექტროძრავით.

სინჯის მიმწოდებელი გამჭვირვალე სატრანსპორტო მილთან 1, პერპენდიკულარულად იყო დამონტაჟებული გრძელფოკუსიანი ლინზა 2 და სინათლის წყარო 3, რომლის სხივი ლინზის ფოკუსში გავლის შემდეგ მიმართული იყო გადამღებ აპარატზე 5, აპარატის ამცოლი 8 და მიმცოლი 7 დოლებზე დახვეული ფოტოფირი 6 შვეულად გადაადგილდებოდა ელექტროძრავასა და რელექტორის 9 საშუალებით.

დინამიკური გამოცდის შედეგად ფოტოფირზე აღბეჭდილი რხევების დიაგრამა ნაჩვენებია ნახ. 3. ა) და ბ) ნახაზებზე, სადაც ერთ შემთხვევაში გადაღებულია რხევის დიაგრამა, როდესაც სამუხრუჭე ნაკვეთურში დამონტაჟებული იყო ცილინდრული ფორმის ღრუბლოვანი რეზინა (ნახ. 3.ა), ხოლო მეორე შემთხვევაში კონუსური ღრუბლოვანი რეზინა (ნახ. 3. ბ).



ნახ. 3

### დასკვნა

სინჯის მიმწოდებელი პნევმატიკური მოწყობილობის სამუხრუჭე დემპფერის დინამიკური გამოცდა გვიჩვენებს, რომ ორივე მოდელზე აღძრული პერიოდული რხევების ამპლიტუდა გავლენას ვერ მოახდენს გამამრავლების მუშაობის რეჟიმზე. შედარებისათვის კონუსური დემპფერით განხორციელებული კაპსულა-კონტეინერის რხევის ამპლიტუდა ერთი რიგით მცირეა ვიდრე ცილინდრულის, ამიტომ უპირატესობა ეძლევა კონუსური ფორმის სამუხრუჭე დემპფერს.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. შარაბიძე თ.ი., კოკია თ.ი. ნეიტრონულ გამამრავლებლის სინჯის მიმწოდებელი პნევმატიკური ავტომატური ხაზების დინამიკური მახასიათებლების გაუმჯობესების საკითხი // საქართველოს ნავთობი და გაზი, № 21, გვ. 123-126. 2007.

2. შარაბიძე თ.ი., კოკაია თ.ი., მანასაშვილი შ.ა. პნევმოტრანსპორტის შემადგენლობის დამუხრუჭების განსაზღვრა ნეიტრონულ გამამრავლებელზე // ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა, № 3. გვ. 64-70. 2007.

## **ДИНАМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ТОРМОЗНОГО ДЕМПФЕРА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРОБОПАДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА**

**Шарабидзе Т. И., Кокая Т.И.**

### **Резюме**

В улучшенно варианте пробопадающего превматического устройства после отключения сжатого воздуха из транспортного трубопровода, остановка капсулы-контейнера осуществляется только с помощью инерционных сил, а для полной остановки капсулы-контейнера используется губчатая резина цилиндрической формы, которой выхлоп воздуха осуществляется через отверстия транспортного трубопровода. Улучшенный вариант демпферного устройства заключается в том, что цилиндрическая губчатая резина заменена конусной, что ликвидирует обратную реакцию демпфера, а выхлоп воздуха в атмосферу осуществляется через дополнительные отверстия, просверленные в капсуле-контейнере после прохождения воздухом выхлопной трубы. Проведённое динамическое испытание показало, что в усовершенствованном варианте перемещающий объект останавливался минимальной амплитудой колебаний.

## **EXAMINE DIMANICAL DRAKE DAMPER MODEL OF PNEUMATIC SAMPLE-FEEDING MEXANIZM**

**Sharabidze T.I., Cocaia T.I.**

### **Summary**

In the sample-feeding pneumatic improved mechanism after the compressed air has been cut out in the transport pipe line, the capsule-container transposed only due inertia force. The sponge rubber of cylindrical form has been used for the complete stop of capsule-container, which air exhausted by holes of transport pipe line. In the improved damper mechanism, cylindrical sponge rubber has been changed with conical, which avoid the reverse reaction of damper and the air exhausted in atmosphere has been happened in capsule-container with help of additional holes after the air pass the exhaust pipe line. Dynamic test show that in improved variant the stop of the transfer object has been reduced with minimum amplitude of vibration.

უპკ 634. 0.36

**მორსათრევი თვითმტვირთავი ავრეგატის სტატიკური ბანივი  
მდგრადობის გამოკვლევა**

**მ. ნარიმანაშვილი, ზ. ბალამწარაშვილი,  
დ. მოსულიშვილი, რ. ტყემალაძე**

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

**რეზიუმე:** ახლად შექმნილი მორსათრევი თვითმტვირთავი ავრეგატისათვის (მთა) განსაზღვრულია იმ განივი ქანობის ზედაპირის ზღვრული კუთხის სიდიდე  $\beta_g$ , რომელზედაც ის დგას გვერდზე გადაყირავებისა და ჩამოცურების გარეშე. განივი ქანობის ზღვრული სტატიკური კუთხე  $\beta_g$  განსაზღვრულია ავრეგატზე მოქმედი ყველა ძალების მომენტების განტოლებიდან, ღერძებს გარშემო, რომელიც შექმნილია მუხლუხების რგოლების გარე გვერდითი წიბოებით. ქანობზე განივი ჩამოცურების შესაძლებლობა განსაზღვრულია პირობიდან, როცა ჩამოცურებას ეწინააღმდეგება ჩაჭიდების ძალა  $\varphi_{ჩაჭ} G \beta_{\varphi}$ . უბრალო შემთხვევაში ტვირთის გარეშე  $tg \beta_{\varphi} = \varphi_{ჩაჭ}$ . ( $\beta_{\varphi}$  – ზღვრული სტატიკური კუთხეა, რომელზედაც შეიძლება ავრეგატის ჩამოცურება). დადგენილია ქანობის ზღვრული სტატიკური კუთხის სიდიდე  $\beta_g = 58^{\circ} 57'$  – უტვირთოდ და  $\beta_g = 36^{\circ} 7'$  – ტვირთიანად. ამასთან ქანობზე განივი ჩამოცურების კუთხე  $\beta_{\varphi}$ , ჩაჭიდების კოეფიციენტი  $\varphi_{ჩაჭ}$  მიხედვით, იცვლება ზღვრებში  $\beta_{\varphi} = 16^{\circ} 42' - 38^{\circ} 40'$ .

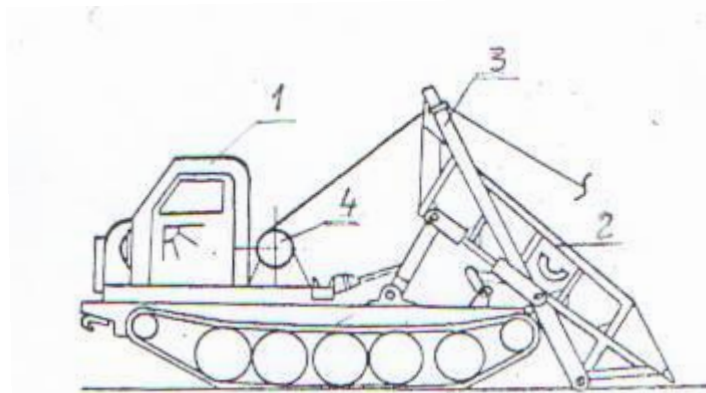
**საკვანძო სიტყვები:** ქანობი, განივი მდგრადობა, მუხლუხა, ჩაჭიდების კოეფიციენტი, სიმძიმის ცენტრი, ავრეგატი, დარა-ანძის მექანიზმი.

**შეჯამება**

სტუ-ს მერქნული მასალების დამზადება-დამუშავების კათედრაზე ტრაქტორის TT4-is ბაზაზე შეიქმნა მორსათრევი თვითმტვირთავი ავრეგატი (მთა) (სურ. 1), რომელიც ერთდროულად

წარმოადგენს მოკლე დისტანციურ თვითმავალ საბაგირო დანადგარს. აგრეგატის შექმნასთან დაკავშირებით ტრაქტორ TT4 – ზე დამატებულია საკმაოდ მძიმე წონის ძარა-ანძის მექანიზმი, რამაც გამოიწვია მისი სიმძიმის ცენტრის კოორდინატებისა და ამასთან დაკავშირებით მდგრადობის პირობების შეცვალა.

სტატიაში განხილულია აგრეგატის განივი სტატიკური და დინამიკური მდგრადობის საკითხები, რომლებიც განსაზღვრავენ მანქანის საშუალებას შეინარჩუნოს სტატიკური მდგრადობა ან მოცემული მოძრაობა გადაყირაგებისა და ჩამოცურების გარეშე. განსაკუთრებით საშიშია აგრეგატის მდგრადობის დაკარგვა განივი მიმართულებით, რადგანაც ტრაქტორ TT-4 –ის ლიანდის ანუ ნაკვალევის სიგანე ნაკლებია საყრდენი ზედაპირის სიგრძეზე.



სურ. 1. ტრაქტორ TT4-ის ბაზაზე შექმნილი მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატის სქემა:  
1 - ტრაქტორი TT4; 2 - ძარა; 3 - ანძა ; 4 - ჯალამბარი

### პირითადი ნაწილი

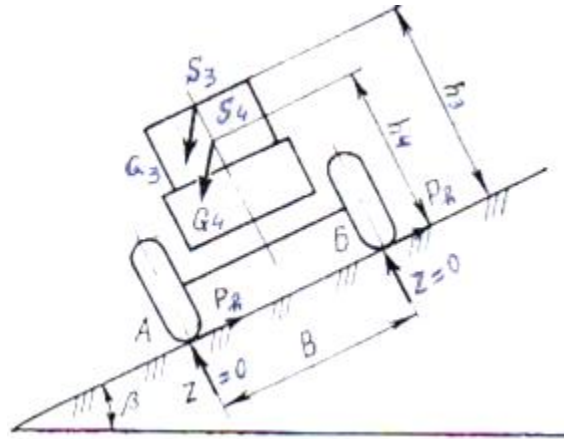
თვლიანი ან მუხლუხა ტყის მანქანის განივი სტატიკური მდგრადობის შეფასება შეიძლება წარმოებდეს ქანობის განივი ზედაპირის სტატიკური ზღვრული კუთხეების  $\beta_3$  და  $\beta_4$  სიდიდეების მიხედვით, რომელზედაც ის დგას გადაყირაგებისა და ჩამოცურების გარეშე.

განივ ქანობზე მდგარი სატრანსპორტო სისტემაზე მოქმედი ძალების სქემა მოცემულია სურ. 2-ზე. აგრეგატის სიმძიმის ძალის  $G_4$  - ის გარდა, მოდებული  $S_4$  სიმძიმის ცენტრში,  $S_3$  სიმძიმის ცენტრში მოდებულია მორების შეკრულას წონა  $G_3$ .

ქანობის განივი ზედაპირის სტატიკური ზღვრული კუთხე  $\beta_3$  განვსაზღვროთ ყველა ძალების მომენტების განტოლებიდან, საყრდენი  $A$  წერტილის მიმართ, რომელიც წარმოიქმნება მუხლუხების რგოლების გარე წიბოებით – მუხლუხა ტრაქტორის ზოგად შემთხვევაში:

$$Z_3 B + G_4 \frac{B}{2} \cos \beta - G_4 h_4 \sin \beta + G_3 \frac{B}{2} \cos \beta - G_3 h_3 \sin \beta = 0, \quad (1)$$

სადაც,  $Z_g$  - გრუნტის ნორმალური მოქმედი რეაქცია;  $B$  - ლიანდის სიგანე;  $G_4$  - აგრეგატის წონა;  $\beta$  - ქანობის დახრის კუთხე;  $G_3$  - მორების შეკრულას წონა;  $h_3$  - აგრეგატზე დატვირთული მორების შეკრულას სიმძიმის ცენტრის  $S_3$  ვერტიკალური კოორდინატა (საყრდენი ზედაპირიდან 1700 მმ);  $h_4$  - აგრეგატის სიმძიმის ცენტრის  $S_4$  ვერტიკალური კოორდინატა.



სურ. 2. განივ ქანობზე მდგრადი სატრანსპორტო სისტემებზე მოქმედი ძალების სქემა

$S_4$  სიმძიმის ცენტრის ვერტიკალური კოორდინატა  $h_4$  იანგარიშება შემდეგი ფორმულით (სურ. 3)

$$h_4 = h_1 + h'_4, \quad (2)$$

სადაც  $h_1$  ტრაქტორ TT4-is სიმძიმის ცენტრის  $S_1$  ვერტიკალური კოორდინატა - 1100 მმ;

$$h'_4 = \frac{G_2(h_2 - h_1)}{G_1 + G_2}, \quad (3)$$

სადაც  $G$  - ძარა-ანძის მექანიზმის წონა - 20 კნ;

$G_1$  - ტრაქტორ TT4-is wona - 136 kn;

$h_2$  - აგრეგატის სიმძიმის ცენტრის  $S_2$  ვერტიკალური კოორდინატა - 1450 მმ.

