

სამრეწველო ინჟინერია და ტექნოლოგია

საფეიქრო კონსტრუქციული კომპოზიტებისათვის ტექნიკური  
ქსოვილის დაპროექტების ძირითადი ფაქტორები

ემირ ზაჟურაძე

კახაბერი ზაჟურაძე

lonafiber@gmail.com

ქეთევან გოგინოვი

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ქუთაისი, საქართველო

ნაშრომში მოცემულია მეტროპოლიტენის ესკალატორის სახელოებში ფოლადის ბაგირთა შემცველი ტექნიკური ქსოვილის დაპროექტების ძირითადი ფაქტორები. ბაგირთა სისტემას უჭირავს სახელოების ცენტრალური ნაწილი და წარმოადგენს კომპოზიტის მზიდ ელემენტს. ესპლუატაციის შედეგები გვიჩვენებს, რომ ბაგირები თითქმის დამოუკიდებლად მუშაობს დატვირთვაზე. სახელოთა დაყენების და შეკეთების დროს ბაგირის გადაბმა ხდება ნასკვებით. გზის რთულ მონაკვეთებზე მოძრაობისას ადგილი აქვს გაზრდილ ხახუნს და სითბოს გამოყოფას. ხშირია ბელტინგის ფენების დაზიანება. ქსოვილთან შედარებით დიდია მათი რეზინასთან ადჰეზია. გაზრდილი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ჰიბრიდული ძაფებისაგან ჩვენს მიერ გამოიმუშავებული სპეცტექნიკური ქსოვილის ლენტები აკმაყოფილებს საპროექტო მოთხოვნებს.

**საკვანძო სიტყვები:** ესკალატორი, სახელოები, ფოლადის ბაგირები, ტექნიკური ქსოვილი.

კომპოზიციური მასალებისათვის ქსოვილის დაპროექტების მიზანია საექსპლუატაციო თვისებების ქსოვილის მიღება. უმეტესად ტექნიკური დანიშნულების (ტ.დ.) ქსოვილის დაპროექტებას აწარმოებენ ქსოვილის გამგლეჯი დატვირთვის მიხედვით (Борза 1978).

$$\Pi_p = FH_0K(H),$$

სადაც  $F$  - ერთეული ძაფის სიმტკიცე,  $H_0$  - ქსოვილში ქსელის ძაფთა რიცხვი,  $K$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ხლართის შესაბამისად ქსოვილის სიმტკიცის გაზრდას. ტილოს ხლართის ქსოვილებისათვის  $K=1,08-1,15$  (Гусаков ... 1999) უნიფიცირებული სახის ესკალატორის სახელოებში გამოიყენება  $\Phi$ -2მმ დიამეტრის;  $0,043 \times 1 \times 7 \times 7$  სტრუქტურის, ათი ცალი ფოლადის ბაგირი ჯამური გამგლეჯი დატვირთვით 38000-40000ს (Инструкция ... 1998).

ბაგირთა სისტემას უჭირავს სახელოების ცენტრალური ნაწილი და წარმოადგენს კომპოზიტის მზიდ ელემენტს. ბელტინგის და ბაგირთა

ვულკანიზაციით ურთიერთშეერთების მიუხედავად ექსპლუატაციის შედეგები გვიჩვენებს, რომ ბაგირი თითქმის დამოუკიდებლად მუშაობს დატვირთვაზე, ქსოვილთან შედარებით დიდია მათი რეზინასთან ადჰეზია. სახელურის დაყენების და შეკეთებისას ბაგირთა ურთიერთ დაკავშირება ხდება ნასკვებით, ხშირია ბელტინგის ფენების დაზიანების შემთხვევები, სახელურის შეპირაპირებით გადაბმისათვის საჭიროა 300 წთ. (Инструкция ... 1998).

ნაშრომის მიზანია ბაგირთა სისტემის შემცვლელი ქსოვითი სტრუქტურის ტექნიკური ლენტის დაპროექტება, რომლის დავალებაც შეიძლება ასე ჩამოვყალიბოთ:

მზიდი სისტემის ლენტთა რაოდენობა  $n_p$  -2ც, ლენტის სისქე  $\delta$ , მმ-1,5-2; ლენტის სიგანე  $B_p$ , მმ-45-50, ლენტის გამგლეჯი დატვირთვა 2000ნ.

