

ამწე სატრანსპორტო მანქანების დინამიკური კვლევა

**ირინე ყაჭიური**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროგრამა მშენებლობის მაგისტრანტი

**მაია ბარბაქაძე**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო მანქანების  
დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, მექანიკის ინჟინერიისა და  
ტექნოლოგიის აკადემიური დოქტორი

**გელა ყიფიანი**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო მანქანების  
დეპარტამენტის პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი

DOI: <https://doi.org/10.52340/gbsab.2024.50.05>

**საკვანძო სიტყვები:** ამწე, დინამიკა, მდგრადობა, ალგორითმი, პროგრამა.

**რეზიუმე**

ნაშრომში განიხილება ხარიხა ამწის სავალი თვლის რელსთან ურთიერთქმედების პროცესში აღმოცენებული დინამიკური ძალების, განმზღენი ძალების შემცირების საშუალებანი-ამწის საიმედოობის გაზრდის მიზნით. კლიმატური კატაკლიზმების პირობებში ამწის მდგრადობის შენარჩუნების პირობები და ტექნოლოგიური მეთოდები.

კვლევა ეხება ხარიხა ამწის საიმედოობის ამაღლებას ამწეზე მოქმედი დინამიკური ძალების შემცირების გზით.

სამეცნიერო ნაშრომი შესრულებულია საქართველოს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის (SRNSFG) ხელშეწყობით. პროექტი NMR-23-759

მათემატიკური მოდელირების მეშვეობით ჩატარებული დინამიკური გამოკვლევების საფუძველზე ცვლადი დინამიკური დატვირთვების და რეზონანსული რეჟიმის თავიდან აცილების მიზნით, პროცესების მიმდინარეობის რეჟიმების დადგენა;

ამწეს სავალი თვლის გორვის ზედაპირის კონსტრუქციული ფორმის შეცვლით და სავალი კვანძისთვის ღერძული გადაადგილების შესაძლებლობის მინიჭების შედეგად განმზღენი ძალების მინიმუმაცია, რითაც მიიღწევა თვლის ცვეთამედეგობის ხანგრძლივობის ამაღლება.

განზოგადოებულ კორდინატებით შედგენილი სისტემის “ამწე-ლიანდაგი“ მათემატიკური მოდელით ამწეს დატვირთვის სქემის ანალიზი და რეაქციების პროგნოზირების საერთო მეთოდის შემუშავება.

ამწეს დინამიკური მოდელის კომპიუტერული გაანგარიშებები, ალგორითმი და პროგრამები MATLAB 9.7 და LIRA SAPR 22.

## 1. შესავალი

დღევანდელ მსოფლიოში, როდესაც მშენებლობის მოცულობამ უზარმაზარ მასშტაბებს მიაღწია, მზარდი ტემპებით ვითარდება მრეწველობა, იზრდება სატრანსპორტო კავშირები მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებს შორის, ვითარდება ვაჭრობა და ა.შ., მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ამწე-სატრანსპორტო, დამტვირთ-განმტვირთავ და სასაწყობო სამუშაოების შესრულების ეფექტურობის ამაღლებას, რამეთუ ეს სამუშაოები მნიშვნელოვნად უწყობენ ხელს ქვეყნის ეკონომიკის განვითარებას. ყოველივე ეს განაპირობებს ამწე-სატრანსპორტი მანქანების საიმედოობის და მათი შემადგენელი ელემენტების ხანგამძლეობის მიმართ მზარდ ყურადღებას და მოთხოვნებს. [1]

ამწე-სატრანსპორტო მანქანათა ერთ-ერთ გავრცელებულ ჯგუფს მიკუთვნებული ხარიხა და ხიდური ამწეების საიმედოობის უმთავრესი მახასიათებლები-უმტყუნებლობა და ხანგამძლეობა, მნიშვნელოვნად არის განპირობებული მათი სავალი ნაწილის შესაბამისი მაჩვენებლებით. კერძოდ, მალეცვეთადი ელემენტებით-თვლების და სავალი კვანძის ლითონკონსტრუქციის ამტანობის უნარის ექსპლუატაციურ-კონსტრუქციული მაჩვენებლების სიმყარით. [2],[3]