მაშასადამე

$$h_4 = h_1 + \frac{G_2(h_2 - h_1)}{G_1 + G_2} = 1100 + \frac{20(1450 + 1100)}{136 + 20} = 1428 \text{ მმ.}$$

$Z_g=0$  პირობიდან გამომდინარე

$$\operatorname{tg} \beta_g = \frac{B(G_4 + G_3)}{2(G_4 h_4 + G_3 h_3)}. \quad (4)$$

დაუტვირთავი და ტექნოლოგიური აღჭურვილობის გარეშე ტრაქტორ TT4-სათვის გვექნება



$$tg\beta_{\beta 1} \leq 0,5 \frac{B+b}{h_1} = 2,1564; \quad \beta_{\beta 1} \leq 65^\circ 7'. \quad (5)$$

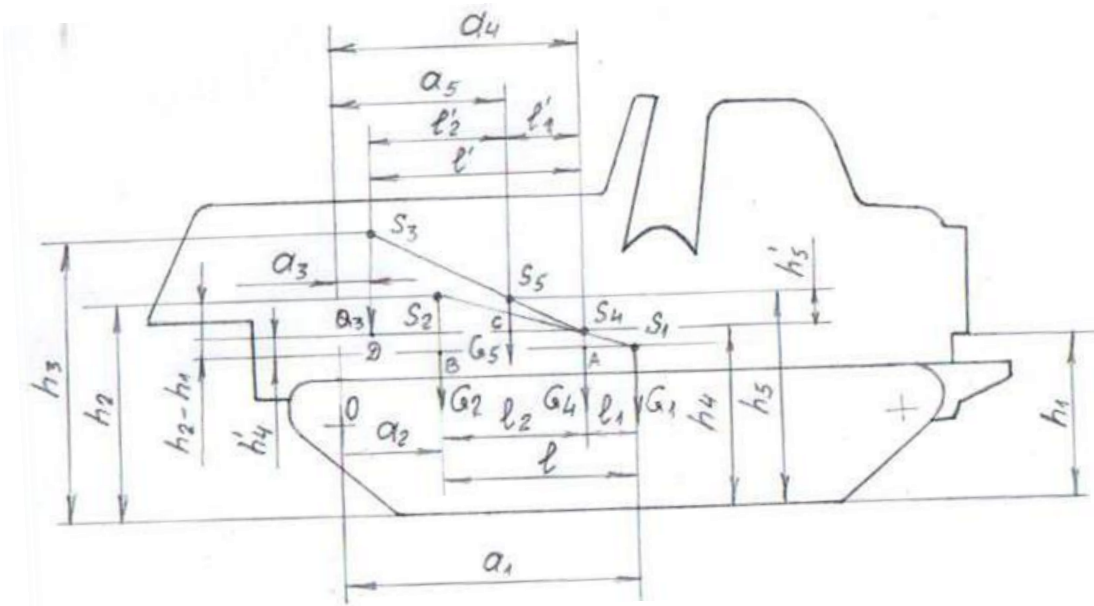
TT4 ტრაქტორისათვის ტექნოლოგიური აღჭურვილობით

$$tg\beta_{\beta 2} \leq 0,5 \frac{B+b}{h_4} = 1,6611; \quad \beta_{\beta 2} \leq 58^\circ 57'. \quad (6)$$

TT4 ტრაქტორისათვის ტექნოლოგიური აღჭურვილობითა და მორების შეკრულათი

$$tg\beta_{\beta 3} \leq \frac{0,5(B+b)}{h_5} = \frac{0,5(1872+500)}{1624} = 0,7303; \quad \beta_{\beta 3} \leq 36^\circ 7'. \quad (7)$$

სადაც  $B$  - ლიანდის სიგანე;  $b$  - მუხლუხას სიგანე.



სურ. 3. აგრეგატის სიმძიმის ცენტრების კოორდინატების საანგარიშო სქემა, ტვირთით და უტვირთოთ

სურ. 3-ის მიხედვით

$$h_5 = h_4 + h'_5, \quad (8)$$

$$h'_5 = \frac{G_3 \left\{ h_3 - \left[ h_1 + \frac{G_2(h_2 - h_1)}{G_1 + G_2} \right] \right\}}{G_4 + G_3}. \quad (9)$$

(8) ფორმულის მიხედვით

$$h_5 = h_4 + \frac{G_2(h_2 - h_1)}{G_1 + G_2} + \frac{G_3 \left\{ h_3 - \left[ h_1 + \frac{G_2(h_2 - h_1)}{G_1 + G_2} \right] \right\}}{G_4 + G_3} =$$

$$= 1428 + \frac{20(1450 - 1100)}{136 + 20} + \frac{50 \left\{ 1770 - \left[ 1100 + \frac{20(1450 - 1100)}{136 + 20} \right] \right\}}{156 + 50} = 1624 \text{ mm} \quad (10)$$

მთა-ს განივი ჩამოცურების საშუალების შეფასების დროს გამოყენებული არის სქემა (სურ. 1). იმ პირობის გათვალისწინებით, რომ ჩამოცურებას ეწინააღმდეგება ჩაჭიდების ძალა, როცა არ არსებობს ტვირთი უბრალო შემთხვევაში ტოლია  $\varphi_{ჩაჭ} G_1 \beta_{\varphi}$

სადაც,  $tg \beta_{\varphi} = \varphi_{ჩაჭ}$ , (11)

სადაც  $\beta_{\varphi}$  – ზღვრული სტატიკური კუთხე, რომელზედაც შესაძლებელია აგრეგატის ჩამოცურება.

იქიდან გამომდინარე, რომ  $\varphi_{ჩაჭ}$  მუხლუნა ტრაქტორებისათვის იცვლება ზღვრებში  $\varphi_{ჩაჭ} = 0,3-0,5$  – ზამთარში,  $\varphi_{ჩაჭ} = 0,4-0,8$  – ზაფხულში, გვექნება  $tg \beta_{\varphi} = 0,3-0,8$  და  $\beta_{\varphi}$  კუთხის მნიშვნელობა შეიცვლება ზღვრებში

$$\beta_{\varphi} = 16^{\circ}42' - 38^{\circ}40'.$$

### დასკვნა

მთა-ს შექმნასთან დაკავშირებით, გრაფიკული მეთოდის გამოყენებით დადგენილია აგრეგატის (ახალი ტექნოლოგიური აღჭურვილობით, ძარა-ანძის მექანიზმის სახით) სიმძიმის ცენტრების  $S_4$  და  $S_5$  კოორდინატები:  $a_4, h_4$  და  $a_5, h_5$ . განსაზღვრულია განივი ქანობის ზედაპირის ზღვრული სტატიკური კუთხის სიდიდეები: საბაზისო ტრაქტორ  $TT4$  –ისა –  $\beta_g = 65^{\circ}7'$ , აგრეგატისა ტვირთის გარეშე  $\beta_g = 58^{\circ}57'$ , აგრეგატისა ტვირთით –  $36^{\circ}7'$ . განსაზღვრულია აგრეთვე ჩამოცურების ზღვრული სტატიკური კუთხის მნიშვნელობა, რომელიც იცვლება  $\beta_{\varphi} = 16^{\circ}42' - 38^{\circ}40'$  ზამთრისა და ზაფხულის პირობების გათვალისწინებით.

ამასთან აღსანიშნავია ის ფაქტორი, რომ ხე-ტყის სატრანსპორტო სისტემებისათვის, განსაკუთრებით სიმძიმის ცენტრის მაღლა განლაგებით, რაც დამახასიათებელია მთა-სათვის ძარა-ანძის მექანიზმით აღჭურვის გამო და, რაც წარმოადგენს მის ერთ-ერთ უარყოფით მხარეს, განივი მდგრადობის სტატიკურ შეფასებას შემოაქვს მნიშვნელოვანი ცდომილებები, რადგანაც განივი დახრების დროს ხდება შერეოსორებული მასების სიმძიმის ცენტრის გადანაცვლება-გადაადგილება, ჩნდება დამატებითი დახრა-დაგვერდება რესორებისა და სალტების (თვლიანი მანქანის შემთხვევაში) დეფორმაციის ხარჯზე, აგრეთვე გზების არასწორ უბნებზე მოძრაობის შედეგად. ამასთან შერეოსორებული მასები და ტვირთი (მორების შეკრულას სახით) ახდენენ განივ-კუთხურ რხევებს, რომლებიც შეიძლება იყოს მნიშვნელოვანი. დინამიკური დახრის სიდიდე დამოკიდებულია

განივი-კუთხური რხევების ინტენსიურობაზე და აქვთ პირდაპირი კავშირი მოძრაობის სიჩქარესთან, გზის ან საკაბლოს ხარისხთან, მანქანის პარამეტრებთან და უპირველესად საკიდ სისტემასთან.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე რასაკვირველია გაანგარიშების დროს მხედველობაში მეტწილად ღებულობენ მანქანების და აგრეგატების დინამიკური მდგრადობის მაჩვენებლებს.

### **გამოყენებული ლიტერატურა**

1. **ზ. ბალამწარიშვილი, ზ. ჩიტიძე, პ. დუნდუა, გ. კოკაია.** ხე-ტყის დამზადების მანქანები და მოწყობილობები, სახელმძღვანელო. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2005 წ., -267 გვ.
2. **ზ. ბალამწარიშვილი, ზ. ჩიტიძე, გ. კოკაია, პ. დუნდუა, თ. მჭედლიშვილი.** ტყეკაფითი საშუალების მანქანები და ტექნოლოგია მთიან პირობებში. სმმესკ ინსტიტუტი, თბილისი, 2008. -252 გვ.
3. **А.П. Матвейко, А.С.Федоренчик.** Технология и машины лесосечных работ. Мн.: УП “Технопринт”, 2002. -479 с.
4. **Г.М. Анисимов.** Лесные машины. –Москва: “Лесная промышленность”, 1989. -511 с.
5. **В.Н. Меньшиков.** Основы технологии заготовок леса с сохранением и воспроизведением природной среды. –Ленинград: Издательство Ленинградского университета, 1987. -220 с.
6. პატენტი GEP 2009 47788B. მორსათრევი თვითმტვირთავი აგრეგატი. **ზ. ბალამწარიშვილი, ზ. ჩიტიძე, ი. გელაშვილი, რ. ტყემალაძე, გ. ასანიძე.** საქპატენტი, თბილისი, 02.19.08.
7. პატენტი GEP 2009 4774B. მორსათრევი აგრეგატი. **ზ. ბალამწარიშვილი, ზ. ჩიტიძე, ი. გელაშვილი, გ. კოკაია, თ. მჭედლიშვილი, დ. მოსულიშვილი.** საქპატენტი, თბილისი, 10.29.07.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТРЕЛЕВОЧНОГО САМОПОГРУЖАЮЩЕГО АГРЕГАТА**

**М. Нариманишвили, З. Баламцарашвили, Д. Мосулишвили, Р. Ткемаладзе**

### **Резюме**

Определена величина предельного угла  $\beta_n$  поверхности поперечного склона, на котором стоит трелевочный самопогружающий агрегат, без бокового опрокидывания и сползания.

Предельный статический угол  $\beta_{\text{п}}$  поперечного склона определён уравнением моментов всех сил, действующих на агрегат вокруг оси, образованной наружными боковыми рёбрами гусениц. Возможность поперечного сползания агрегата определена, исходя из условия, что сползанию сопротивляется сила сцепления  $\varphi_c G \beta_\varphi$ . В простейшем случае, - в отсутствии груза, -  $tg \beta_\varphi = \varphi_c$  ( $\beta_\varphi$  - статический предельный угол, при котором агрегат может сползти). Установлено, что предельный статический угол склона для агрегата,  $-\beta_{\text{п}}=58^\circ 57'$  – без груза, и  $\beta_{\text{п}}=36^\circ 7'$  – с грузом. При этом угол поперечного сползания для агрегата на склоне, в зависимости от  $\varphi_c$ , изменяется в пределах  $16^\circ 42' \div 38^\circ 40'$ .

## **INVESTIGATION OF STATIC LATERAL STABILITY OF SKIDDING SELF-LOADING UNIT**

**M. Narimanishvili, Z. Balamtsarashvili, D. Mosulishvili, R. Tkemaladze**

### **Summary**

Is defined the value of limit angle  $\beta_{\text{л}}$  of surface of transversal slope, on which is located skidding self-loading unit without lateral tilting and sliding. The limit static angle  $\beta_{\text{п}}$  of transversal slope is defined by moment equation of all acting on the unit forces related to axis, created by external lateral ribs of caterpillar. The possibility of lateral sliding is defined due the condition that to sliding resists traction force  $\varphi_c G \beta_\varphi$ . In the simplest case – in the absence of loading, -  $tg \beta_\varphi = \varphi_c$  ( $\beta_\varphi$  – is the limit static angle at which is possible the unit's sliding). Is defined that limit static angle of slope for unit,  $-\beta_{\text{л}}=58^\circ 57'$  – without loading, and  $\beta_{\text{л}}=36^\circ 7'$  – with loading. At this the transverse sliding angle  $\varphi_s$  is changing in the range of  $16^\circ 42' \div 38^\circ 40'$ .