მიმმართველებზე, მზიდ თვლებსა და გზის რთულ მონაკვეთებზე სახელურის დატვირთვით მოძრაობისას ადგილი აქვს დიდ ხახუნს, გარკვეული რაოდენობით სითბოს გამოყოფას. მიზანშეწონილია ქსოვილს და მის შემადგენელ ნედლეულს ჰქონდეს მაღალი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, მინიმალური წაგრძელება, თერმო და ხახუნისადმი მედეგობა. ვითვალისწინებთ რა ზემოდ აღნიშნულს, ქსელის ძაფები უნდა დამზადდეს ღერძულ-გარსული ფორმირების მეთოდით (ბაკურაძე 2005) (ღერძული-მზიდი ელემენტი სამამულე წარმოების ბაზალტის როვინგი, გარსული-პოლიეთერის ძაფი). მისაქსელი-ბამბის ნართი.

ძაფის ღერძულმა სტრუქტურამ უნდა უზრუნველყოს ლენტის სიმტკიცის საექსპლუატაციო მახასიათებლები, ხოლო გარსულმა - ხახუნისადმი მდგრადობა, რეზინისა და ბელტინგის ფენებთან-ადჰეზიისა და შეწებების კარგი უნარი. ლენტის სისქე ბოლოების წნეხფორმით გადაბმისას თითქმის ორჯერ იზრდება, რაც გათვალისწინებული უნდა იქნას დაპროექტებისას. საყურადღებო ფაქტორია ლენტში ქსელის ძაფთა რაოდენობაც, რადგანაც მათი ზღვრული მნიშვნელობამდე გაზრდით და წირითი სიმკვრივის შემცირებით იზრდება ლენტის საექსპლუატაციო მახასიათებლები (ელასტიკურობა, სიმტკიცე, ხანგამძლეობა).

საბაზისო ნედლეულად ვირჩევთ ბაზალტის როვინგს 200ტექსი წირითი სიმკვრივით,სართავ-საგრეხ მანქანაზე ვახდენთ მათ შეერთებას 200ტ. 2,200ტ.3,200ტ.4.და 16,6 ტექსი სიმკვრივის პოლიეთერის ძაფით გარსულ დაფარვას. გრეხვათა რაოდენობა K-70-100გრ/მ.

შესწავლილ იქნა გამოშვებული ჰიბრიდული ძაფების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები (ცხრილი 1).

ე. ბაკურაძე, კ. ბაკურაძე, ქ. გოგინოვი

ცხრილი 1. ბაზალტის ლერძულ-გარსული ძაფების ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები

საანგარიშო წირითი სიმკვრივე, ტექსი	ფაქტიური წირითი სიმკვრივე, ტექსი	გამგლეჯი დატვირთვა, FH	წაგრძელება, ε %	მგრები რიცხვი, K
200·2	433,2	200	0,04	80
200·3	633,2	300	0,05	70
200·4	833,2	400	0,06	65

ქსოვილის ლენტის საორიენტაციო გამგლეჯი სიმაგრის განსაზღვრისათვის ვირჩევთ 200ტ 2 ხაზობრივი სიმკვრივის ძაფის გამოყენებისას ქსელის ძაფთა რიცხვს  $H_0-90$ ; 200ტ 3 შემთხვევაში-50, ხოლო 200ტ 4 შემთხვევაში-25. შესაბამისად, ლენტების სიმტკიცე იქნება:

$$\begin{aligned} \Pi_{p1} &= 200 \cdot 90 \cdot 1,15 = 20700H; \\ \Pi_{p2} &= 300 \cdot 50 \cdot 1,15 = 17250H; \\ \Pi_{p3} &= 400 \cdot 25 \cdot 1,15 = 11550H; \end{aligned}$$

საპროექტო მახასიათებლების შესაბამისად მზიდი ელემენტი ითვალისწინებს ორი ლენტის ერთად მუშაობას, რომელთა ჯამური დატვირთვა უნდა შეადგენდეს 40000ნ, რასაც აკმაყოფილებს პირველი ვარიანტის ლენტის თვისებები.  $\Sigma 2 \cdot HP_1 = 41400$ ნ. გარდა ამისა, ქსელის ძაფთა რაოდენობის გაზრდა მათი სიწვრილის შემცირებასთან ერთად იწვევს კონსტრუქციის ელასტიკურობის გაზრდას, რაც ესოდენ მნიშვნელოვანია გზის რთულ მონაკვეთებზე სახელურის მრავალჯერადი დეფორმაციული მუშაობისას.