ხარიხა და ხიდური ამწეების ინტენსიურად ცვეთადი ელემენტები-სავალი თვლები, ისედაც მცირე რესურსის პირობებში, ხშირად იმაზე ნაკლებ დროს მუშაობენ, ვიდრე მათი სამსახურის ვადა განსაზღვრულია ანგარიშით. ამწეების არაგემიური რემონტი და აქედან გამომდინარე მოცდენა წარმოშობს დიდ ეკონომიურ დანაკარგებს, როგორც წარმოებისთვის ასევე ქვეყნის ეკონომიკისთვის. ხიდურა ამწეების საიმედოობაზე ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენებს, რომ მათი მოცდენის დროს 10-12% უკავშირდება სავალი თვლების მოწყობიდან გამოსვლას. ხარჯები, რომელიც განპირობებულია, სავალი თვლების აღდგენასთან და შეცვლასთან შეადგენს ამწეს მთლიანი რემონტის ღირებულების 15-20%-ს.

ამწემწარმოებელი ქვეყნებში წელიწადში უშვებენ რამდენიმე ასეულ ათას ამწეს სავალ თვალს. ლითონის წლიური ხარჯი ამწეს თვლების წარმოებაზე განისაზღვრება რამდენიმე ათასი ტონით. ამასთან, დამზადებული თვლების მესამედზე ნაკლები მოდის ახლად წარმოებული ამწის ასაწყობად, დანარჩენი განკუთვნილია გაცვეთილი თვლების შესაცვლელად.

აღსანიშნავია, რომ გათვალისწინებული იქნას მკაცრი ბუნებრივი მოვლენები. კერძოდ ქარბორბალის გამო 2010 წელს და 2021 წელს სექტემბერში ქალაქ ფოთში შპს

“ჯორჯიან ტრანსექსპედიცია ფოთი“ს კუთვნილ საკონტინერო ტერმინალზე მოხდა ჯოჯგინა ამწეების დაზიანება. გადმოცემულია აღნიშნული რისკების აღმოფხვრის შესახებ.

აქედან გამომდინარე, ამწეების სავალი თვლების (წარმოადგენენ უნიფიცირებულ ელემენტებს სხვადასხვა ტიპის ამწეებისათვის) ხანგამძლეობის ამაღლება, წარმოადგენს მნიშვნელოვან, აქტუალურ ამოცანას ქვეყნის მრეწველობის განვითარებისათვის.

## 2. ძირითადი ნაწილი

### მცირე რხევის განტოლებების კოეფიციენტების დაშლა საკუთარი ფორმების მიმართ [6]

დავწეროთ განტოლებათა სისტემა  $l$ -ური საკუთარი რხევი-სათვის, პირდაპირი ფორმით, გვექნება:

$$P_e^2 U_{ei} = \sum_{k=1}^s b_{ik} U_{ek}, \quad (i = 1, 2, \dots, s) \quad . \quad (1)$$

$b_{ik}$  წარმოვადგენთ შემდეგი სახით:

$$b_{ik} = \sum_{n=1}^s a_{ni} U_{nk}, \quad (i, k = 1, 2, \dots, s). \quad (2)$$

ტოლობის ორივე მხარე გავამრავლოთ  $U_{ek}$ -ზე და შემდეგ ავჯამოთ  $k$ -ს მიმართ, მივიღებთ:

$$\sum_{n=1}^s b_{ik} U_{ek} = \sum_{k=1}^s U_{ek} = \sum_{n=1}^s a_{ni} U_{nk} = \sum_{n=1}^s a_{ni} = \sum_{k=1}^s U_{ek} U_{nk},$$

ორთოგონალობისა და ნორმირების პირობის ძალით, მივიღებთ:

$$a_{li} = \sum_{k=1}^s b_{ik} U_{ek}.$$

თუ ახლა გავითვალისწინებთ (1), მაშინ  $a_{li} = U_{li} P_e^2$ . ჩავსვათ  $a_{li}$ . ეს მნიშვნელობა (2)-ში, მივიღებთ, პირდაპირი ფორმით დაწერილი განტოლებათა სისტემის კოეფიციენტების დაშლას საკუთარი ფორმების მიმართ:

$$b_{li} = \sum_{n=1}^s P_l^2 U_{ni} U_{nk} \quad (i, k = 1, 2, \dots, s). \quad (3)$$

დავწეროთ,  $l$ -ური საკუთარი რხევის განტოლებები შებრუნებული ფორმით

$$U_{li} = P_i^2 \sum_{k=1}^s h_{ik} U_{lk} .$$

ანალოგიური გზით მივიღებთ  $h_{li}$  კოეფიციენტების დაშლას საკუთარი ფორმების მიმართ:

$$h_{ik} = \sum_{n=1}^s \frac{U_{ni} U_{nk}}{P_n^2}, \quad (i, k = 1, 2, \dots, s). \quad (4)$$