---

უპკ. 6.07 744.153

## BOOLEAN OPERATIONS ლოგიკური ოპერაციები

ნ. ნოზაძე, გ. ჩიტაიშვილი, ნ. მუმლაძე

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





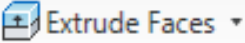

**რეზიუმე:** წარმოდგენილ ნაშრომში განხილულია **Boolean** (ლოგიკური) ოპერაციების გამოყენებით ზოგიერთი გრაფიკული ამოცანის გადაწყვეტა კომპიუტერული პროგრამული პაკეტის **AutoCAD**-ის საშუალებით. ამ ოპერაციების დახმარებით შესაძლებელია მრავალი სამუშაოს შესრულება **3D**. ეს პროგრამული პაკეტი არის ავტომატიზირებული პროექტირების სისტემა ორ და სამგანზომილებიანი პროექტირებისა და ხაზვისათვის. პროგრამული პაკეტი **AutoCAD** განკუთვნილია ინჟინრებისათვის და დიზაინერებისათვის და მას მსოფლიოში მილიონობით მომხმარებელი ჰყავს.

**საკვანძო სიტყვები:** სემენტი, ბრძანება, გადაკვეთა, გაერთიანება, ჭრა, ობიექტი.

**Boolean** (ლოგიკური) ოპერაციები სახელი დაკავშირებულია ინგლისელ მეცნიერთან, მათემატიკოს და ფილოსოფოსთან **George Boole** (ჯორჯ ბული 02.11.1815 - 08.12.1864). მის აღმოჩენას წარმოადგენს **Boolean logic** ლოგიკური ოპერაციები, რაც წარმოადგენს თანამედროვე ციფრული კომპიუტერული ლოგიკის საფუძველს.


**3D**-ში მუშაობა თავისთავად გულისხმობს მყარი სხეულების გამოყენებას ხაზვის დროს, რაც შემდგომში გამოიწვევს რამოდენიმე მათგანის გაერთიანებას ან ცალკეული ნაწილების, სემენტების სხეულიდან მოკვეთას. ამ ყველაფრისათვის **AutoCAD**-ს გააჩნია რამოდენიმე ბრძანება, რათა გამარტივდეს ამ ოპერაციების შესრულება. ძირითადად ეს არის **Boolean** (ლოგიკური) ოპერაციები და ასევე სხვა საჭირო სხეულის რედაქტირების ხელსაწყოები. აქვე აღვნიშნოთ, რომ **Boolean** (ლოგიკური) ოპერაციები მუშაობს მხოლოდ მყარ სხეულებთან და რეგიონებთან. ამ

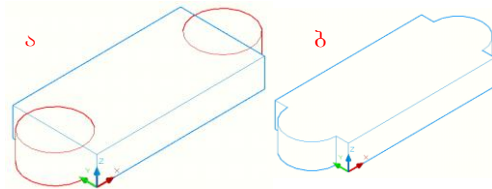
ბრძანებებთან მუშაობა საკმაოდ მარტივია თუ ყურადღებით ვაღვენებთ თვალს მითითებებს ბრძანებების სტრიქონში.

Command ბრძანება	Command ბრძანება	Icon ბრძანების გასაცემი პიქტოგრამა	Description აღწერა
<b>Union (Boolean)</b> გაერთიანება (ლოგიკური ოპერაცია)	<b>UNION/UNI</b>		გაერთიანებს ორ ან მეტ მყარ სხეულს ერთ მყარ სხეულში, რომელსაც საფუძვლად დაედება ყველა მყარი სხეულის გეომეტრიული თვისებები. მყარ სხეულს გამოაკლებს ერთ ან რამოდენიმე მყარ სხეულს.
<b>Subtract (Boolean)</b> გამოკლება (ლოგიკური ოპერაცია)	<b>SUBTRACT/SU</b>		მივიღებთ ერთ მყარ სხეულს.
<b>Intersect (Boolean)</b> გადაკვეთა (ლოგიკური ოპერაცია)	<b>INTERSECT/IN</b>		გაჭრის მყარ სხეულს ჭრის სიბრტყის გასწვრივ.
<b>Slice</b> ჭრა	<b>SLICE</b>		საშუალებას გვაძლევს გავზარდოთ ზომაში მყარი სხეული ერთ-ერთი სახის ამოწვევის საშუალებით.
<b>Extrude Face</b> ამოწველე სახე	<b>SOLIDEDIT</b>		გაასწორებს ორ <b>3D</b> ობიექტს <b>3D</b> სივრცეში.
<b>3D Align</b> <b>3D</b> გასწორება	<b>3DALIGN</b>		

**Union გაერთიანება** - 1-ე ა ნახაზზე ნაჩვენებია პრიზმა და ორი ცილინდრი. ისინი წარმოადგენენ დამოუკიდებელ ობიექტებს. თუ საჭიროება მოითხოვს მათ ერთ ობიექტად გაერთიანებას, რეკომენდირებულია გამოვიყენოთ ბრძანება **Union** (გაერთიანება).

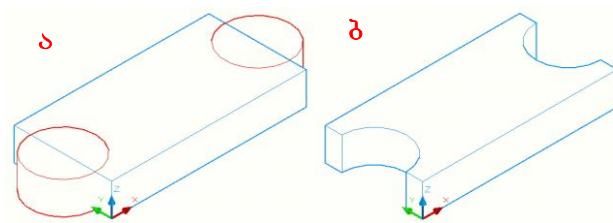
ბრძანებების სტრიქონში აკრიფოთ **Uni** ან **Tab** ⇒ **Home** ⇒ **Ribbon** ⇒ **Solid editing** ⇒

**Union**  ⇒ **Select objects:** (შეირჩიე ობიექტები) მოვნიშნოთ სამივე ობიექტი თანმიმდევრობით და ⇒ **Enter**. სამივე ობიექტი გაერთიანდება ერთ მყარ სხეულში, რომელსაც ექნება ყველა ობიექტების (ცილინდრი, პრიზმა) გეომეტრიული თვისებები (ნახ. 1 ბ). აქვე აღვნიშნოთ, რომ გაერთიანებულ სხეულს ექნება პირველად მონიშნული სხეულის თვისებები (**Properties**).




ნახაზი 1

**Subtract** გამოკლება - გამოკლების ოპერაცია გამოიყენება მაშინ როცა საჭიროა ერთ მყარ სხეულს მოვაშოროთ მეორე მყარი სხეული. ამ ბრძანების შესასრულებლად გამოვიყენოთ ნახაზი, რომელიც გამოვიყენეთ გაერთიანების დროს.

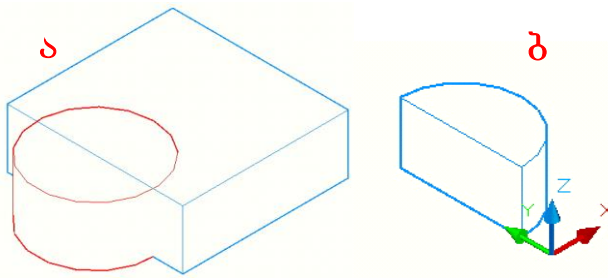


ნახაზი 2


ბრძანებების სტრიქონში აკრიფოთ **Su** ან **Tab** ⇒ **Home** ⇒ **Ribbon** ⇒ **Solid editing** ⇒

**Subtract**  ⇒ **Select objects:** (შეირჩიე ობიექტები) მოვნიშნოთ ის მყარი სხეული, რომელსაც უნდა გამოვაკლოთ ⇒ **Enter** ⇒ **Select objects:** (შეირჩიე ობიექტები) შემდეგ კი რიგ-რიგობით მოვნიშნოთ ყველა ის მყარი სხეული, რომელიც გვინდა რომ გამოვაკლოთ და ⇒ **Enter** და გამოკლების ოპერაცია დასრულდება (ნახ. 2).

**Intersect** გადაკვეთა - ეს ბრძანება შექმნის ახალ სხეულს, რომელიც მიიღება ორი ან მეტი მყარი სხეულის ან რეგიონის თანაკვეთის შედეგად.




ნახაზი 3

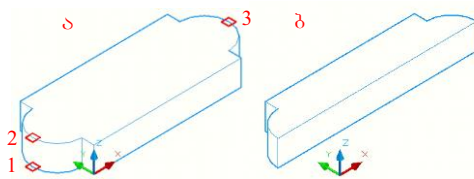
ბრძანებების სტრიქონში ავკრიფოთ **In** ან **Tabs** ⇒ **Home** ⇒ **Ribbon** ⇒ **Solid editing** ⇒ **Intersect**  ⇒ **Select objects:** (შეირჩიე ობიექტები) მოვნიშნოთ ჯერ ერთი და შემდეგ მეორე ობიექტი და ⇒ **Enter** ოპერაცია დასრულდება (ნახ. 3ბ).

ამ შემთხვევაშიც აღვნიშნოთ, რომ თანაკვეთის შედეგად მიღებულ მყარ სხეულს ექნება იმ ობიექტის თვისებები (**Properties**), რომელსაც პირველად მოვნიშნავთ.

ზემოთ განხილული სამი ბრძანება განეკუთვნება ლოგიკურ ბრძანებებს, რომელიც **AutoCAD**-ის მომხმარებელთათვის ცნობილია, როგორც **Boolean Operations** (ლოგიკური ოპერაციები). ამ ოპერაციების დახმარებით შესაძლებელია მრავალი **3D** საშუაოს შესრულება, მაგრამ გავითვალისწინოთ ისიც, რომ **AutoCAD**-ს გააჩნია სხვა ხელსაწყოებიც სამგანზომილებიანი მყარი სხეულის რედაქტირებისათვის. **Slice** ჭრა - ეს ბრძანება თავისი არსით ამართლებს მისსავე სახელს. **Slice** (ჭრა) ამ ხელსაწყოთი ჩვენ შეგვიძლია გავჭრათ **3D** მყარი სხეული ისე თითქოს ჩვენ ვმოქმედებთ ჩვეულებრივი დანით. ჭრის ოპერაციისათვის გამოვიყენოთ იგივე მყარი სხეული, რომელიც ჩვენ მივიღეთ სხეულების გაერთიანების შედეგად (ნახ. 1ბ). ბრძანებების სტრიქონში

ავკრიფოთ **Slice** ან **Tabs** ⇒ **Home** ⇒ **Ribbon** ⇒ **Solid editing** ⇒ **Slice**  ⇒ **Select objects to slice:** (შეირჩიე ობიექტი ჭრისათვის:) მოვნიშნოთ სასურველი ობიექტი ⇒ **Enter** ⇒ **Specify start point of slicing plane or [planar Object/Surface/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>:** (შეირჩიე ჭრის სიბრტყის

საწყისი წერტილი ან [ბრტყელი ობიექტი/ ზედაპირი/ **Z** ღერძი/ხელი/ **XY/YZ/ZX**/3წერტილი) <3წერტილი>:) აქ თუ ჩვენ მივცემთ პირდაპირ **enter**-ს




ნახაზი 4




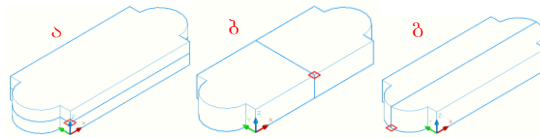
სიბრტყის შერჩევა მოგვიწევს 3 წერტილით ამიტომ მივუთითოთ ⇒ **Enter** ⇒ **Specify first point on plane:** (შეირჩიე სიბრტყის პირველი წერტილი) თავუნას მარცხენა კნოპის საშუალებით დავაწკაპუნოთ 1-ელ წერტილზე ⇒ **Specify second point on plane:** (შეირჩიე სიბრტყის მეორე წერტილი) მივუთითოთ წერტილი 2 ⇒ **Specify third point on plane:** (შეირჩიე სიბრტყის მესამე წერტილი) დავაწკაპუნოთ წერტილზე 3 ⇒ **Specify a point on desired side or [keep Both sides] <Both>:** (შეირჩიე წერტილი სასურველ მხარეს ან [შეინახე ორივე მხარე]<ორივე>:) თუ ჩვენ მივუთითებთ **B**-ს მაშინ შევინარჩუნებთ ორივე მხარეს და საჭიროების შემთხვევაში მოვნიშნავთ და მოვშლით არასასურველ მხარეს. **Slice** (ჭრა) ეს არის ერთ-ერთი საჭირო ხელსაწყო და თუ ჩვენ მას დავაკვირდებით ის მოქმედებს დაახლოებით ისე, როგორც **Trim** (შეკრეჭა) **2D**-ში. ამ ბრძანების შესრულების დროს ყურადღება მივაქციოთ, რომ ჭრის სიბრტყის მითითება შესაძლებელია:

1. **XY** ღერძების მითითებით. ბრძანებების სტრიქონში ავკრიფოთ **Slice** ან **Tab** ⇒ **Home** ⇒

**Ribbon** ⇒ **Solid editing** ⇒ **Slice**  ⇒ **Select objects to slice:** (შეირჩიე ობიექტი ჭრისათვის:) მოვნიშნოთ მყარი სხეული და ⇒ **Enter** ⇒ ბრძანებების სტრიქონში ავკრიფოთ **XY** ⇒ **Enter** ⇒ **Specify a point on the XY-plane <0,0,0>:** (შეირჩიე წერტილი **XY** სიბრტყეზე<0,0,0>:) მივუთითოთ წითლად მონიშნული წერტილი 71-ე ა ნახაზზე ⇒ **Specify a point on desired side or [keep Both sides] <Both>: b** (შეირჩიე წერტილი სასურველ მხარეს ან [შეინახე ორივე მხარე]<ორივე>:) თუ ჩვენ მივუთითებთ **B**-ს მაშინ შევინარჩუნებთ ორივე მხარეს ⇒ **Enter**. როგორც 5-ე ა ნახაზიდან ჩანს **X** და **Y** ღერძებს აქვთ ჰორიზონტალური მდებარეობა, ამიტომ ჭრაც შესრულდა ჰორიზონტალური სიბრტყით და ჭრის სიბრტყე გაივლის მითითებულ წერტილზე (ნახ. 5 ა).


