

აბრეშუმის ძაფის სისქის კონტროლი ტენზომარდაქმნელის გამოყენებით

ზურაბ ჯოსხარიძე, ვლადიმერ ფადიურაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია აბრეშუმის პარკებიდან შვიდწვერა კომპლექსური ძაფის ამორღვევისას ძაფის სისქის კონტროლი, რომელიც უნდა იყოს 90–105 მკ-ის ფარგლებში. 7 პარკიდან კომპლექსური ძაფის ამორღვევისას ხდება ძაფის ჩაწყვეტა, ანდა პარკიდან სრული ამორღვევა, რაც იწვევს კომპლექსური ძაფის გაწვრილებას. ეს არის ძირითადი მიზეზი ქსოვისას ე.წ. „წყვეტიანობის“ ზრდისა და წუნდებული ქსოვილის მიღებისა. სტატიაში შემოთავაზებულია არსებული პრობლემის გადაწყვეტის თანამედროვე მეთოდი ტენზომარდაქმნელისა და მიკროპროცესორის გამოყენებით.

საკვანძო სიტყვები: ტენზორეზისტორი. იკროპროცესორი. წირითი გაფართოება.

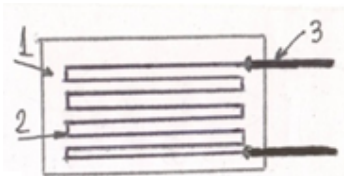
1. შესავალი

დღეს არსებულ აბრეშუმის ძაფსარღვევ დანადგარზე კომპლექსური 7-წვერა ძაფის სისქის კონტროლი ხორციელდება ელექტრო-მექანიკური კონტაქტური მოწყობილობით. აღნიშნული კონტაქტორი და აღმსრულებელი მოწყობილობა გამოირჩევა ინერტულობითა და მცირე სიზუსტით. თუ გავითვალისწინებთ, რომ აბრეშუმის კომპლექსური ძაფი „გარბის“ 100 მ/წთ სიჩქარით, უთანაბრო ძაფი დოლზე აიხვევა min- 100 მეტრი, რაც ქსოვის დროს საგრძნობლად იჩენს თავს.

ჩვენს მიერ ელექტრომექანიკური კონტაქტორის მაგივრად შემოთავაზებულია ტენზომარდაქმნელით აბრეშუმის კომპლექსური ძაფის სისქის კონტროლს. გამოზომი ბოგირიდან, რომლის ერთ-ერთ მხარში ჩართული იქნება ტენზომგრძობიარე ელემენტი, ცვალებადი სიგნალი მიეწოდება მიკროპროცესორს, რომელიც თავის მხრივ, ჩართავს პარკის მიწოდების სისტემას. ეს ოპერაცია შესრულდება ელექტრონის მოძრაობის სიჩქარით.

2. ტენზორეზისტული პირველადი გარდაქმნელი

ტენზორეზისტული პირველადი გარდაქმნელის მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია ე.წ. ტენზოეფექტზე, რაც გარკვეული მასალის გამტარზე მექანიკური ზემოქმედებისას მისი აქტიური წინაღობის ცვლილებაში გამოიხატება. გარდაქმნელის დასამზადებლად ძირითადად იყენებენ კონსტანტანის მავთულს 0,02 – 0,05 მმ დიამეტრის, რომლის ტენზომგრძობიარობის კოეფიციენტი $S = 1,9 - 2,1$. ასეთი მავრთულის ზეიები მოთავსებულია გალაქულ ქაღალდის ფირფიტებს შორის (ნახ.1).