თითოეული ქსელის ძაფი კონსტრუქციაში უნდა მუშაობდეს, როგორც ინდივიდუალური ბაგირი, ამიტომ ქსოვილი უნდა გამომუშავდეს აგებულების პირველი ფაზით (რომელიც პრაქტიკაში იშვიათად გვხვდება). აგებულების ამ ფაზაში ქსელის ძაფები განლაგდება ერთ დონეზე, ხოლო მისაქსელის ძაფები ორ დონეზე. ხშირად პირველ ფაზასთან ახლოს მდგომ ქსოვილებს უწოდებენ მისაქსელგამამკვრივებლებს, რომლებშიც მისაქსელის სიმჭიდროვე 1,5-2-ჯერ აღემატება ქსელის სიმჭიდროვეს. მისაქსელის შეკლება მეტია ქსელის შეკლებაზე, რომელსაც პრაქტიკულად შეკლება ამ ფაზის ქსოვილებში თითქმის არა აქვს, რადგან ქსოვილი ფორმირდება ქსელის ძაფთა დიდი დაჭიმულობით. 200ტ 2 ქსელის ძაფის წირითი სიმკვრივის შემთხვევაში ვთვლით, რომ ბაზალტი მიეკუთვნება მინის ოჯახს, C კოეფიციენტი აიღება 0,8-1,35, ხოლო გარსული ძაფი-პოლიეთერი წირითი სიმკვრივით 16,6 ტექსი, კოეფიციენტი C-1,2.

ღერძული ძაფის დიამეტრი:  $d_1 = 0,1 \cdot 1,3 \sqrt{0,1 \cdot 400} = 0,82 \text{ მმ}$

შემომხვევი ძაფის დიამეტრი:  $d_2 = 0,1 \cdot 1,2 \sqrt{0,1 \cdot 16,6} = 0,15 \text{ მმ}$

ღერძულ-გარსული ძაფის ჯამური დიამეტრი:

$$\sum d = d_1 + 2d_2 = 0,82 + 2 \cdot 0,15 = 1,12$$

აგებულების პირველი ფაზის ქსოვილისათვის, ქსელის ძაფთა ტალღის ღუნვის სიმაღლე  $h_0 = 0$ , ხოლო მისაქსელის ძაფები განლაგდება ორ სიბრტყეში, რომელთა შორის მანძილი -(ტალღის ღუნვის სიმაღლე)  $h_y$  ტოლია ქსელის და მისაქსელის ძაფთა დიამეტრების ჯამის.

$$h_y = d_0 + d_y$$

ქსელის და მისაქსელის ძაფების ტალღის ღუნვის ჯამი მუდმივი სიდიდეა და ნებისმიერი აგებულების ფაზისათვის  $h_0 + h_y = d_0 + d_y = 2d_0 + d_{PC}$  აგებულების პირველი ფაზისათვის  $K_{H0} = 0$ ;  $K_{HY} = 2$  შესაბამისად ტალღის ღუნვის სიმაღლეთა ჯამი იქნება:

$$K_H d_{PC} = d_0 + d_y/2$$

ძაფთა საანგარიშო დიამეტრები

მისაქსელში 50ტ·2ხაზობრივისიმიკვრივისბამბისნართისგამოყენებისას:

$$d_y = 0,1 \cdot 1,25 \sqrt{0,1 \cdot 100} = 0,39 \text{ მმ}$$

$$d_{PC} = 1,12 + 0,39/2 = 0,75$$

ააგბულობის პირველი ფაზის ქსოვილისათვის ქსელის შეკლება  $d_0 = 0$ , ხოლო მისაქსელის შეკლების თეორიული სიდიდე, როდესაც ლენტის გაწყობის სიგანე შეადგენს 500მმ, ძაფთა საანგარიშო დიამეტრი  $d_{PAC} = 0,75 \text{ მმ}$ , ქსელის ძაფთა რაოდენობა  $n_0 = 90$  ძაფის, ქსელის ერთ ძაფზე შემოხვეული მისაქსელის ნახევარ წრის სიგრძე  $L_y = 0,75/2 \cdot 3,14 = 1,2 \text{ მმ}$ , ყველა ძაფზე შემოხვეული მისაქსელის ძაფის საერთო სიგრძე  $L_{y0} = 1,2 \cdot 90 = 108 \text{ მმ}$  ე.ი 50 მმ სიგანის ქსოვილის ლენტის მოსაქსოვად ყოველ გატარებაზე სჭირდება 108 მმ სიგრძის მისაქსელი.