2. **YZ** ღერძების მითითებით. ბრძანებების სტრიქონში ავკრიფოთ **Slice** ან **Tab** ⇒ **Home** ⇒

**Ribbon** ⇒ **Solid editing** ⇒ **Slice**  ⇒ **Select objects to slice:** (შეირჩიე ობიექტი ჭრისათვის:) მოვნიშნოთ მყარი სხეული და ⇒ **Enter** ⇒ ბრძანებების სტრიქონში ავკრიფოთ **YZ** ⇒ **Enter** ⇒ **Specify a point on the YZ-plane <0,0,0>:** (შეირჩიე წერტილი **YZ** სიბრტყეზე<0,0,0>:) მივუთითოთ წითლად მონიშნული წერტილი 5-ე ბ ნახაზზე ⇒ **Specify a point on desired side or [keep Both sides] <Both>: b** (შეირჩიე წერტილი სასურველ მხარეს ან [შეინახე ორივე მხარე]<ორივე>:) თუ ჩვენ მივუთითებთ **B**-ს მაშინ შევინარჩუნებთ ორივე მხარეს ⇒ **Enter**. 5-ე ბ ნახაზზე ჩანს შესრულებული ჭრა და შენარჩუნებული ორივე მხარე.



ნახაზი 5

ბრძანებების სტრიქონში ავკრიფოთ **Slice** ან **Tab** ⇒ **Home** ⇒ **Ribbon** ⇒ **Solid editing** ⇒

**Slice**  ⇒ **Select objects to slice:** (შეირჩიე ობიექტი ჭრისათვის:) მოვნიშნოთ მყარი სხეული და  
 ⇒ **Enter** ⇒ ბრძანებების სტრიქონში ავკრიფოთ **ZX** ⇒ **Enter** ⇒ **Specify a point on the ZX-plane**  
**<0,0,0>**: (შეირჩიე წერტილი **ZX** სიბრტყეზე<0,0,0>:) მივუთითოთ წითლად მონიშნული წერტილი  
 5-ე გ ნახაზზე ⇒ **Specify a point on desired side or [keep Both sides] <Both>**: **b** (შეირჩიე წერტილი  
 სასურველ მხარეს ან [შეინახე ორივე მხარე]<ორივე>:) თუ ჩვენ მივუთითებთ **B**-ს მაშინ  
 შევინარჩუნებთ ორივე მხარეს ⇒ **Enter**. 5-ე გ ნახაზზე ჩანს ფრონტალური სიბრტყით  
 შესრულებული ჭრა, რომელიც გადის ჩვენს მიერ მითითებულ წერტილზე.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. [www.autodesk.com](http://www.autodesk.com).
2. <http://books.google.com/books?id=b14uejP4Gm8C&printsec=frontcover&dq=autocad&cd=1#v=onepage&&f=false>.
3. [www.we-r-here.com](http://www.we-r-here.com).

## BOOLEAN OPERATIONS Логические операции

Н. Нозадзе, Г. Читаишвили, Н. Мумладзе

### Резюме

В представленной работе рассматривается применение *Boolean* (логических) операций при решении некоторых графических задач компьютерной путем применения программного пакета *AutoCAD 2010*. При помощи этих операций возможно выполнение многих работ в 3D. Данный пакет программного обеспечения представляет собой автоматизированную систему для двух-и трехмерного проектирования и черчения. Программный пакет для *AutoCAD 2010* предназначен для инженеров и конструкторов и во всём мире имеет миллионы пользователей.

## BOOLEAN OPERATIONS

N. Nozadze, G. Chitaishvili, N. Mumladze

### Summary

In the presented article is considered the solution of some graphical tasks by *Boolean* (logical) operations of computer software package *AutoCAD 2010*. Due these operations is possible to perform a lot of works in 3D. This software package is an automated computer aided design system for two-and three-dimensional design and drawing. A software package *AutoCAD 2010* is assigned for engineers and designers and has millions of user's in the world.

---

უპკ 667. 002. 786

**ტყავის რაციონალური გამოყენება ტოპოგრაფიული  
ნაწილების თვისებების გათვალისწინებით**

**ლ. გერგეშელიძე**

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

*რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ტყავის რაციონალურ გამოყენებაზე მოქმედი ფაქტორები. ტყავის რაციონალური გამოყენება გულისხმობს ტყავის ფართობის ეკონომიურ ხარჯვას, მასალის ზედაპირზე გამოსაჭრელი დეტალების ოპტიმალური განლაგების შესაძლებლობას ისე, რომ შენარჩუნებული იქნას გამოსაჭრელი დეტალების მაღალი ხარისხი. ტყავზე დეტალების განლაგებისას აუცილებელია დავიცვათ გამოსაჭრელი დეტალებისადმი წაყენებული მოთხოვნები. გათვალისწინებული უნდა იქნას ტყავის ტოპოგრაფიული ნაწილების ფიზიკო-მექანიკური თვისებების სხვადასხვაობა.*

**საკვანძო სიტყვები:** ფეხსაცმელი, ტყავი, დეტალი, კომპლექტი.

ტყავის რაციონალური გამოყენება გულისხმობს მასალის ეკონომიურად და მიზნობრივად ხარჯვას, ძირითადი გამოჭრილობის მაქსიმალური რაოდენობის მიღებას და გამოჭრილობის მაღალ ხარისხს. რისთვისაც აუცილებელია ტყავის ტოპოგრაფიული ნაწილების ფიზიკო-მექანიკური თვისებების გათვალისწინება. ფიზიკო-მექანიკური თვისებებიდან უმთავრესია ჭიმვადობა, სისქე, სიმკვრივე და სახე. ყაჯრის მთელ ფართობზე აღნიშნული თვისებები დაახლოებით ერთგვაროვანია. ხოლო ტყავის პერიფერიული ნაწილები ხასიათდება არაერთგვაროვანი ჭიმვადობით. უნდა აღინიშნოს, რომ ტყავში ტოპოგრაფიული ნაწილები გრძივი მიმართულებით ნაკლები ჭიმვადობით

ხასიათებიან ვიდრე განივი მიმართულებით. გარდა ჭიმვადობისა დიდი მნიშვნელობა აქვს ტყავის ზედაპირის ერთგვაროვნებას და ზედაპირის ელფერს. რადგან ცალკეულ ტყავში შესაძლებელია შეგვხვდეს სხვადასხვა ელფერის უბნები.

ტყავებიდან ფეხსაცმლის საზედაპირე დეტალების გამოჭრისას უნდა გავითვალისწინოთ, რომ წყვილში შემავალი დეტალები იყოს ერთნაირი ფერის, ელფერის, სახისა და სისქის. დადგენილია, რომ ფეხსაცმლის ნაშადის დეტალების ტყავზე განლაგებისას დეტალების არაჭიმვადი მიმართულება უნდა ემთხვეოდეს ტყავის არაჭიმვად მიმართულებას. თარგთა განლაგებისას, ტყავზე არსებულ დეფექტებს ისე უნდა აუაროთ გვერდი, რომ მინიმუმამდე დავიყვანოთ დანაკარგები. ზოგიერთი სახის დეფექტი შეიძლება მოვახვედროთ არასაპასუხისმგებლო დეტალის იმ ნაწილში, რომელიც გავლენას არ ახდენს ფეხსაცმლის ხარისხზე. ტყავის ყველაზე კარგი ნაწილისაგან-ყაჯრისაგან და გავისაგან უნდა გამოიჭრას საკავეში, ცხვირი, უკანა გარე თასმა და სხვა დეტალები, რომლებსაც მაღალი მოთხოვნები აქვთ წაყენებული. თარგების ყაჯარში განლაგება ხდება ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევით, რაც საშუალებას გვაძლევს მინიმუმამდე დავიყვანოთ დანაკარგები.

კვლევებით დადგინდა, რომ თარგთა სწორხაზოვან-თანმიმდევრული (პარალელოგრამის სისტემით) განლაგება უმეტეს შემთხვევაში ყველაზე რაციონალურია, მაგრამ პატარა ფართობის ტყავის შემთხვევაში აუცილებელი ხდება ამ სისტემიდან გადახვევა.

ტყავის რაციონალური გამოყენებისათვის საჭიროა დეტალების კომბინირება, რაც გულისხმობს დიდი ზომის (ნომრის) დეტალებთან ერთად პატარა ზომის დეტალების გამოჭრას.

კომბინირებული მეთოდით გამოჭრისას მოდულების შერჩევა ხდება საპასუხისმგებლო და ნაკლებად საპასუხისმგებლო დეტალების ხვედრითი წილის, კომპლექტის დეტალების რაოდენობისა და ზომების მიხედვით.

ცალკეული ტყავის გაჭრის წინ საჭიროა კომპლექტში შემავალი დეტალების რაოდენობის მიხედვით წინასწარ განისაზღვროს კომპლექტის რაოდენობა, რათა შესაძლებელი გახდეს მთელი კომპლექტის ერთი ტყავიდან გამოჭრა. ეს აუცილებელია იმიტომ, რომ წყვილში შემავალი ყველა დეტალი იყოს ერთნაირი ფერის, ელფერის და ხარისხის. ტყავის რაციონალური გამოყენებისათვის მნიშვნელოვანია ქედის ხაზის მხედველობაში მიღება.

ზოგიერთი სახის ტყავში (მაგ. თხის) ქედის ხაზი მკვეთრად გამოსახულია და აქვს ნაკლები სიმკვრივე, საიდანაც არ შეიძლება გამოიჭრას ის დეტალი, რომელიც ფორმირებისას განიცდის დიდ დაძაბულობას (მაგ. ცხვირი). ასეთ შემთხვევაში გვერდი უნდა აუაროთ ქედის ხაზს, რომ მასზე

დეტალები არ განლაგდეს. განსაკუთრებით პატარა ფართობის, სხვადასხვა ელფერის, არათანაბარი სისქისა და მერვის ტყავის გაჭრისას აუცილებელია, რომ წყვილში შემავალი დეტალები გამოიჭრას სიმეტრიულ და მომიჯნავე უბნებიდან, რადგან თავიდან იქნეს აცილებული დეტალების თვისებების სხვადასხვაობა.

ერთი დეტალის გამოჭრიდან მეორე დეტალის გამოჭრაზე სისტემატური გადასვლა ამცირებს შრომისნაყოფიერებას, მაგრამ ეს დასაშვებია მასალის ეკონომიურად გამოყენებისა და პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებისათვის. კვლევებით დადგინდა, რომ იმ შემთხვევაში როდესაც ტყავიდან ხდება ერთი მოდელის დეტალების კომპლექტის გამოჭრა, და თუ მოდელში საპასუხისმგებლო დეტალების ხვედრითი წილი აღემატება ტყავის ყაჯრის ხვედრით წილს, მაშინ ადგილი ექნება პერიფერიული ნაწილის გამოუყენებლობას. თუ მოდელში საპასუხისმგებლო დეტალების ხვედრითი წილი ნაკლები იქნება ტყავის ყაჯრის ხვედრით წილზე, მაშინ ყაჯრის ნაწილი დარჩება გამოუყენებელი. მაშასადამე, საჭიროა ერთი მოდელის დეტალების კომპლექტთან ერთად გამოიჭრას მეორე მოდელის დეტალების კომპლექტი, რომლის საპასუხისმგებლო დეტალების ხვედრითი წილი ნაკლები იქნება ყაჯრის ხვედრით წილზე.