ნახ. 1. ქაღალდის ფირფიტა (1), კონსტანტანის სადენი (2),
საკონტაქტო გამომყვანები (3)

გარდამქმნელი წებდება მექანიკური ზემოქმედების ობიექტზე. ობიექტის დრეკადობისას ტენზორეზისტორის შიგა წინაღობის ფარდობითი ცდომილება არის:

$$\frac{\Delta R}{R} = S \frac{\Delta l}{l} ,$$

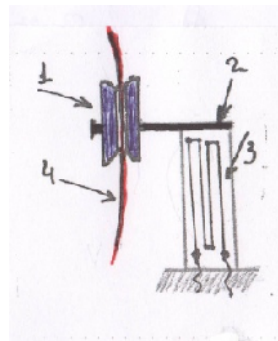
სადაც S ტენზომგრძობიარობის კოეფიციენტია,

$\frac{\Delta R}{R}$ -ფარდობითი წინაღობა,

$\frac{\Delta l}{l}$ -სადენის ფარდობითი დეფორმაციაა.

გარდამქმნელი კეთდება სხვადასხვა ზომისა და მგრძობიარობის. ჩვენ შემთხვევაში მოსახერხებელია ტენზორეზისტორი $TnzS - 0.351$, რომლის სადენის სიგრძე 50 მმ-ია, ხოლო შიგა წინაღობა „სიმშვიდის“ მდგომარეობაში 300 ომის ტოლია.

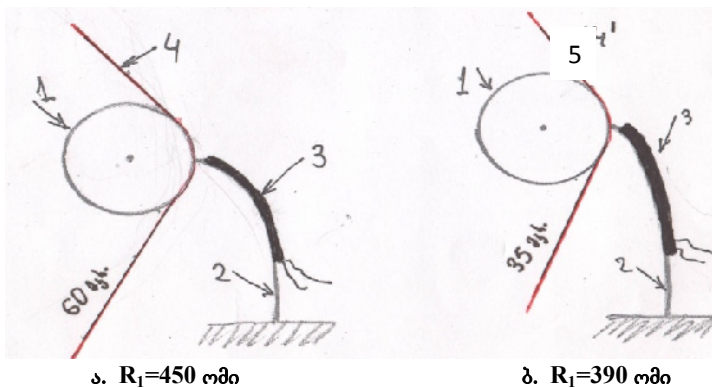
გარდამქმნელი წებდება ცალმხრივდაფიქსირებულ ფოლადის თხელ, დრეკად ფირფიტაზე, რომლის მეორე, თავისუფალ ბოლოზე მიმაგრებულია გორგოლაჭი (ნახ.2).



- 1- გორგოლაჭი,
- 2 - ფოლადის ფირფიტა,
- 3 - ტენზორეზისტორი,
- 4 - კომპლექსური ძაფი.

ნახ.2

4 კომპლექსური ძაფი 1 გორგოლაჭზე გარკვეული მოჭიმულობით ხრის 2 ფირფიტას. ცდით დადგინდა, რომ 60 მკრ. სისქის ძაფი ანიჭებს 2 ფირფიტას ისეთ დეფორმაციას (ნახ.3.ა), რომ 3 ტენზორეზისტორის შიგა წინაღობა იზრდება 450 ომამდე.



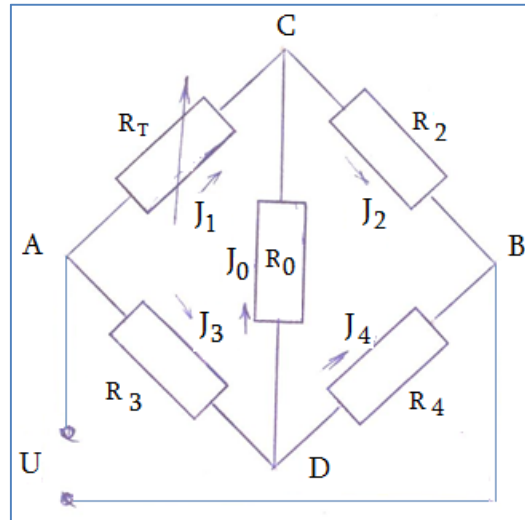
- 1. გორგოლაჭი
- 2. ფოლადის ფირფიტა
- 3. ტენზოგარდამქმნელი
- 4. აბრეშუმის ძაფი 60 მკრ
- 5. აბრეშუმის ძაფი 35 მკრ