აქედან გამომდინარე ქსოვაში მისაქსელის შეკლება

$$a_y = \frac{L_y - L_T}{L_y} \cdot 100\%$$

$$a_y = \frac{108 - 50}{108} \cdot 100\% = 57,7\%$$

ერთ გრძივ მეტრ ქსოვილში ქსელის მასა:

$$M_0 = n_0 T_0 / 10^6 = 0,036 = 36 \text{ გრ.}$$

მისაქსელის მასა:

$$M_y = \frac{900 \cdot 0,05 \cdot 100}{10^6 (1 - 57,7/100)} = 10,7 \text{ გრ}$$

ერთი გრძივი მეტრი ლენტის მასა:

$$M = M_0 + M_y = 36 + 10,7 = 46,7 \text{ გრ}$$

ღერძულ-გარსული სტრუქტურის ბაზალტ-პოლიეთერის 200ტ. 2, 200ტ.3, 200ტ.4 ტექსი წირითი სიმიკვრივის ქსელის და 200ტ. 2 ტექსი

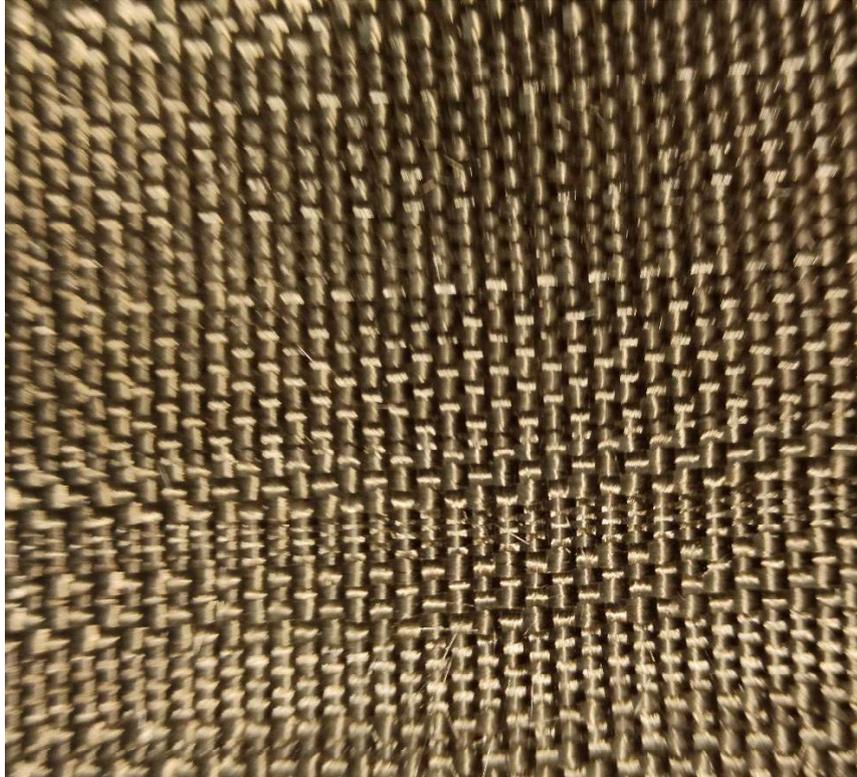
**ე. ბაკურაძე, კ. ბაკურაძე, ქ. გოგინოვი**

ბამბის მისაქსელისაგან, უმაქო ლენტსაქსოვ დაზგებზე ТЛБ -80, ქსელის ძაფებისათვის სპეციალურად კონსტრუირებული თაროს გამოყენებით, ქუთაისის აწუს საფეიქრო ტექნიკურ ლაბორატორიაში გამომუშავებული იქნა ფოლადის ბაგირთა შემცვლელი ტექნიკური ქსოვილის ლენტები, რომელთა ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

**ცხრილი 2. ტექნიკური ლენტის ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები**

ქსოვილის დასახელება	ქსელის წირითი სიმკვრივე, ტექსი	მისაქსელის წირითი სიმკვრივე, ტექსი	ლენტში ქსელის ძაფთა რაოდენობა	ლენტში მისაქსელის სიმჭიდროვე	50 x200მმ ლენტის გამგლეჯი სიმაგლე, KH	ქსოვილის გამგლეჯი დაგრძელება,მმ	ზედაბირული სიმკვრივე,მ
ტექნიკური ქსოვილი							
1	200-2		90	90	208, 5	4,5	46,7
2	200-3		50	90	165,2	5,5	40,7
3	200-4		25	90	137,2	8,7	37,2
მისაქსელიბ/ნ		50-2					

ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ტექნიკური ლენტის პირველი ვარიანტი აკმაყოფილებს საპროექტო პირობებს.