კომბინირებულად გამოსაჭრელი კომპლექტების შერჩევასა მიზანშეწონილია:

ა) კომბინირებული გამოჭრისათვის უნდა შევარჩიოთ ისეთი მოდელების დეტალთა კომპლექტი სადაც ერთ მოდელში შემავალი დეტალების საშუალოშეწონილი ფართობი დიდია, ხოლო მეორე მოდელისათვის კი დეტალების საშუალოშეწონილი ნეტო ფართობი მცირეა. ეს საჭიროა, რათა უფრო რაციონალურად გამოვიყენოთ ტყავის ის ფართობი, სადაც დიდი დეტალი ვერ თავსდება. სხვადასხვა კონფიგურაციის მქონე პატარა დეტალების განლაგება საშუალება იძლევა ადვილად ავუაროთ გვერდი დეფექტებს.

ბ) ისეთი კომპლექტისათვის, სადაც დეტალების რაოდენობა აღემატება 14-ს, მიზანშეწონილია შევარჩიოთ ისეთი მოდელის დეტალების კომპლექტი, რომელსაც მცირე რაოდენობის დეტალები აქვს, რათა ადგილი არ ექნეს საჭრისებით სამუშაო ადგილის გადათვირთვას.

გ) სასურველია ორი კომპლექტის კომბინირებულად გამოჭრა ხდებოდეს “ა” და “ბ” პუნქტების დაცვით, რომ მიღებული იქნას პროგრამით გათვალისწინებული მოდელების საჭირო რაოდენობა.

დ) იმ შემთხვევაში, როცა ნამზადი შეიცავს საპასუხისმგებლო და ნაკლებად საპასუხისმგებლო დეტალებს, ყაჯრის გამოყენება არარაციონალურია, ამიტომ დასაშვებია

საპასუხისმგებლო და არასაპასუხისმგებლო დეტალების განცალკევება მოხდეს ეკონომიური მიზანშეწონილობის გათვალისწინებით.

ე) თუ არსებობს დამთხვევა ტყავის ყაჯრისა და კომპლექტის საპასუხისმგებლო დეტალების ხვედრით წილს შორის, საჭიროა მასალიდან ერთდროულად გამოიჭრას ორი ან სამი სახის კომპლექტის დეტალები.

ვ) ტყავის რაციონალური გამოყენებისათვის მიზანშეწონილია დიდი და მცირე ნომრის მოდელების დეტალების კომბინირებულად გამოჭრა სქესობრივ-ასაკობრივი ნიშნის მიხედვით.

### **ლიტერატურა**

1. **В. А. Фукин, А. Н. Калита .** Технология изделий из кожи. Москва “Легпромбытиздат” 1988 г.
2. **И. М. Шагапова.** Технология раскроя материалов на детали обуви. Москва “Легкая индустрия.” 1980г.
3. **ჟ. რევიშვილი.** ტყავის ნაკეთობათა ტექნოლოგია. თბილისი განათლება 1975 წ.

## **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЖИ, ПРИНИМАЯ ВО ВНИМАНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕТАЛЕЙ**

**Л. Гергешелидзе**

### **Резюме**

Работа описывает факторы, влияющие на рациональное использование кожи. Рациональное использование кожи означает экономный расход площади кожи, при оптимальном расположении вырезаемых деталей на общей площади, с обеспечением высокого качества деталей. При расположении деталей на коже для вырезания, необходимо принимать во внимание требования установленные для конкретных частей. Необходимо так же иметь в виду физико-механические различия топографических деталей из кожи.

## **RATIONAL USE OF LEATHER, CONSIDERING THE SPECIFICATIONS OF TOPOGRAPHIC PARTS**

**L. Gergeshelidze**

### **Summary**

The work describes the factors, which influence the rational use of leather. The rational use of leather means economic distribution of the leather area, possibility of optimal locating of the details to be cut, in order to reach the high quality of the final details. During locating the details of leather, it is necessary to consider the demands of the detail, to be cut. Besides the variety of physical-mechanical specifications of leather topographic parts are to be consulted.

---

უპკ 674.05

**ტორსული ფრეზების ცვეთამდეგობა წვრილდისპერსიული  
მერქნული ფრაქციის (MDF) მერქანბოჭკოვანი ფილების  
დამუშავებისას**

ზ. ჩიტბე, ი. გელაშვილი, ვ. აბაიშვილი, დ. აბაიშვილი, ი. აბაიშვილი  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ. № 77, 0175,  
თბილისი, საქართველო)

*რეზიუმე: ჩატარებულია ექსპერიმენტები წვრილდისპერსიული მერქნული ფრაქციის (MDF) ბოჭკოვანი ფილების დამუშავების რეჟიმების ფართო დიაპაზონში საჭრისების ცვეთამდეგობის დასადგენად. ექსპერიმენტული მონაცემების დამუშავების საფუძველზე მიღებულია რეგრესიის განტოლებები სხვადასხვა საიარალო მასალისათვის. მიღებული რეგრესიის განტოლებების საფუძველზე აგებულია მედეგობა-ჭრის სიჩქარის დამოკიდებულების გრაფიკები.*

**საკვანძო სიტყვები:** ფრეზის მედეგობა, ჭრის სიჩქარე, წვრილდისპერსიული მერქნული ფრაქცია (Medium Density Fiberboard – MDF), რეგრესიის განტოლება.

**შესავალი**

ეკოლოგიური კრიზისის პირობებში სულ უფრო მეტად აქტუალურია ხის დამუშავებელი საწარმოების რესურსდამზოგი ტექნოლოგიის გამოყენება. აღნიშნული საკითხის გადაწყვეტის ერთ-ერთი გზაა მერქნული კომპოზიციური მასალების წარმოების მოცულობის ზრდა და მათი დამუშავება. მერქნული კომპოზიციური მასალები თავიანთი აღნაგობით და სტრუქტურით უფრო მეტად მგდგრადი და თანაბარზომიერია ნატურალურ მერქანთან შედარებით. მერქნული მასალები შედგება მერქნის ნახერხისა, ბოჭკოებისაგან და წებომასალებისაგან, რომლის დაწნეხვითაც მიიღება

ფილები და ფასონური დეტალები. აგებულებისაგან დამოკიდებულებით ისინი იყოფა ფენოვანი მერქნული მასალები, კომბინირებული (კომპოზიციური), მერქნის ბურბუშელის და მერქანბოჭკოვანი მასალები. აღნიშნული მასალები გამოყენების სფეროსგან დამოკიდებულებით მზადდება სხვადასხვა ფიზიკო-მექანიკური თვისებებით და შეიძლება ისინი არსებითად იყოს განსხვავებული, სიმკვრივის, სიმაგრის, შემაკავშირებელი ნივთიერებების რაოდენობის და სხვა მაჩვენებლის მიხედვით.

### პირითადი ნაწილი

თანამედროვე პირობებში ავეჯის, ავეჯის სხვადასხვა დეტალების და კარების დასამზადებლად ფართოდ გამოიყენება მოდიფიცირებული მერქნული ფილები - Medium Density Fiberboard.

ფილების დაწნეხა წარმოებს თანამედროვე დანადგარებზე და გამოირჩევა მასის ერთგვაროვნებით, ერთნაირი ფერით და ყოველგვარი უცხო ჩანართების გარეშე. ფილები მზადდება სისქით 3; 6; 9; 12; 15; 18; 25 და 32 მმ სხვადასხვა სიმკვრივით 0.69-დან 0,85მ/სმ<sup>3</sup>-მდე. აღნიშნული მასალების მექანიკური დამუშავება შედგება ფილების დანაწევრების პროცესისა და რელიეფური დამუშავებისაგან, რომელიც სრულდება დისკური ხერხებით და ფასონური კიდურა და ტორსული ფრეზებით სამუშაოს მიზანს შეადგენს MDF-ის ფილების ტორსული ფრეზვისას სხვადასხვა საიარალო მასალების მჭრელი თვისებების შესწავლა.

ექსპერიმენტი ჩატარდა ვერტიკალური საფრეზო ჩარხზე 6L12L ერთკბილიანი ფრეზით (დიამეტრიც 560 მმ ). დასამუშავებელი მასალას წარმოადგენდა MDF-ის ფილის ნიმუშები კუთრი სიმკვრივით  $\nu=0,85\text{გ/სმ}^3$ . საცდელ ობიექტს წარმოადგენდა სალი შენადნობის ფირფიტები BK15 და T15K6. ცვეთის კრიტერიუმად გამოყენებულია ფრეზის კბილის უკანა ზედაპირის ნაზოლის სიგანე  $h_3=0,5$  მმ, რომელიც იზომებოდა დიდი საიარალო მიკროსკოპით BIM. ფრეზის მჭრელი ნაწილის გეომეტრიული პარამეტრებია.  $\nu=0^\circ$ ;  $\alpha=9^\circ$ ;  $\alpha=9^\circ$ ;  $\phi=45^\circ$ ;  $\phi_1=20^\circ$ ;  $\lambda=0$  . გამოკვლეულ იქნა შემდეგი სხვადასხვა ფაქტორების გავლენა BK6 და T15K6 სალი შენადნობების მდგრადობაზე:  $x_1$ -ჭრის სიჩქარე  $V(19.8-58,6$  მ/წმ) და  $x_2$ -მიწოდება ერთ კბილზე  $U_z(0,2-0,5\cdot 10$  მმ/კბ) ფრჩხილებში მითითებულია საკვლევი ფაქტორების ცვლილების ზღვრები.

ცხრილში 1 შეტანილია შერჩეული ფაქტორები მათი ვარირების ინტერვალები და ღონე.

ცხრილი 1

ფაქტორები	ვარირების ღონე			ვარირების ინტერვალი
	ქვედა	ცენტრალური	ზედა	
	-1	0	+1	
ჭრის სიჩქარე $V$ მ/წმ	19,8 ( $\approx 20$ )	39,2 ( $\approx 40$ )	58,6 ( $\approx 60$ )	19,4 ( $\approx 20$ )
მიწოდება კბილზე $U_z$ მმ/წმ	0,2	0,35	0,5	0,15



ცხრილში 2 მოცემულია BK6 და T15K6 შენადნობებისათვის დაგეგმვის მატრიცა, მდგრადობის და ექსპერიმენტის სტატისტიკური დამუშავების შედეგები.

ცხრილი 2

N	x <sub>0</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub> · x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	y' (T <sub>BK6</sub> )					y'' (T <sub>T15K6</sub> )				
		V	U <sub>z</sub>	V · U <sub>z</sub>	V მ/წმ	U <sub>z</sub> მმ/კბ	y' <sub>1</sub>	y' <sub>2</sub>	ȳ'	σ <sup>2</sup>	σ	y' <sub>1</sub>	y' <sub>2</sub>	ȳ'	σ <sup>2</sup>	σ
1	+1	+1	+1	+1	60	0,5	91	87	89	8	2,83	74	82	78	32	5,66
	+1	-1	+1	-1	20	0,5	388	408	398	200	14,14	378	340	359	722	26,87
3	+1	+1	-1	-1	60	0,2	198	202	200	8	2,83	148	188	168	800	28,3
4	+1	-1	-1	+1	20	0,2	655	685	610	450	21,2	590	610	600	200	14,14

ექსპერიმენტის სტატისტიკური დამუშავება: თითოეული ცდა განმეორდა 2 ჯერ. n=2. საშუალო მნიშვნელობა განისაზღვრება როგორც საშუალო არითმეტიკული

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_n}{n},$$

დისპერსია განისაზღვრება ფორმულით

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}.$$

საშუალო კვადრატული გადახრა

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}.$$

ჩატარებული ექსპერიმენტი საშუალებას იძლევა შედგენილი იქნას რეგრესიის განტოლებები შემდეგი სახით:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2.$$

რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტები განისაზღვრება ცხრილი 3-ით.

რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტები BK6-სათვის შემდეგია:  $b_0 = 1357/4 = 339,25$ ;

$$b_1 = -779/4 = -194,75; \quad b_2 = -383/4 = -95,75, \quad b_{12} = 161/4 = 40,25.$$

რეგრესიის განტოლება BK6 სათვის მიიღებს სახეს:

$$Y_{(BK6)} = 339,25 - 194,75 X_1 - 95,75 X_2 + 40,25 X_1 X_2.$$

ცდის №	BK <sub>6</sub>				T <sub>15K6</sub>			
	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>
1	+89	+89	+89	+89	+78	+78	+78	+78
2	-398	-398	+398	-398	+359	-359	+359	-359
3	+200	+200	-200	-200	+168	+168	-168	-168
4	+670	-670	-670	+670	+600	-600	-600	+600
$\sum_1^n$	1357	-779	-383	161	1205	-713	-331	151

რეგრესიის კოეფიციენტები T<sub>15K6</sub> სათვის

$$b_0 = 1205/4 = 301; \quad b_1 = -713/4 = -178,25; \quad b_2 = -331/4 = -82,75, \quad b_{12} = 151/4 = 37,75.$$

რეგრესიის განტოლება T<sub>15K6</sub> სათვის მიიღებს სახეს

$$Y_{(T_{15K6})} = 301 - 178,25X_1 - 82,75X_2 + 37,75X_1X_2.$$

მიღებული კოეფიციენტები გადავიყვანოთ პირობით ცვლადებიდან ფაქტიურში შემდეგი ფორმულების გამოყენებით:

$$X_1 = \frac{V - 39,2}{19,4}; \quad X_2 = \frac{U - 0,35}{0,15},$$

მაშინ BK<sub>6</sub> სათვის მივიღებთ

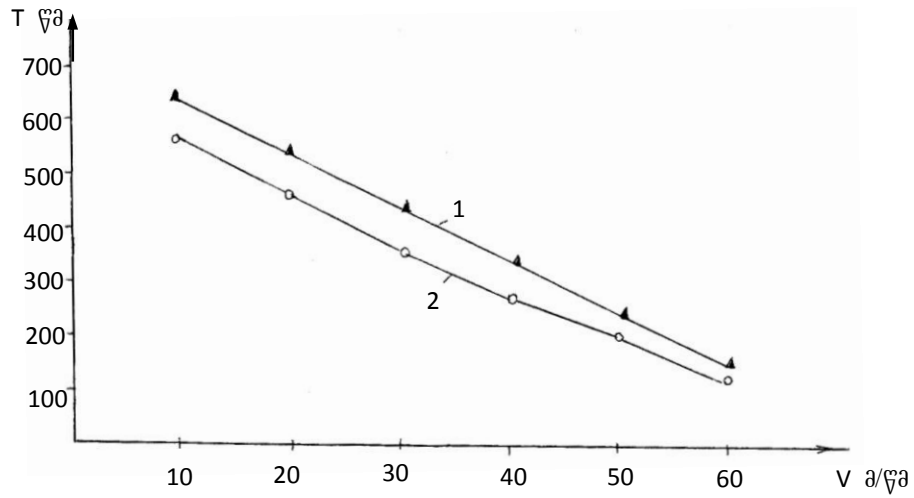
$$Y_{(BK_6)} = 339,5 - 194,75 \frac{V - 39,2}{19,4} - 95,75 \frac{U - 0,35}{0,15} + 40,25 \left( \frac{V - 39,2}{19,4} \right) \left( \frac{U - 0,35}{0,15} \right).$$

შენაღნობისათვის

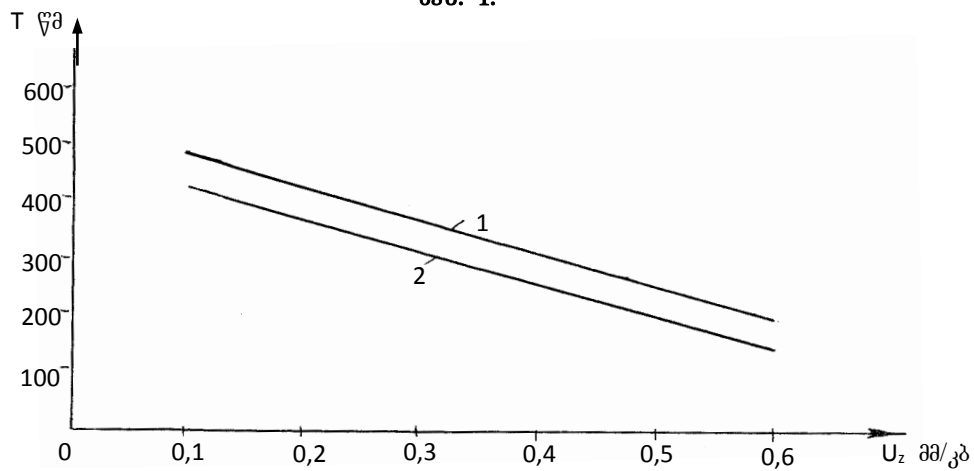
$$Y_{(T_{15K6})} = 301 - 178,25 \frac{V - 39,2}{19,4} - 82,75 \frac{U - 0,35}{0,15} + 37,75 \left( \frac{V - 39,2}{19,4} \right) \left( \frac{U - 0,35}{0,15} \right).$$

მიღებული რეგრესიის განტოლების საფუძველზე ავაგოთ გრაფიკული დამოკიდებულება “T-V“ BK<sub>6</sub> და T<sub>15K6</sub>-სათვის.

ნახ. 1 დამოკიდებულება (მედევობა ჭრის სიჩქარე) ტორსული ფრეზებისათვის, აღჭურვილი BK<sub>6</sub> ფირფიტებით (1), T<sub>15K6</sub> ფირფიტებით (2), (დასამუშავებელი მასალა MDF. მიწოდების სიჩქარე U<sub>z</sub>=0.35 მმ/კბ; ცვეთის კრიტერიუმი h<sub>3</sub>=0,5მმ).



ნახ. 1.



ნახ. 2

დამოკიდებულება  $T-U_z$  (მედევობა-მიწოდება კბილზე) ტორსული ფრეზებისათვის აღჭურვილი BK6 ფირფიტებით (1), T15K6 ფირფიტებით (2), (დასამუშავებელი მასალად, ჭრის სიჩქარე  $V=39,2\text{მ/წმ}$ , ცვეთის კრიტერიუმი  $h_3=0,5\text{მმ}$ ).

### დასკვნა

ჩატარებული კვლევის შედეგად მიღებულია რეგრესიის განტოლებანი, რომელიც გამოსახავს BK6 და T15K6 სალი შენადნობების ფირფიტებით აღჭურვილი ტორსული ფრეზების მედეგობასა და ჭრის სიჩქარესა და მიწოდების სიჩქარეებს შორის დამოკიდებულებას MDF მასალისგან მიღებული ფილების დამუშავების დროს.

როგორც მიღებული დამოკიდებულებებიდან ჩანს ადგეზიური ცვეთის ინტენსიურობა T15K6 შენადნობებში მნიშვნელოვნად მეტია ვიდრე BK6 შენადნობებში. ამასთან ერთად ჭრისა და მიწოდების სიჩქარეების გაზრდით იარაღის მედეგობა მცირდება.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარეობს, რომ ღამუშავეებისას იარაღის ოპტიმალურ მასალას წარმოადგენს ВК ტიპის კარბიდული სალი შენადნობი.

### **გამოყენებული ლიტერატურა**

1. **З.Д. Читидзе, И.Н. Гелашвили, З.Г. Баламцарашвили, А.Ш. Леквинадзе.** Стойкость дисковых сил при распиловке плит из МДФ. Строительство № 2(5), 2007. № 4(7). 2007.
2. **З.Д. Читидзе, И.Н. Гелашвили.** Надежность твердосплавного инструмента при торцовом фрезеровании ДСП. Труды ГТУ № 2(413). Тбилиси, 1997. с. 57-61.

## **ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ТОРЦЕВЫХ ФРЕЗ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПЛИТ ИЗ МДФ**

**Читидзе З.Д., Гелашвили И.Н., Абаишвили В.В., Абаишвили Д.В.,  
Абаишвили И.В.**

### **РЕЗЮМЕ**

Проведены стойкостные эксперименты в широком диапазоне варьирования режимов обработки МДФ. Проведена статистическая обработка экспериментов, получены уравнения регрессии для различных инструментальных материалов. На основе полученных уравнений регрессии построены графики зависимостей «Т-V» - стойкость – скорость резания.

## **THE WEAR RESISTANCE OF END-MILING CUTTERS WITH THE TREATMENT OF PLATES FROM MDF**

**Z.D. Chitidze, I.N. Gelashvili, V.V. Abaishvili, D.V. Abaishvili,  
I.V. Abaishvili**

### **Summary**

Are carried aut the rigid experiments over a wide range of the wariation of the regomes of working MDF. Statiestical processing of experiments is carrieol out, are obtained the equations of regression for olifferent instrument materials. On the basis of the obtained equations of regression are built the graph of dependences T-V – durability-cutting speed.

---

## უპკ 674.05

### დისკური ხერხების მედეგობის გაზრდა

ზ. ჩიტძე, ი. გელაშვილი, ვ. აბაიშვილი, დ. აბაიშვილი, ი. აბაიშვილი  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ. № 77, 0175,  
თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** მოცემულია წვრილდისპერსიული მერქნული ფრაქციისაგან (MDF) დამზადებული ფილების დახერხვისას დისკური ხერხების გამოკვლევა მდგრადობაზე. გამოკვლეულია დისკური ხერხების მდგრადობის ზრდის გზები რაც გულისხმობს საჭრისის მჭრელი კბილის მუშა ზედაპირის ცვეთა მედეგი ტიტანის ნიტრიდით დაფარვას. ჩატარებულია ტიტანის ნიტრიდით დაფარული და დაუფარავი დისკური ხერხების მედეგობის მაჩვენებლები „MDF“ ფილების დახერხვის დროს. ნაჩვენებია მდგრადი დაფარვებით დამზადებული მჭრელი იარაღების გამოყენების ეფექტურობა „MDF“-ის ფილების დამუშავებისას.

**საკვანძო სიტყვები:** მედეგობა, დისკური ხერხები, წვრილდისპერსიული მერქნული ფრაქცია (MDF) – მერქანოტეკოვანი ფილები; ჭრის სინქარე, მიწოდების სინქარე, დაფარვის ცვეთამედეგობა; რეგრესიის განტოლებები.

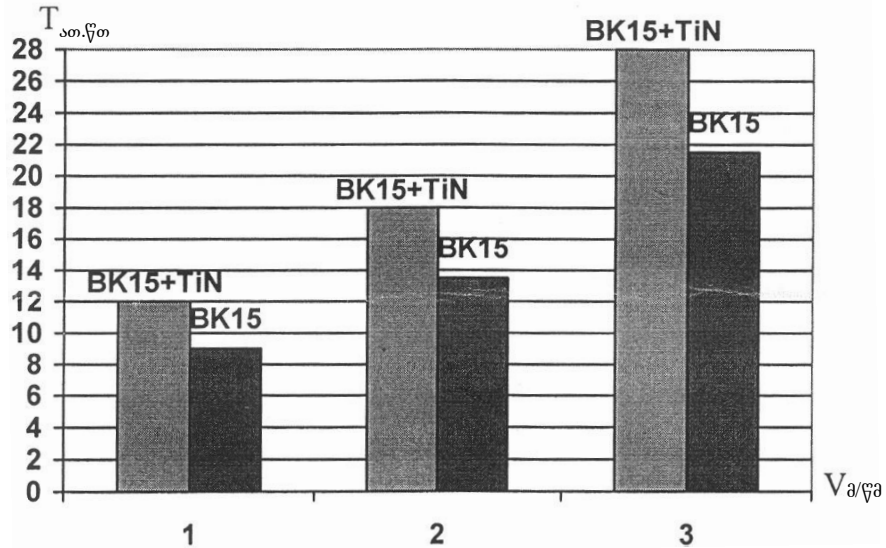
### შესავალი

მჭრელი ინსტრუმენტის მედეგობა დაკავშირებულია დამუშავებისას მწარმოებლობასა და ეკონომიურობასთან. ამიტომ მჭრელი იარაღის მედეგობის ზრდა ერთ-ერთი სერიოზული პრობლემაა მერქნისა და მერქნული მასალების ჭრით დამუშავებისას. არსებობს მჭრელი იარაღის მედეგობის ზრდის ორი ძირითადი მეთოდი. საიარაღო მასალების სრულყოფა და იარაღის მუშა ზედაპირის ხარისხის გაუმჯობესება.

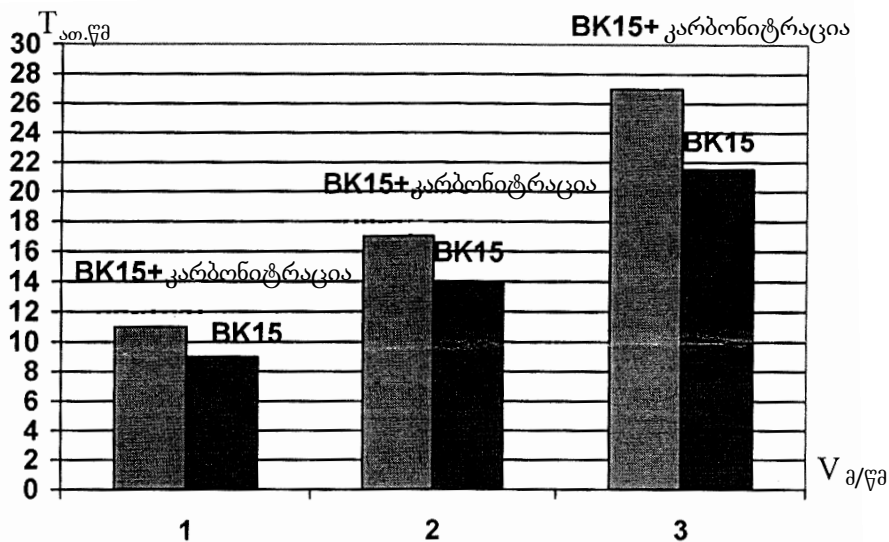
### ძირითადი ნაწილი

საჩარხო მოწყობილობების, განსაკუთრებით ავტომატიზირებული საჩარხო კომპლექსების ეფექტურობა შეიძლება არსებითად ამაღლდეს ცვეთამედეგი დაფარვებით მიღებული იარაღების

გამოყენებით. ცვეთამდეგი დაფარვების დატანა სისქით 2-12 მკმ მჭრელ იარაღებზე აფართოებს მათ ტექნოლოგიურ შესაძლებლობებს და საშუალებას იძლევა მიუახლოვდეს „იდეალური“ საიარაღო მასალის შექმნის ამოცანის გადაწყვეტას, რომელსაც გააჩნია მაღალი ცვეთამდეგობა, საკმარისი სიმტკიცე და სიბლანტე.