ა. $R_1=450$ ომი

ბ. $R_1=390$ ომი

ნახ. 3

ვთქვათ, რალაცა მიზეზით შეიღწევა ძაფს მოაკლდა სამი წვერი. ე.ი. ძაფი 60 მკრ-ის ნაცვლად გახდა 35 მკრ. 1 გორგოლაჭზე მოიკლებს ძალა და გარდამქმნელი დაიკავებს „ბ“ მდგომარეობას. შესაბამისად, შემცირდება გარდამქმნელის შიდა წინაღობა $R = 390$ ომი.



ნახ.4

კირხოვის პირველი კანონის თანახმად:

$$I_0 = U (R_1 R_4 - R_2 R_3) / R_0 (R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + R_1 R_2 (R_3 + R_4) + R_3 R_4 (R_1 + R_2) \quad (1)$$

ბოგირი წონასწორობაშია მაშინ, როცა $I_0 = 0$ ანუ როცა $R_1 R_4 = R_2 R_3$.

ვთქვათ, შეიცვალა R_1 წინაღობის მნიშვნელობა ΔR_1 -ით. მაშინ (1) განტოლება მიიღებს სახეს

$$\Delta I = U \Delta R_1 R_4 / R_0 (R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + R_1 R_2 (R_3 + R_4) + R_3 R_4 (R_1 + R_2). \quad (2)$$

ჩვენ შემთხვევაში ბოგირი წონასწორობაში იქნება, თუ $R_1 = 450$ ომი, $R_2 = R_3 = 1$ კ.ომი, $R = 450$ ომი, ხოლო $V = 30$ ვოლტია.

როდესაც კომპლექსური ძაფი 60 მკრ-ნია, $R_1 = 450$ ომს და ბოგირი წონასწორობაშია. ე.ი. C და D წერტილებს შორის პოტენციალთა სხვაობა 0-ის ტოლი იქნება და ოპერაციული გამაძლიერებლის „+“ და „-“ შესასვლელებს ტოლი სიგნალი მიეწოდებათ. ეს განაპირობებს ოპერაციული გამაძლიერებლის გამოსასვლელებზე 0-ის ტოლ სიგნალს.

როგორც კი ძაფის გაწვრილების გამო შეიცვლება R_1 მნიშვნელობა, $R_1 = 390$ ომი, C და D წერტილს შორის გაჩნდება პოტენციალთა სხვაობა. ოპერაციული გამაძლიერებლის გამოსასვლელებზე გვექნება სიგნალი, რომელიც მიკროპროცესორის ერთ-ერთ შესასვლელს მიეწოდება. მიკროპროცესორის შესაბამის გამოსასვლელებზე გაჩენილი სიგნალი გასნის ტრანზისტორს, რომელიც, თავის მხრივ კვებას მიაწვდის პარკის ავტომატურ მიმწოდებელს. პარკის მიმწოდებელი თვითწამლებსკენ გადაისვრის თავმოძებნილ პარკს და ეს გაგრძელდება მანამდე, ვიდრე ძაფი არ გახდება 60 მკრ. ანუ, ვიდრე მიკროპროცესორის 4 შესასვლელებზე სიგნალი 0-ის ტოლი არ გახდება.

3. ტენზორეზისტორის მეტროლოგიური მასსიათებლები საზომ წრედებში

ტენზორეზისტორის ცლომილების წყაროებია: ცოცვადობა, მექანიკური ჰისტერეზისი, წირითი გაფართოების კოეფიციენტის სხვადასხვაობა (გარდამქმნელსა და გასაზომ ზედაპირს შორის), წინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტი.

ცოცვადობის გავლენა შეიძლება შევაფასოთ სიდიდით : $C_{\beta} = \frac{\Delta I_{\beta}}{\Delta I}$,

სადაც ΔI_{β} ცოცვადობის შესავალზე გადაანგარიშებული დეფორმაციაა უცვლელი ΔI -ის დეფორმაციის პირობებში.