ახლა, იტერაციით შეიძლება ვიპოვოთ  $h_{ik}$  კოეფიციენტის დაშლა ნებისმიერ რიგამდე, ე.ი. ჯამი

$$h_{ik}^0 = h_{ik}, \quad h_{ik}^1 = \sum_{n=1}^s h_{in}^0 h_{nk}, \dots, h_{ik}^{(m)} = \sum_{n=1}^s h_{in}^{(m-1)} h_{nk} .$$

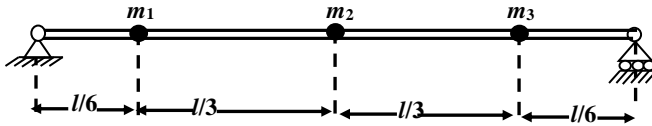
(4)-ის მიხედვით ვიპოვით

$$h_{ik}^{(m)} = \sum_{n=1}^s \frac{U_{ni} U_{nk}}{P_n^{2(m+1)}}, \quad (i, k = 1, 2, \dots, s) \quad (5)$$

პირდაპირი განტოლების კოეფიციენტების იტერაციით მივიღებთ:

$$b_{ik}^{(m)} = \sum_{n=1}^s U_{ni} U_{nk} P_n^{2(m+1)}, \quad (i, k = 1, 2, \dots, s) \quad (6)$$

**ამოცანა:** ვიპოვოთ ერთგვაროვანი ძელის განივი რხევის საკუთარი ფორმები. დავყოთ ძელი სამ ტოლ ნაწილად და მათი მასები მოვათავსოთ შუა წერტილებში (ნახ. 1). ძელის სიგრძე აღვნიშნოთ  $l$ -ით, სიგრძის ერთეულის მასა  $\mu$ -ით. მაშინ თითოეული ნაწილის მასა ტოლი იქნება  $m_1 = m_2 = m_3 = \frac{\mu l}{3}$ . დრეკადობის მოდული აღვნიშნოთ  $E$  (კგ/სმ<sup>2</sup>). ხოლო განივი კვეთის ინერციის მომენტი (მთელ სიგრძეზე მუდმივია) –  $I$  (სმ<sup>4</sup>).



ნახ. 1

გავლენის სტატიკური კოეფიციენტების გამოსათვლელად თუ გამოვიყენებთ (7) ფორმულებს, მივიღებთ:

$$\alpha_{11} = \frac{25l^3}{3888EI}, \quad \alpha_{12} = \frac{\frac{l}{6} \cdot \frac{l}{2} \left( l^2 - \frac{l^2}{36} - \frac{l^2}{4} \right)}{6EI} = \frac{39}{3888EI} l^3;$$

$$\alpha_{13} = \frac{17}{3888EI} l^3, \quad \alpha_{22} = \frac{\frac{l^2}{4} \left( l - \frac{l}{2} \right)^2}{6EI} = \frac{81}{3888EI} l^3,$$

$$\alpha_{23} = \frac{39}{3888EI} l^3, \quad \alpha_{33} = \frac{25}{3888EI} l^3, \quad \alpha_{21} = \alpha_{12},$$

$$\alpha_{13} = \alpha_{31}, \quad \alpha_{32} = \alpha_{23}.$$

(8) შებრუნებული ფორმით დაწერილი განტოლებიდან, მივიღებთ:

$$\lambda_i = P^2 \frac{\mu l}{3} \sum_{k=1}^3 \alpha_{ik} \lambda_k, \quad (i, k = 1, 2, \dots, s).$$

თუ ამ გამოსახულებაში ჩავსვით  $\alpha_{ik}$  მნიშვნელობებს და ჩაწერის გამარტივების მიზნით შემოვიღებთ აღნიშვნას

$$\omega^2 = 3888 \cdot \frac{1}{P^2 \cdot \frac{\mu l}{3}} = \frac{11664EI}{P^2 \mu l^4}.$$

მივიღებთ შემდეგ განტოლებათა სისტემას:

$$\begin{aligned} \lambda_1 \omega^2 &= 25\lambda_1 + 39\lambda_2 + 17\lambda_3; \\ \lambda_2 \omega^2 &= 39\lambda_1 + 81\lambda_2 + 39\lambda_3, \\ \lambda_3 \omega^2 &= 17\lambda_1 + 39\lambda_2 + 25\lambda_3. \end{aligned} \quad (9)$$