ნახ. 1. BK15 და BK15+TiN ფირფიტებით აღჭურვილი დისკური ხერხების მდგრადობის გამოცდის შედეგები (დასამუშავებელი მასალა „MDF“); მიწოდების სიჩქარე  $U = 20$  მ/წთ; განახერხის სიმაღლე  $h = 64$  მმ; ცვეთის კრიტერიუმი  $h_3 = 0,4$  მმ); 1 –  $V=128,7$  მ/წმ; 2 –  $V=60$  მ/წმ; 3 –  $V=18,84$  მ/წმ.



ნახ. 2. BK15 და BK15+ კარბონიტრაცია ფირფიტებით აღჭურვილი დისკური ხერხების მედეგობის მაჩვენებლების შედეგები (დასამუშავებელი მასალა „MDF“); მიწოდების სიჩქარე  $U = 20$  მ/წთ; განახერხის სიმაღლე  $h = 64$  მმ; ცვეთის კრიტერიუმი  $h_3 = 0,4$  მმ); 1 –  $V=128,7$  მ/წმ; 2 –  $V=60$  მ/წმ; 3 –  $V=18,84$  მ/წმ.

ნახ. 1-ზე მოცემულია დამოკიდებულება „T-V“ მერქნის ბოჭკოვანი ფილების „MDF“ დახერხვის დროს დისკური ხერხებით, რომელიც აღჭურვილია წინა და უკანა ზედაპირზე ტიტანის ნიტრიდით TIN დაფარული ფირფიტებით BK 15 და დაუფარავი საჭრისებით.

მოცემული გრაფიკიდან ჩანს, რომ ცვეთამდეგი დაფარვებით მიღებული იარაღის ცვეთამდეგობა საშუალოდ 31% აღემატება დაფარვებით გარეშე იარაღის ცვეთამდეგობას.

ნახ. 2-ზე მოცემულია დამოკიდებულება „T-V“ მერქნის ბოჭკოვანი ფილების „MDF“ დახერხვისას სალშენადნობიანი ხერხებით, რომელიც აღჭურვილია ფიზიკო-მექანიკური თვისებების გასაუმჯობესებლად კარბონიტრაციის ქიმიურ-თერმულად დამუშავებული ფირფიტებით.

წარმოდგენილი ნახაზიდან ჩანს, რომ იმ იარაღის ცვეთამდეგობა, რომელმაც გაიარა ქიმიურ-თერმული დამუშავება, საშუალოდ 22,3%-ით აღემატება იმ იარაღის ცვეთამდეგობას, რომელსაც არ გაუვლია ქიმიურ-თერმული დამუშავება.

## დასკვნა

ხის დამამუშავებელი მჭრელი იარაღის მედეგობის პარამეტრების განსაზღვრის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგად შეიძლება გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. მდგრადობა არის მჭრელი იარაღის ერთ-ერთი მთავარი საექსპლოატაციო მახასიათებელი, რომელიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მწარმოებლურობას და დამუშავების თვითღირებულებაზე;
2. იარაღის მედეგობაზე არსებით როლს ასრულებს ფილის სიმკვრივე, რომელიც აძლიერებს ადგეზიის ინტენსიურობას ფილის მასალასა და სალი შენადნობს შორის.
3. სარეჟიმო ფაქტორებს შორის იარაღის მდგრადობაზე არსებით გავლენას ახდენს ჭრის სიჩქარე. ჭრის სიჩქარის გაზრდით მკვეთრად მცირდება დისკური ხერხების საჭრისების მედეგობა, რაც დაკავშირებულია ადგეზიის ინტენსიურობის ზრდასთან და საჭრისს ზედაპირის ფენებში ტემპერატურის მატებასთან;
4. ხის დასამუშავებელი იარაღების მდგრადობა მკვეთრად იზრდება (დაახლოებით 31%-ით) მჭრელი იარაღის მჭრელი პირის ზედაპირზე ცვეთამდეგი ტიტანის ნიტრიდის TIN-ის დატანით სისქით  $\delta = 2 \cdot \dots \cdot 12$  მკმ;
5. ხის დასამუშავებელი იარაღის ცვეთამდეგობა მკვეთრად იზრდება მისი ქიმიურ-თერმული დამუშავების გამოყენებით;

6. ხის დასამუშავებელი იარაღის ცვეთამდეგობა იზრდება 2-ჯერ მჭრელი ზედაპირების ტიტანის ნიტრიდით TIN დაფარვით და კარბონიტრაციის გამოყენებით წვრილდისპერსიული მერქნული ფრაქციის (MDF) მერქნის ბოჭკოვანი ფილების დამუშავებისას.

### **გამოყენებული ლიტერატურა**

3. **З.Д. Читидзе, И.Н. Гелашвили, З.Г. Баламцарашвили, А.Ш. Леквинадзе.** Стойкость дисковых пил при распиловке плит из МДФ. Строительство № 2(5), 2007. № 4(7). 2007.
4. **З.Д. Читидзе, И.Н. Гелашвили.** Надежность твердосплавного инструмента при торцовом фрезеровании ДСП. Труды ГТУ № 2(413). Тбилиси, 1997. с. 57-61.

## **ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ДИСКОВЫХ ПИЛ**

**Читидзе З.Д., Гелашвили И.Н., Абаишвили В.В., Абаишвили Д.В.,  
Абаишвили И.В.**

### **РЕЗЮМЕ**

Определена методика проведения стойкостных испытаний дисковых пил при распиловке древесноволокнистых плит. Исследованы пути повышения стойкости дисковых пил методом нанесения износостойкого покрытия из нитрида титана на рабочие поверхности режущих зубьев. Проведены сравнительные стойкостные испытания дисковых пил с покрытием из TIN и без покрытия при распиловке плит из МДФ.

## **INCREASE IN THE DURABILITY OF CIRCULAR SAWS**

**Z.D. Chitidze, I.N. Gelashvili, V.V. Abaishvili, D.V. Abaishvili,  
I.V. Abaishvili**

### **Summary**

The procedure of rigid tests of circular saws during of wood-fiber boards is determined. Are investigated the ways of increasing the durability of circular saws by the method of the application of wear-resistant coating from nitride, of titanium on the working surfaces of vlades. Are carried out comparative tests of circular saws wits the coating and without the coating, during sawing of plates from MDF.



## ავტორთა საყურადღებოდ

### სამეცნიერო ნაშრომის რედაქციაში წარმოდგენის წესი

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

1. ნაშრომი უნდა შესრულდეს A4 ფორმატის ქაღალდის 1,5 ინტერვალით ნაბეჭდ გვერდზე ISO სტანდარტის მოთხოვნის მიხედვით:
  - ა) ნაშრომი უნდა მომზადდეს Microsoft Word-ში ცხრილებისა და ფორმულების რედაქტორების გამოყენებით; შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს Microsoft Excel-ის პროგრამა.
  - ბ) 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;
5. ნაშრომის გვერდების რაოდენობა განისაზღვრება 5-დან 10 გვერდამდე;
6. ავტორი პასუხს აგებს ნაშრომის შინაარსსა და ხარისხზე;
7. ზემოთ ჩამოთვლილი მოთხოვნების შეუსრულებლობის შემთხვევაში სტატია არ მიიღება. ნაშრომი იბეჭდება ავტორთა ხარჯით.

## სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის

### საბზაო დეპარტამენტში გაერთიანებულია შემდეგი

#### მიმართულებები:

- **რკინიგზის მშენებლობა, ლიანდაგი და სალიანდაგო მეურნეობა (№60)**  
მიმართულება ამზადებს მაგისტრალური და სამრეწველო რკინიგზების, პორტებისა და საბორნე გადასასვლელების, მეტროპოლიტენების და ქალაქის სარელსო ტრანსპორტის მშენებლობისა და სალიანდაგო მეურნეობის სპეციალისტებს.
- **ხიდები და გვირაბები (№64)**  
მიმართულება ამზადებს ხიდებისა და გვირაბების დაპროექტების, მშენებლობის, ექსპლუატაციისა და რეაბილიტაციის სპეციალისტებს.
- **საავტომობილო გზები და აეროდრომები (№65)**  
მიმართულება ამზადებს საავტომობილო გზებისა და აეროდრომების დაპროექტების, მშენებლობის, ექსპლუატაციისა და რეაბილიტაციის სპეციალისტებს.

#### სამაბისტრო სპეციალობები:

- რკინიგზის მშენებლობა
- ხიდების დაპროექტება, მშენებლობა და ექსპლუატაცია
- გვირაბების დაპროექტება, მშენებლობა და ექსპლუატაცია
- საავტომობილო გზებისა და აეროდრომების მშენებლობა

#### სადოქტორო კრობრამა „საბზაო ინფრასტრუქტურა და მიწისქვეშა ნაგებობები“.

##### მიმართულებები:

- ხიდების დაპროექტება, მშენებლობა და ექსპლუატაცია
- გვირაბების დაპროექტება, მშენებლობა და ექსპლუატაცია
- საავტომობილო გზებისა და აეროდრომების დაპროექტება, მშენებლობა და ექსპლუატაცია
- ლიანდაგი და სალიანდაგო მეურნეობა
- მეტროპოლიტენები
- საქალაქო მიწისქვეშა ნაგებობები
- რკინიგზის მშენებლობა

სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის

საინჟინრო ბრაზიკისა და ტექნიკური მექანიკის

დეპარტამენტში გაერთიანებულია შემდეგი

მიმართულებები:

- საინჟინრო გრაფიკა (№6)
- მექანიზმებისა და მანქანების თეორია (№9)
- მანქანათა ნაწილები და ამწე-სატრანსპორტო მანქანები (№53)

აღნიშნულ დეპარტამენტში შემავალი მიმართულებები წარმოადგენენ საინჟინრო-ტექნიკური განათლების ზოგად საუნივერსიტეტო საგნებს და გათვალისწინებულია ყველა საინჟინრო სპეციალობათა სასწავლო გეგმებში.

საღოქტორო პროგრამა „საინჟინრო და კომპიუტერული ბრაზიკა“. მიმართულებები:

- საინჟინრო გრაფიკა
- საინჟინრო დიზაინი

## შინაარსი

### შეფუთვითი სივრცითი ინვერსორი

ჯ. უფლისაშვილი, თ. ბარამაშვილი

СПАРЕННЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ИНВЕРСОР

Дж. Уплисашвили, Т. Бараашвили

PAIRED SPATIAL INVERSOR

J. Uplisashvili, T. Baramashvil ..... 5

### აქტიური ვიბროდამცავი ბაქნის შემუშავების შესახებ

მჭედლიშვილი თ.თ., დიასამიძე რ.ა., ამკოლადე ხ.მ., დიასამიძე ა.ა.

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ АКТИВНОЙ ВИБРОЗАЩИТНОЙ СИСТЕМЫ

Мчедlishvili Т.Ф., Диасамидзе Р.А., Амколадзе Х.М.