თანამედროვე ტენზორეზისტორებში მასალებისა და ტექნოლოგიების შერჩევით, ეს ცლომილება დაიყვანება 0,1 – 0,2 %-მდე.

ისევე როგორც ცოცვადობა, მექანიკური ჰისტერეზისიც განპირობებულია ტენზორეზისტორის მასალის დრეკადი თვისებების არასრულფასოვნებით. მექანიკური ჰისტერეზისი გამოვლინდება შემდეგნაირად: თუ, ტენზორეზისტორზე ერთ შემთხვევაში თანდათან გავზრდით დეფორმაციის ძალას, მეორე შემთხვევაში თანდათან შევამცირებთ. გამოსასვლელი წინააღობის მნიშვნელობები ამ ორ შემთხვევაში განსხვავებული იქნება. ეს განსხვავება, ანუ ჰისტერეზისი დამიკიდებულია ტენზორეზისტორის დამზადების ტექნოლოგიაზე. სრულყოფილი ტექნოლოგიის პირობებში ცოცვადობითა და ჰისტერეზისით გამოწვეული ცლომილება შეიძლება 1 %-მდე იქნას დაყვანილი.

აგრეთვე, ტენზორეზისტორის ცლომილების ერთ-ერთი წყაროა ტემპერატურული არასტაბილურობა. ტემპერატურული ცლომილების შემცირება შესაძლებელია საზომ წრედებში კომპენსაციური წინააღობის ჩართვით (ჩვენ შემთხვევაში R_3 წინააღობის შერჩევით).

დავუშვათ, რომ დეტალისა და მასზე დაწებებული ტენზორეზისტორის წირითი გაფართოების კოეფიციენტებია $\beta_{\text{დ}}$ – დეტალისა და β_{β} – გარდამქმნელისა. ვთქვათ, ტემპერატურამ მოიმატა 1^0 -ით. ამის შედეგად გარდამქმნელი მიიღებს დეფორმაციას:

$$\frac{\Delta I}{I} = \beta_{\text{დ}} - \beta_{\beta} .$$

შედეგად, ტენზორეზისტორის ფარდობითი ცლომილება იქნება:

$$\frac{R}{R} = K(\beta_{\text{დ}} - \beta_{\beta}).$$

ვითვალისწინებთ, რომ $K = \frac{\Delta R/R}{\Delta I/I}$, წინააღობის აბსოლუტური ნაზრდი იქნება:

$$(R)_1 = R K(\beta_{\text{დ}} - \beta_{\beta}).$$

ტენზორეზისტორის წინააღობის შეცვლა შესაძლებელია აგრეთვე მისი მასალის შიგა წინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტის ცვლილებით. 1^0 ცვლილებისას, გაფართოების პირობებში, წინააღობის ნაზრდი იქნება:

$$(R)_2 = R \alpha$$

რადგან $\frac{R-R_0}{R_0} = at$, ორივე მიზეზით ტენზორეზისტორის წინააღობის ჯამური ნაზრდი იქნება:

$$R = (R)_1 + (R)_2 = R(\alpha + K(\beta_{\varphi} - \beta_{\beta})).$$

საშიშროება მდგომარეობს იმაში, რომ წინააღობის ΔR ნაზრდი შეიძლება აღქმულ იქნას, როგორც საზომი ინფორმაციის სიგნალი. ეს რომ ავიცილოთ თავიდან, ტენზორეზისტორის მეზობელ მხარში უნდა ჩავერთოთ ისეთი წინააღობა, რომელიც ტემპერატურის ზემოქმედებისას ისევე იცვლება, როგორც ტენზორეზისტორი.