ამ სისტემის სიხშირის განტოლება მიიღებს სახეს:

$$\begin{vmatrix} 25 - \omega^2 & 39 & 17 \\ 39 & 81 - \omega^2 & 39 \\ 17 & 39 & 25 - \omega^2 \end{vmatrix} = 0.$$

თუ დეტერმინანტს გავშლით, მაშინ გვექნება  $\omega^6 - 131\omega^4 + 134\omega^2 - 2880 = 0$ . ეს კი დაიშლება მამრავლებად  $(\omega^2 - 120)(\omega^2 - 8)(\omega^2 - 3) = 0$ . მისი ფესვები  $\omega_1^2 = 120$ ,  $\omega_2^2 = 8$ ,  $\omega_3^2 = 3$ , ხოლო ღეროს შესაბამისი რხევის საკუთარი სიხშირეები კი

$$P_1 = \frac{9,859}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{\mu}}; \quad P_2 = \frac{38,18}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{\mu}}, \quad P_3 = \frac{62,354}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{\mu}}.$$

რხევის საკუთარი ფორმების საპოვნელად (9) განტოლებებიდან ავირჩევთ ორ განტოლებას, მაგალითად პირველსა და მეორეს

$$\begin{aligned} (25 - \omega^2)\lambda_1 + 49\lambda_2 &= -17\lambda_3; \\ 39\lambda_1 + (81 - \omega^2)\lambda_2 &= -39\lambda_3. \end{aligned}$$

თუ აქ ჩავსვამთ  $\omega_1^2 = 120$ , მივიღებთ:

$$\begin{aligned} 95\lambda_1 + 39\lambda_2 &= -17\lambda_3, \quad -56\lambda_1 = -56\lambda_3. \\ 39\lambda_1 - 39\lambda_2 &= -39\lambda_3, \quad \lambda_1 - \lambda_2 = -\lambda_3. \end{aligned}$$

ცხადია

$$\lambda_1 = \lambda_3, \quad \lambda_2 = 2\lambda_3, \quad \lambda_3 = \lambda_3.$$

აქედან მივიღებთ:

$$\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 1 : 2 : 3 \text{ რხევის პირველი ფორმა.}$$

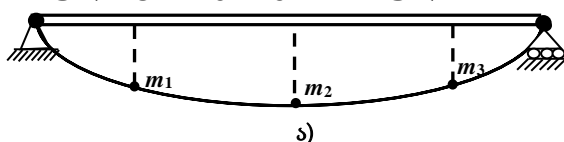
თუ ჩავსვამთ  $\omega_2^2 = 8$ , მაშინ

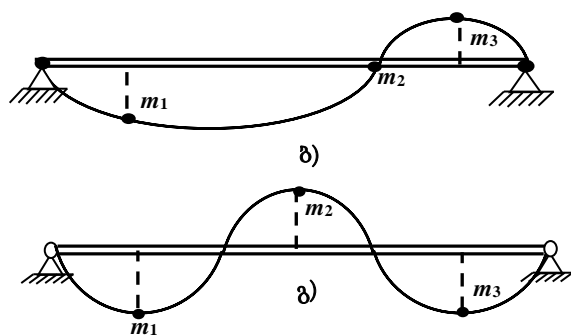
$$\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 1 : 0 : -1 \text{ რხევის მეორე ფორმა. [5]}$$

ჩავსვით  $\omega_3^2 = 3$

$$\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 1 : -1 : 1 \text{ რხევის მესამე ფორმა.}$$

აღნიშნული ფორმები გამოსახულია ნახ. 2 ა, ბ, გ-ზე.





ნახ. 2

პირველი ფორმის მანორმირებული მამრავლი

$$N_1 = \frac{1}{\sqrt{1^2 + 2^2 + 1^2}} = \frac{1}{\sqrt{6}},$$

ხოლო მეორე და მესამე ფორმებისათვის

$$N_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad N_3 = \frac{1}{\sqrt{3}}.$$