ON ISSUE OF ACTIVE VIBROPROTECTIVE SYSTEM'S DEVELOPMENT

Mchedlishvili T.F., Diasamidze R.A., Amkoladze Kh.M., Diasamidze A.A. .... 12

### საბნობრივი გარემოს გარდაქმნა და სამრეწველო დიზაინი

ა. შავგულიძე, თ. ბერიძე

TRANSFORMATION OF SUBJECT PROTECTION AND INDUSTRIAL DESIGN

T. Beridze

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ СРЕДЫ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН

T. Беридзе ..... 17

### დაქუცვამცავი ელემენტის გარე სტატიკური ხახუნის განსაზღვრა

ბ. ბოკოლიშვილი, ზ. ბალიაშვილი

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНЕШНЕГО СТАТИЧЕСКОГО ТРЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Б.И. Боколишвили, З.Н. Балиашвили

DETERMINATION OF OUTER STATIC FRICTION FOR MILLED TIMBER

B. Bokolishvili, Z. Baliashvili ..... 22

### ფრიქციული ქსოვის კალმის ფრეზის სრულყოფა

ნ. ბარძიმაშვილი, ბ. ჭელიძე, გ. ჭელიძე

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИЛОВОЙ ЦЕПИ ФРИКЦИОННОЙ МУФТЫ

Н. Бардзимашвиди, Б. Челидзе, Г. Челидзе

PERFECTION OF THE POWER CIRCUIT OF THE FRICTION CLUTCH

N. Bardzimashvili, B. Chelidze, G. Chelidze ..... 29

### მაღლივნიშნულბიანი გეგმილების მეთოდი სამგანზომილებიანი სივრცისათვის

ა. შავგულიძე, ნ. ნოზაძე

МЕТОД ПРОЕКЦИИ С ВЫСОТНЫМИ ОТМЕТКАМИ ДЛЯ ТРЕХМЕРНОГО ПРОСТРАНСТВА

А. Шавгулидзе, Н. Нозадзе

METHOD OF ELEVATIONS FOR THREE-DIMENSIONAL SPACE

A. Shavgulidze, N. Nozadze ..... 33

### მაღლივნიშნულბიანი გეგმილების მეთოდის განზოგადება ევკლიდეს ოთხგანზომილებიანი სივრცისათვის (პირველი ვარიანტი)

ა. შავგულიძე, ნ. ნოზაძე,

ОБОБЩЕНИЕ МЕТОДА ПРОЕКЦИЙ С ВЫСОТНЫМИ ОТМЕТКАМИ НА СЛУЧАЙ ЧЕТЫРЕХМЕРНОГО

ЕВКЛИДОВА ПРОСТРАНСТВА

A. შავგულიძე, Н. Нозадзе GENERALIZATION OF METHOD WITH HIGH ELEVATIONS FOR FOUR-DIMENSIONAL SPACE A. Shavgulidze, N. Nozadze .....	38
<b>ჰომოტეტიის საფუძველზე კონსტრუირებული მქანის კვლევა</b> ჯ. უფლისაშვილი, ი. უგრეხელიძე ИССЛЕДОВАНИЕ СКОНСТРУИРОВАННОГО НА ОСНОВЕ ГОМОТЕТИИ МЕХАНИЗМА Дж. Уплисашвили, И. Угрехелидзе RESEARCH OF DESIGNED ON PRINCIPLES OF HOMOTETY MECHANISM J. Uplishashvili, I. Ugrekheldze .....	43
<b>მორსატრევი თვითმტვირთავი აბრეგატის დინამიკური განვი მდგრადობის გამოკვლევა</b> მ. ნარიმანიშვილი, ზ. ბალამშარაშვილი, დ. მოსულიშვილი, რ. ტყემალაძე ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПОПЕРЕЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТРЕЛЕВОЧНОГО САМОПОГРУЖАЮЩЕГО АГРЕГАТА М. Нариманишвили, З. Баламцарашвили, Д. Мосулишвили, Р. Ткемаладзе INVESTIGATION OF DYNAMIC LATERAL STABILITY OF SKIDDING SELF-LOADING UNIT M. Narimanishvili, Z. Balamtsarashvili, D. Mosulishvili, R. Tkemaladze .....	48
<b>ზედაპირულად აქტიური საკონი ნივთიერებების გავლენა წებო-ბურბუშუმლის ნარევის დენადობაზე</b> ბ. ბოქოლიშვილი, ზ. ბალიაშვილი ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСНО-АКТИВНЫХ СМАЗЫВАЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ТЕКУЧЕСТЬ СТРУЖЕЧНО КЛЕЕВЫХ СМЕСЕЙ Б.И. Боколишвили, З.И. Балиашвили IMPACT OF ACTIVE SURFACE LUBRICANT SUBSTANCES ON THE GLUE-CHIP MIXTURE FLOW B. Bokolishvili, Z. Baliashvili .....	56
<b>წოგადი სახის მეორე რიგის ზედაპირები</b> ა. შავგულიძე, თ. ბერიძე ПЛОСКОСТИ ВТОРОГО РЯДА ОБОБЩЕННОГО ТИПА Т. Беридзе PLANE OF THE SECOND SERIES OF THE GENERALIZED TYPE T. Beridze .....	62
<b>ტყავის რაციონალური გამოყენება ტოპოგრაფიული ნაწილების თვისებების გათვალისწინებით</b> ლ. გერგეშელიძე РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЖИ, ПРИНИМАЯ ВО ВНИМАНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕТАЛЕЙ Л. Гергешелидзе RATIONAL USE OF LEATHER, CONSIDERING THE SPECIFICATIONS OF TOPOGRAPHIC PARTS L. Gergeshelidze .....	69
<b>საქართველოს რკინიგზის ცენტრალურ მიმართულებაზე გადაზიდვითი სიმკლავრის გაზრდის აქტუალური საკითხები</b> პ. ქენჭაძე, ა. შარვაშიძე, ჯ. მორჩილაძე, გ. გურამიშვილი, კ. შარვაშიძე	

<b>АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПЕРЕВОЗОЧНОЙ МОЩНОСТИ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ ГРУЗИНСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ</b> <b>П. Кенкадзе, А. Шарвашидзе, Д. Морчиладзе, Г. Гурамишвили, К. Шарвашидзе</b> <b>ACTUAL TERMS OF INCREASING POWER OF FREIGHT FORWARDING ON THE MAIN LINE OF GEORGIAN RAILWAY</b> <b>P. Kenkadze, A. Sharvashidze, J. Morchiladze, G. Guramishvili, K. Sharvashidze .....</b>	<b>74</b>
<b>ქვიშაქვების თბობენიანი მეთოდით დაშლის საპიტიხები ხელოვნური ქვიშის მისაღებად</b> <b>მ. ბეჯანიშვილი, ალ. ბურდულაძე</b> <b>ВОПРОСЫ РАЗЛЫХЛЕНИЯ ПЕСЧАНИКОВ ТЕПЛОВЛАЖНЫМ МЕТОДОМ ДЛЯ ПОЛЮЧЕНИЯ ПЕСКА</b> <b>М. бежанишвили, Ал. бурдуладзе</b> <b>QUESTIONS GRIND SANDSTONES WARM MOIST FOR POLYUCHENIYA SAND</b> <b>M. Bejanishvili, Al. Burduladze .....</b>	<b>85</b>
<b>Hatching Filling Areas დაშტრიხვა, ფართის შევსება Boundary Hatch შემოსაზღვრულის დაშტრიხვა</b> <b>ნ. ნოზაძე, გ. ჩიტაიშვილი, ნ. მუმლაძე</b> <b>Hatching Filling Areas Штриховка, заполнение площади Boundary Hatch Штриховка отграниченной области</b> <b>Н. Нозадзе, Г. Читаишвили, Н. Мумладзе</b> <b>Hatching Filling Areas and Boundary Hatch Commands</b> <b>N. Nozadze, G. Chitaishvili, N. Mumladze .....</b>	<b>93</b>
<b>სამრეწველო რობოტის 10В მქანის ბანგარეშობა სიმტკიცეზე</b> <b>ნათბილაძე ვ.შ., ნათბილაძე ნ.ვ.</b> <b>РАСЧЁТ НА ПРОЧНОСТЬ МЕХАНИЗМА ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА 10В</b> <b>Натбиладзе В.Ш., Натбиладзе Н.В.</b> <b>STRENGTH DESIGN OF INDUSTRIAL ROBOT 10В MECHANISM</b> <b>Natbiladze V.Sh., Natbiladze N.V. ....</b>	<b>98</b>
<b>მორსათრევი თვითმტვირთავი აბრეშატის სტატიკური ბანივი მდგრადობის გამოკვლევა</b> <b>მ. ნარიმანიშვილი, ზ. ბალამცარაშვილი, დ. მოსულიშვილი, რ. ტყემალაძე</b> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ СТАТИЧЕСКОЙ</b> <b>УСТОЙЧИВОСТИ ТРЕЛЕВОЧНОГО САМОПОГРУЖАЮЩЕГО АГРЕГАТА</b> <b>М. Нариманишвили, З. Баламцарашвили, Д. Мосулишвили, Р. Ткемаладзе</b> <b>INVESTIGATION OF STATIC LATERAL STABILITY OF SKIDDING SELF-LOADING UNIT</b> <b>M. Narimanishvili, Z. Balamtsarashvili, D. Mosulishvili, R. Tkemaladze .....</b>	<b>103</b>
<b>სინჯის მიმწოდებელი პნევმატიკური მოწყობილობის გაუმჯობესებული სამუშაო რეჟიმის დინამიკური ღინამიკური გამოცდა</b> <b>თ. შარაბიძე, თ. კოკაია</b> <b>ДИНАМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ТОРМОЗНОГО ДЕМПФЕРА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРОБОПАДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА</b> <b>Шарабидзе Т. И., Кокая Т.И.</b> <b>EXAMINE DIMANICAL DRAKE DAMPER MODEL OF PNEUMATIC SAMPLE-FEEDING MEXANIZM</b> <b>Sharabidze T.I., Cocaia T.I. ....</b>	<b>112</b>

**მორსათრევი თვითმტვირთავი აბრეშაბის გამავლობის გამოკვლევა მთიანო  
ტყის ქანობებზე მქსკლუტატაციის ღროს**

**მ. ნარიმანაშვილი, ზ. ბალამწარაშვილი, დ. მოსულიშვილი, რ. ტყემაღაძე**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОХОДИМОСТИ ТРЕЛЕВОЧНОГО САМОПОГРУЖАЮЩЕГО АГРЕГАТА ПРИ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ В ГОРНЫХ ЛЕСНЫХ СКЛОНАХ**

**М.Нариманишвили, З. Баламцарошвили, Р. Ткемаладзе, Д. Мосулишвили**

**INVESTIGATION OF CROSS-SKIDDING SELF-SINKING UNIT IN OPERATION IN THE MOUNTAINOUS FORESTED  
SLOPES**

**M. Narimanashvili, Z. Balamtsarashvili, D. Mosulishvili, R. Tkemaladze ..... 117**

**BOOLEAN OPERATIONS ლოგიკური ოპერაციები**

**ნ. ნოზაძე, გ. ჩიტაიშვილი, ნ. მუმლაძე**

**BOOLEAN OPERATIONS Логические операции**

**Н. Нозадзе, Г. Читаишвили, Н. Мумладзе**

**BOOLEAN OPERATIONS**

**N. Nozadze, G. Chitaishvili, N. Mumladze ..... 124**

**მასალის გამოყენების პროცენტის ფორმულის კორექტირება**

**ლ. გერგეშელიძე**

**КОРРЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕНТНОЙ ФОРМУЛЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА**

**Л. Гергешелидзе**

**CORRECTION OF THE FORMULA OF MATERIAL USE PERCENT**

**L. Gergeshelidze..... 130**

**ტორსული ფრეზების ცვეთამდებობა ფვრილდისაპერსიული მერქნული ფრეზების  
(MDF) მერქანბოტკოვანი ფილების დამუშავებისას**

**ზ. ჩიტაძე, ი. გელაშვილი, ვ. აბაიშვილი, დ. აბაიშვილი, ი. აბაიშვილი**

**ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ТОРЦЕВЫХ ФРЕЗ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПЛИТ ИЗ МДФ**

**Читидзе З.Д., Гелашвили И.Н., Абаишвили В.В., Абаишвили Д.В., Абаишвили И.В.**

**THE WEAR RESISTANCE OF END-MILING CUTTERS WITH THE TREATMENT OF PLATES FROM MDF Z.D.**

**Chitidze, I.N. Gelashvili, V.V. Abaishvili, D.V. Abaishvili, I.V. Abaishvili ..... 134**

**დისკური ხერხების მდებობის გაზრდა**

**ზ. ჩიტაძე, ი. გელაშვილი, ვ. აბაიშვილი, დ. აბაიშვილი, ი. აბაიშვილი**

**. ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ДИСКОВЫХ ПИЛ**

**Читидзе З.Д., Гелашвили И.Н., Абаишвили В.В., Абаишвили Д.В., Абаишвили И.В.**

**INCREASE IN THE DURABILITY OF CIRCULAR SAWS**

**Z.D. Chitidze, I.N. Gelashvili, V.V. Abaishvili, D.V. Abaishvili, I.V. Abaishvili ..... 140**

# სტუ-ს სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაბრიკაში



საქართველოს მანქანათმშენებლობის ფაბრიკაში

ამჟამად გეგმიური მუშაობა და სარეკლამო  
სელონების ციფრული ტექნოლოგიების  
მართლმართლებით სპეციალისტებს

კვალიფიკაცია და სწავლების ხანგრძლივობა:

- ბაკალავრი - 4 წელი,
- მაგისტრი - 2 წელი,
- დოქტორი - 3 წელი