სურათი 1. ტენიკური ლენტი.

### ლიტერატურა

ზაკურაძე, ე. თოდუა, რ. გოგოლაძე, მ. 2005. მოწყობილობა სართავ-საგრებ მანქანაზე ლერძულ-გარსული სტრუქტურის მქონე ძაფის ნახვევის უნასკვოდ ფორმირებისათვის. საქპატენტი. სამრეწველო საკუთრების ოფიციალური ბიულეტენი Q (181). თბილისი, 2005. პატენტი P6737.

Богза, А.Д. Орнадская В.А. 1978. Исследования надежности процесса прокладывания утка на станках СТБ. М., Л. Индустрия.

Гусаков, А.В. и др. 1999. Производство технических сукон и сеток. Санкт-Петербург., Недра.

Инструкция по техобслуживанию и текущему ремонту поручней эскалаторов метрополитенов. 1998. М., транспорт.

## Industrial Engineering and Technology

### The Main Factors of Designing the Industrial Fabrics for Metro Escalator Handrails

**Emir Bakuradze**

**Kakhaberi Bakuradze**

lonafiber@gmail.com

**Ketevan Goginovi**

Akaki Tsereteli State University

Kutaisi, Georgia

*The article presents the main factors in the design of technical fabric for replacing steel cables in the handles of the subway escalator. The cable system occupies the central part in the handle and is the supporting element of the composite. The results of the work show that the ropes work almost independently of the load. When installing and repairing the handles, the rope is secured with a bandage. Increased friction and heat generation occurs when driving on difficult road sections. Balance layers are often damaged. The special fabric tapes made by us from hybrid yarns with enhanced physical and mechanical properties meet the design requirements.*

**Keywords:** Escalator, handle, steel cables, technical fabric.

The paper dwells on the main factors of designing the industrial fabrics, which are substitutes of the steel ropes in metro escalator handrails. In metro escalator handrails, there are used ten steel ropes with a diameter of 2 mm, which occupy a central part of the handrail and is a composite – a bearing member of the escalator handrail. Despite vulcanized interconnection of belting and ropes, the results of operation have shown, that the ropes work almost independently under the load, and in comparison with a fabric, they have a high adhesive capacities to rubber. During installation and repair of handrail, the ropes are interconnected through the knot. Belting's layers are often damaged and handrail is out of order.

The goal of this paper is to design and produce belt from technical fabric, which is a substitute of the system of steel ropes, which envisages: the number of belts of the carrying system – 2, thickness of belt – 1,5-2 mm, width – 45-50 mm, resistance to tensile strain – 200 kN.

Taking into account above mentioned factors, we produce the belts from technical fabric from a roving of basalt of axial-shell structure produced according to the authorship technology that provides fabrics with high physical-mechanical

properties, minimum stretching, thermal and friction resistance, low adhesion capacity with the belting's layers and good bondability.

By using the PK-100 spinning and twisting machine, we produce an axial-shell hybrid thread from basalt roving with structures 200.T2, 200.T3 and 200.T4, the number of twists - 70-100 running meters. The number of warp thread in the belt – 90, 50 and 25.

In accordance with the design characteristics, the bearing member envisages an operation of two belts simultaneously whose total load should be 40 000 N, which is met by a property of the produced belt, and makes up in all 41 400 N. The warp threads in the design of handrail should operate under the load as an independent rope, for which we produce the belts with the first phase of construction.

By using the basalt-polyether warp threads with axial-shell structure 200.T2, 200.T3 and 200.T4, the line density warp threads and the cotton weft thread 200.T2 on the TAB-80 shuttle-less belt knitting machine, in the Textile Training-Research Laboratory of the Akaki Tsereteli State University, we produced the steel rope-substitute belts from technical fabric.

The analysis of the results of the experiments shows that the properties of technical belt satisfy the designing conditions.