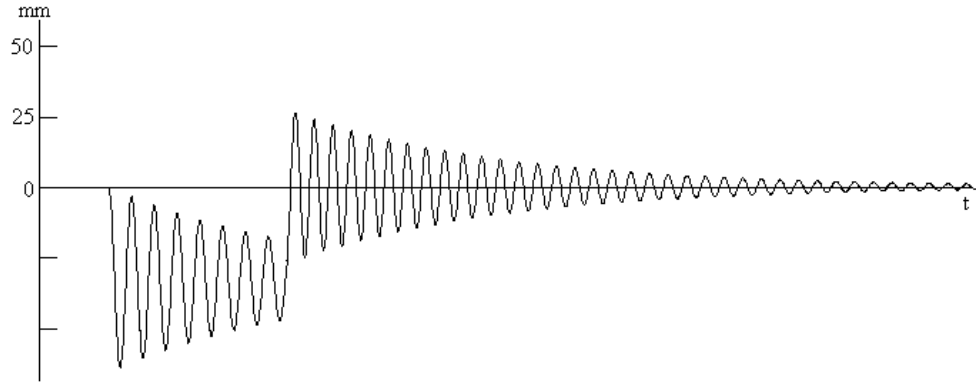
ნორმირებული საკუთარი ფორმების ამპლიტუდებისათვის გვექნება: [7],[8]

$$\text{პირველისათვის } \frac{1}{\sqrt{6}} : \frac{2}{\sqrt{6}} = \frac{1}{\sqrt{6}};$$

$$\text{მეორესათვის } \frac{1}{\sqrt{2}} : 0 : \frac{1}{\sqrt{2}};$$

$$\text{მესამესათვის } \frac{1}{\sqrt{3}} : \frac{2}{\sqrt{6}} = \frac{1}{\sqrt{6}}$$

ნახ. 1ზე წარმოდგენილია საკვლევი ხარხა ამწეს (KC50-42B) მათემატიკური მოდელირებით მიღებული შედეგები, ანუ ტვირთის აწევის შედეგად წარმოქმნილი პორტალის განივი რხევების შესაბამისი ოსცილოგრამები და ამწე მექანიზმის გრძივი გადაადგილებისას წარმოქმნილი ამწეს საყრდენების რხევის ოსცილოგრამები.



ნახ.1

ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია ტვირთის მყისიერად ატაცების დროს ხარისხა ამწეს პორტალში წარმოქმნილი 7-8 ჰერცი სიხშირის რხევებისა და ტვირთის მყისიერად გაშვების შედეგად წარმოქმნილი 10-11 ჰერცის რხევების ოსცილოგრამები. როგორც ოსცილოგრამიდან ჩანს პორტალის რხევის სიხშირე იცვლება რადგან ამწეს დატვირთვის და განტვირთვის შედეგად იცვლება მთლიანი მასა. რადგან რხევის სიხშირე არ არის მაღალი, რხევის ნებისმიერი მომენტისათვის ადგილი არა აქვს ტვირთის მიერ ბაგირის დაჭიმულობის მნიშვნელოვან ცვლილებას, ანუ ტვირთი არ გამოდის ბოდებიდან.

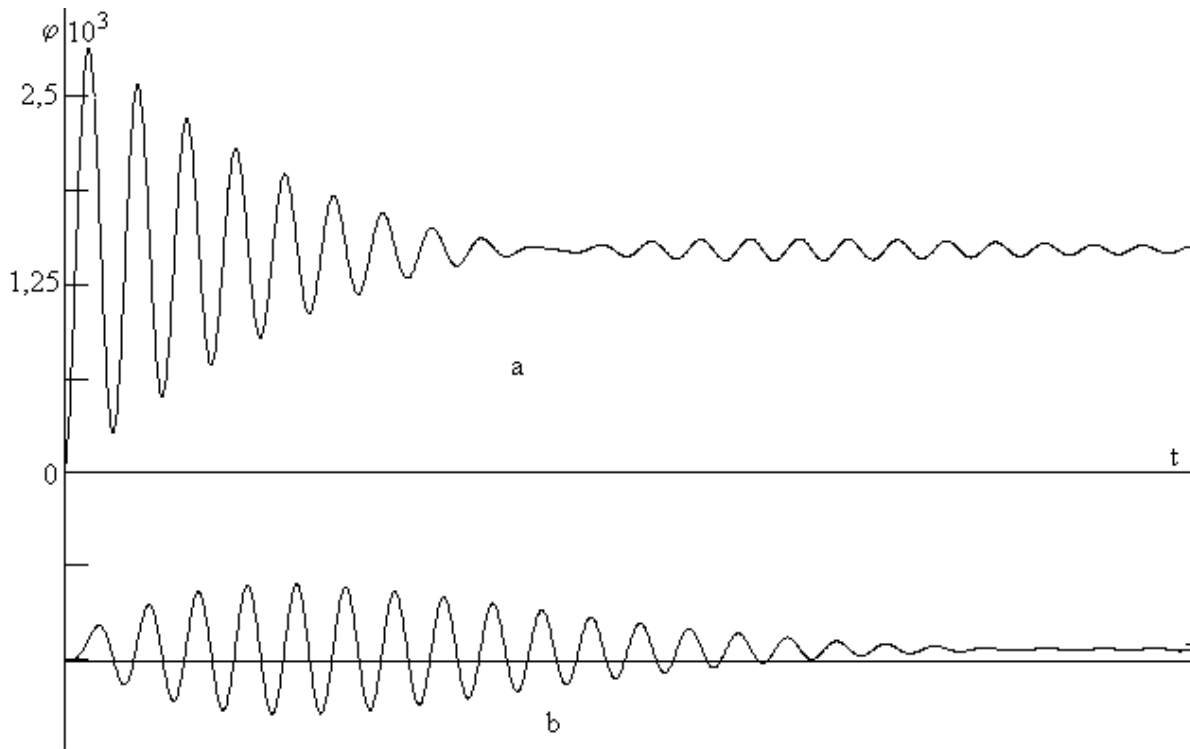
პორტალის გრეხვითი რხევების აღმწერი განტოლებათა სისტემა წარმოდგენილია (1) დიფერენციალური განტოლებით.