აღნიშნოთ საკომპენსაციო წინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტი α_k , მაშინ

$$\Delta R_k = R_k \alpha_k.$$

აქედან გამომდინარე:

$$R_k = \frac{R_k}{\alpha_k} = \frac{R}{\alpha_k} = \frac{R(\alpha + K(\beta_{\varphi} - \beta_{\beta}))}{\alpha_k}.$$

ტენზორეზისტორების საზომ წრედებად გამოიყენება ოთხმხრიანი უწონასწორო ბოგირები, სადაც ტენზოგარდამქმნელი ირთვება 1, 2 ან ოთხივე მხარში. ერთ მხარში ჩართული გარდამქმნელი აუცილებლად ითხოვს, მეზობელ მხარში საკომპენსაციო წინააღობის R_k -ს ჩართვას, რომელიც იანგარიშება ზემოთმოყვანილი ფორმულით.

ორ მხარში ჩართული ტენზოგარდამქმნელები აკომპენსირებს ცოცვად, ჰისტერეზისულ და ტემპერატურულ ცდომილებებს და აორმაგებს საზომ სიდიდეს.

ოთხივე მხარში ჩართული ტენზორეზისტორების მგრძნობიარობის კოეფიციენტი ძალიან მაღალია. მაგრამ, საკმაო სირთულეს წარმოადგენს ერთნაირი პარამეტრების მქონე 4 გარდამქმნელის შერჩევა. მათ შორის პარამეტრების სხვაობა საზომ წრედებში აღითქმება როგორც საზომი სიდიდის ცვლილება. რაც საგრძნობ შეუსაბამობას ქმნის.

4. დასკვნა

ამრიგად, ტენზორეზისტორის გამოყენება საგრძნობლად აუმჯობესებს სწრაფქმედებას და საიმედოობას, მაგრამ ცდომილებების ასაცილებლად, გამოთვლებიდან გამომდინარე, საჭიროა მეზობელ მხარებში ჩართული ტენზოგარდამქმნელების ჩაყენება. რაც, ჩვენ შემთხვევაში, განხორციელდება მე-3 ნახაზზე, შიგა მხრიდან მეორე მე-2 ფოლადის ფირფიტაზე ტენზოგარდამქმნელის დაწებებით, ანუ მე-4 ნახაზზე R_3 რეზისტორის ნაცვლად სქემაში ჩადგება R_T ტენზორეზისტორის ანალოგური ტენზორეზისტორი.

ლიტერატურა:

- 1 ზედგინიძე ი. კალიჩვი რ. (1998). პოტენციომეტრული გაზომვების მეთოდის კატალოგი, თბილისი
2. ჟვანია რ. (1998). გამოყენებითი მეტროლოგია. სტუ, თბილისი
3. დოლიძე ვ., ალხაზიშვილი ტ. (1988.). ტექნიკური ტერმინოლოგიის სარჩევი იონომეტრიაში. „მეცნიერება“. თბილისი
4. ჟვანია რ. (1985). პირველადი საზომი გარდამქმნელები. სპი. თბილისი
5. გორგობიანი ნ., გლოველი შ. (1990). გაზომვათა ერთიანობის საფუძვლები „განათლება“. თბილისი.

**CONTROL OF THE THICKNESS OF SILK THREAD USING
TENZOSENSORS**

Jokharidze Zurab, Phadiurashvili Vladimer
Georgian Technical University

Summary

This paper focuses on controlling the thickness of the silk thread with voltage. At the request of the silk thread should life smooth, continuous in length and uniform in thickness, by adding together the number of control silk thread pattern during its production is to obtain information accurately reflects the value of the thickness of the thread. For the Control process we use tenzosensors and microprocessors.

**УПРАВЛЕНИЕ ТОЛЩИНОЙ ШЕЛКОВОЙ НИТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ТЕНЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

Джохаридзе З., Фадиурашвили В.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Рассматриваются вопросы контроля толщины шелковой нити при кокономатании. По требованию, шелковая нить должна быть гладкой, непрерывной по длине и равномерной по толщине. Сложением вместе некоторого числа контроля шелковой нити, в процессе ее выработки, получаем информацию, точно отражающую значение толщины нити. С этой целью, для процесса контроля было предложено применение тензосенсоров и микропроцессоров.