$$\begin{aligned}
 I_1 \frac{d^2 \varphi_1}{dt^2} + f_1 \frac{d\varphi_1}{dt} + k_1(\varphi_1 - \varphi_2) &= P_1 l; \\
 I_2 \frac{d^2 \varphi_2}{dt^2} + f_2 \frac{d\varphi_2}{dt} + k_2(\varphi_2 - \varphi_1) &= P_2 l;
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

თუ დაუშვებთ, რომ აღნიშნული განტოლებათა სისტემა (1) აღწერს მხოლოდ ორ მასიან იზოლირებულ სისტემას, მაშინ ამოხსნათა გამარტივების მიზნით სისტემა (1) შესაძლებელია დაყვანილი იქნას ერთ გამარტივებულ დაყვანილპარამეტრებთან განტოლებაზე.

$$I \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + f \frac{d\varphi}{dt} + k\varphi = Pl;
 \tag{2}$$

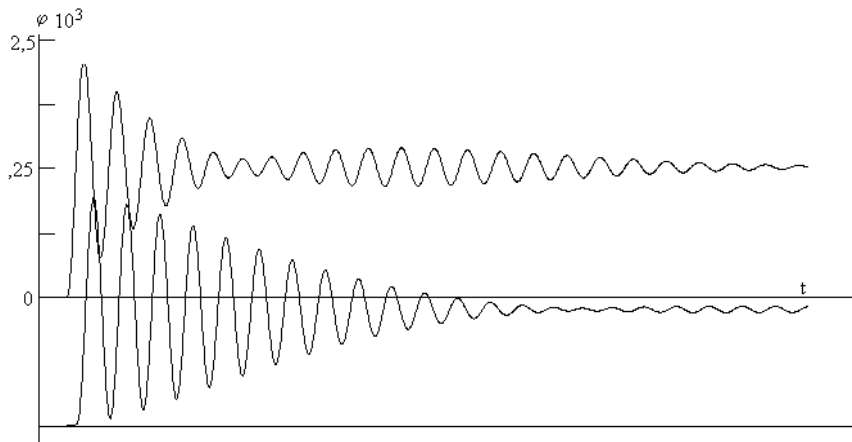




ნახ. 2. ამწეს სავალი ურიკას გრძივი რხევები, გამოწვეული პორტალის გრეხვითი დეფორმაციით

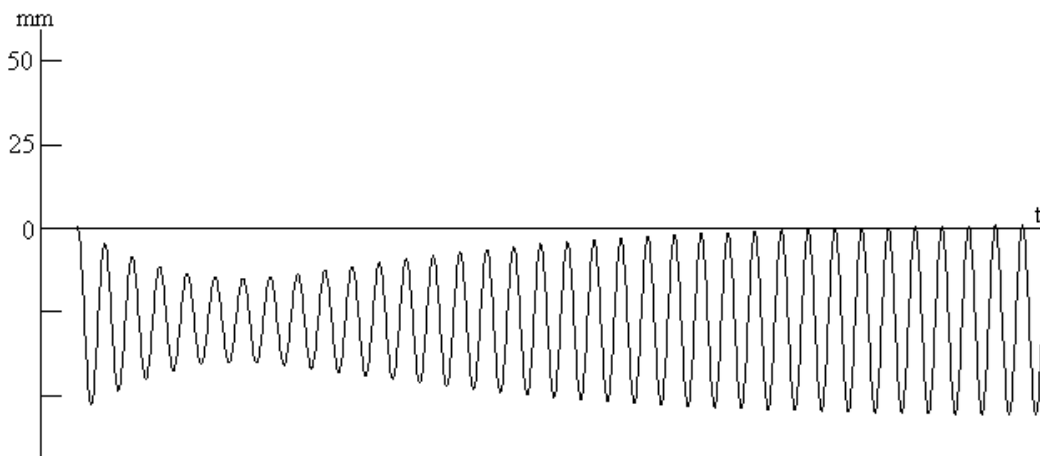
ნახ. 2-ზე ნაჩვენებია ხარიხა ამწეს გადაადგილებისას რელსზე მისი საყრდენ-სავალი ურიკას გრძივი რხევები, რომელიც გამოწვეულია პორტალის გრეხვითი დეფორმაციის შედეგად. ამწე მოძრაობაში მოდის მხოლოდ ერთი ძრავით. „a” წამყვანი სავალი ურიკა, „b” ამყოლი სავალი ურიკა. ცხადია რეალურად მხოლოდ ერთი ურიკას მეშვეობით ასეთი მასიური და დიდი გადაწვდომის ამწე მექანიზმების გადაადგილება დაუშვებელი და შეუძლებელია, რადგან ეს გამოიწვევს ძლიერ გვერდით მომენტის წარმოქმნას და შესაბამისად ხარიხა ურიკების თვლების რელსებთან დიდ ცვეთას და გაჭედვას.

ნახ. 1-ზე წარმოდგენილია ამწეს ურიკების გრძივი რხევითი მოძრაობები, რომლებიც გამოწვეულია პორტალის გრეხვითი დეფორმაციებისაგან.



ნახ. 3. პორტალის გრეხვითი დეფორმაციებისგან გამოწვეული გრძივი რხევითი მოძრაობების ოსცილოგრამები

ამწეს სავალი ურიკები მოძრაობას იწყებენ მყისიერად, მაგრამ არაერთგვაროვნად (დაყოვნებით) რაც გამოწვეულია ურიკების თვლების რელსებთან კონტაქტის (შეჭიდულობის) არაერთგვაროვნებით, რის გამოც ადგილი აქვს თვლების არათანაბარ ასრიალებას რელსებთან.



ნახ. 4. ტვირთის აწევის დროს განვითარებული პორტალის ღუნვითი რხევების ოსცილოგრამა

ნახ. 4. წარმოდგენილია ტვირთის აწევის დროს განვითარებული პორტალის ღუნვითი რხევები, რომლებიც გამოწვეულია, როგორც ამწე მექანიზმის ასაწევ ტვირთთან მყისიერად მოდებამში მოსვლით გამოწვეული გარდამავალი რეჟიმით, ისე ტვირთამწევი ძრავის მიერ წარმოქმნილი პერიოდული ციკლური ძალით (იძულებითი

ძალა), რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს ამწეს პორტალის რეზონანსული რხევითი რეჟიმი.

მათემატიკური მოდელების გზით ჩატარებული დინამიკური გამოკვლევების საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ აღნიშნული ტიპის ამწეებში, ცვლადი დინამიკური დატვირთების თავიდან აცილების მიზნით გარდამავალი პროცესები სასურველია მიმდინარეობდეს მდორედ. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ მეტად სასურველია ამწეს პორტალი (ხიდი) შეიცავდეს რხევების მადემფერირებელ მოწყობილობას. ასევე მეტად სასურველი, რომ ხარიხა ამწეს გრძივი გადაადგილების მექანიზმის ორივე ურიკა მოძრაობაში მოდიოდეს ერთდროულად, რელსებზე ასრიალების გარეშე და მათ გააჩნდეთ რელსებთან გვერდითი დაწოლის შემარბილებელი მექანიზმი.

### 3. დასკვნა

მიღებულია ამწეს ყველაზე ინტენსიურად ცვეთადი ელემენტების-სავალი თვლების და მთლიანად ამწეს ცვეთა მედეგობის და ხანგამძლეობის ამაღლება განმზღენი ძალების მინიმიზაციით, რაც გამოიხატება ამწეს მოცდენების და შესაბამისად რემონტზე დახარჯულ მატერიალური სახსრების 15-20%-ით შემცირებაში, რომელიც სოლიდურ თანხას შეადგენს;

“ამწე-ლიანდაგი“ მათემატიკური მოდელის რეალიზაცია, რომელიც იძლევა შესაძლებლობას:

მოვახდინოთ ამწის სავალი ლიანდაგის ნორმატიული გადახრებით და ამწის კონსტრუქციული განსაკუთრებულობებით გამოწვეული ძალების პროგნოზირება და დავადგინეთ სისტემის “ამწე-ლიანდაგი“ ექსპლუატაციისათვის საუკეთესო პირობები.

მათემატიკური მოდელირების გზით ჩატარებულია გამოკვლევების საფუძველზე ცვლადი დინამიკური დატვირთვების და რეზონანსული რეჟიმის თავიდან აცილების მიზნით, პროცესების მიმდინარეობის რეჟიმების დადგენა.

### ლიტერატურა

1. Kipiani G.O. Review of works on the calculation of thin-walled spatial systems with discontinuous parameters (1980-2013)//Актуальные проблемы архитектуры, строительства, материалы V международной конференции. 25-28 июня 2013 года/ Под общей редакцией Е.Б. Смирнова, СПГАСУ. -в. 2, ч. 1. -СПБ, 2013, с. 262-267ю
2. Kipiani Gela. Definition of critical loading on three-layered plate with cuts by transition from static problem to stability problem//Contemporary Problems in Architecture and Construction. Selected. peer reviewed papers the 6" International Conferences on Contemporary Problems of Architecture and Construction, June 24:27, 2014: Ostrava, Czech Republic. Edited by Darja Kubeckoyg Trans Tech, publications LTD, Switzerland, 2014, pp. 143-150.
3. Михайлов Б.К., Кипиани Г.О. Деформированность и устойчивость пространственных пластинчатых систем с разрывными параметрами. Стройиздат Спб. С.-Петербург, 1996. -442 с.
4. Kipiani Gela, Rajczyk Marlena, LausovaLenka. Influence of Rectangular holes on stability of three-layer plates // Applied Mechanics and Materials Vol 711 (2015) p.p. 397-401. С (2015) Trans Tech Publications, Switzerland. Doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.771.397
5. ბლიაძე სეით, ყიფიანი გელა, გოგოლიძე აკაკი, გომაძე რუსუდან. კონსტრუქციის დადლილობაზე ანალიზი კომპლექსური პროგრამა ANSYS-ის მეშვეობით. პროფესორ გელა ყიფიანის რედაქციით. „საქართველოს საავიციო უნივერსიტეტი“. თბილისი, 2017. 232 გვ.
6. ყიფიანი გელა. რხევების გამოყენებითი თეორიის საფუძვლები გამომცემლობა „უნივერსალი“ თბილისი 2023. 221 გვ.

7. ვალიშვილი ნოდარ, გიორხელიძე დემურ. მასალების და კონსტრუქციების გამძლეობა. გამომცემლობა „ქისიაი“ თბილისი. 2008. 548 გვ.

8. Zdenek P. Bazant Luigi Cedolin. Stability of structures (Elastic, Inelastic, Fracture, and Damage Theories). Manufactured in the United States of Amerika Doner Publications. Inc. 31 East 20nd Sreet. Minola NIS. 2003. → 1011 p.

Dynamic study of crane vehicles

**Irine Katchiuri**

Georgian Technical University Master's Program in Civil Engineering

**Maia Barbakadze**

Assistant Professor, Department of Construction Machinery, Georgia Tech University,

Academic Doctor of Mechanical Engineering and Technology

**Gela Kipiani**

Professor, Department of Construction Machinery, Georgia Tech University, Doctor of

Engineering

## **RESUME**

The article discusses ways to reduce the dynamic forces that arise during the interaction of the crane carriage with the rail, in order to increase the reliability of the crane. Conditions and technological methods for maintaining the stability of cranes in conditions of climatic disasters. The study is devoted to improving the reliability of an overhead crane by reducing the dynamic forces acting on the crane. Based on dynamic studies carried out by

mathematical modeling, determine process modes in order to avoid variable dynamic loads and resonance mode;

By changing the structural shape of the crane wheel tread and allowing axial movement of the wheel hub, the resulting forces are minimized, thereby increasing the wear resistance of the wheel. Analysis of the crane load pattern using a mathematical model of the crane-rail system, composed of generalized coordinates, and development of a general methodology for predicting reactions.

Computer calculations of the dynamic model of the crane, algorithm and programs MATLAB 9.7 and LIRA SAPR 22.