

სამრეწველო და წარმოების ინჟინერია

**ძველი ქართული ორნამენტების საქსოვ მანქანაზე
ქსოვის ტექნოლოგიური პარამეტრების დადგენა**

ნატო ფაილოძე

nato.pailodze@atsu.edu.ge

ნანული აბესაძე

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ქუთაისი, საქართველო

ლია ლურსმანაშვილი

l.lursmanashvili@yahoo.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, საქართველო

გულნარა კვანტიძე

kancelaria@museum.ge

საქართველოს ეროვნული მუზეუმი

თბილისი, საქართველო

DOI: <https://doi.org/10.52340/atsu.2025.1.25.16>

ნაშრომში წარმოდგენილია ჩვენ მიერ მოძიებული ძველი ქართული ნაქსოვი ორნამენტების გაანალიზების, სისტემატიზაციის, ტიპოლოგიზაციის და კლასიფიკაციის შედეგად მიღებული ორნამენტების გამომუშავება თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით. კერძოდ: მოვახდინეთ მოძიებული ნიმუშების ესკიზების და ქსოვის სქემების დამზადება, ხლართისა და ნედლეულის შერჩევა. ქსოვის ოპტიმალური ტექნოლოგიური პარამეტრების დასადგენად ქსოვა განვახორციელეთ საოჯახო ტიპის მანქანებზე LK150, LK150, და SK280, ბრტყელფანგურ მანქანაზე „ПБПМ“ და კომპიუტერული მართვით აღჭურვილ საქსოვ მანქანაზე “ARROW*STAR”. სხვადასხვა ხაზობრივი სიმკვრივის ნართით მოიქსოვა ნიმუშები და მოხდა მათი დამუშავება მათემატიკური მოდელისთვის ქსოვის ოპტიმალური პარამეტრების მისაღებად. მიღებული ტექნოლოგიური პაკეტის გამოყენებით მოიქსოვა ორნამენტების ნიმუშები. შედეგებმა გვაჩვენა, რომ SK280, LK150 და LK155, ტიპის მანქანებზე შესაძლებელია ნებისმიერი ორნამენტის ქსოვა. ბრტყელ ფანგურ მანქანაზე მხოლოდ ჰორიზონტალური გეომეტრიული ორნამენტის. კომპიუტერული მართვით აღჭურვილ საქსოვ მანქანაზე “ARROW*STAR“-ზე ბრტყელი საქსოვი მანქანის მსგავსად მოიქსოვა ჰორიზონტალური გეომეტრიული ორნამენტი. რთული ფორმის ნაქსოვი ორნამენტების მიღება შესაძლებელია კომპიუტერული პროგრამირებით აღჭურვილი საქსოვი მანქანებით.

საკვანძო სიტყვები: ქსოვა, ორნამენტი, ტრიკოტაჟი, საქსოვი მანქანა, ოპტიმიზაცია.

ნ. ფაილოძე, ნ. აბესაძე, ლ. ლურსმანაშვილი, გ. კვანტიძე

შესავალი. საზოგადოების და ზოგადად ადამიანების სულიერ და გონებრივ განვითარებაზე წარმოდგენას გვიქმნის მისი კულტურა. ტრადიციული ხალხური სამოსიც, ამ კულტურის ერთი განსაკუთრებული ნაწილია. მასზე გამოსახული სხვადასხვა ორნამენტი წარმოადგენს სარკეს, რომელიც ასახავს ადამიანების ღრმა აზრობრივ ტრადიციებს, სრულ მსოფლმხედველობას და მომაჯადოებელ სილამაზეს. დღეს თანამედროვე ნივთებზე: სამოსზე, საყოფაცხოვრებო ნივთებზე, ინტერიერის დეკორზე და ასე შემდეგ სულ უფრო ხშირად გვხვდება საუკუნეების წინ შექმნილი ნაქსოვი, ნაქარგი თუ ქვასა და ხეში გაცოცხლებული ძველი ქართული ორნამენტები (Lursmanashvili... 2022, 369-382).

ქართულ ორნამენტზე კვლევისას მოვახდინეთ ქართლში, კახეთში, აჭარაში და საქართველოს სხვადასხვა რეგიონულ და კერძო მუზეუმებში დაცული მასალისა და ყოფაში შემორჩენილ ნივთებზე გამოსახული ორნამენტების ანალიზი. ჩავატარეთ ადგილობრივ მოსახლეობაში შესყიდული ნაქსოვი ნედლეულის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების კვლევა თანამედროვე წარმოების ნედლეულთან შედარებისა და შემდგომი ანალიზისათვის.

ნაქსოვ ნაწარმში, როგორც სხვა დანარჩენ ნაწარმში, მხატვრული გაფორმების ამოცანა მდგომარეობს იმაში, რომ ორნამენტის მეშვეობით გაამდიდროს მისი მხატვრულ-წარმოსახვითი არსი. ის წარმოიქმნება ტრიკოტაჟის ტილოს ძაფების გადახლართვით და მათთან ორგანულად არის დაკავშირებული (ლურსმანაშვილი... 2023, 493-506).

უნდა აღინიშნოს რომ ტრიკოტაჟის ტილოს სტრუქტურას ახასიათებს გარკვეული ესთეტიური შინაარსი. ორნამენტს და ხლართებს აერთიანებს საერთო ნიშანთვისებები, რაც არის ესთეტიკური ზემოქმედების და დეკორატიული გამომხატველობის ფაქტორი. ის აქტიურად ქმნის ტილოს მხატვრულ სახეს. ამიტომ ორნამენტით ტილოს სტრუქტურა კი არ შეიწილება, არამედ პირიქით გამოაშკარავდება.

ჩვენი წინაპრების მიერ დამზადებული ნაქსოვი ნაწარმი, რომელიც მოვიძიეთ ზემოთ მითითებულ ადგილებში საკმაოდ მრავალფეროვანი იყო - წინდები, საგალანტერიო ნაწარმი, თეთრეული, პულოვერები, ჟაკეტები, ხელთათმანები, თავსაბურავები, საბავშვო ნაწარმი, დეკორატიული ტილოები და სხვა მრავალი, რომლებიც ძირითადად მოქსოვილია კულირული სადა ხლართით, ხალხში ე.წ. “ჩულქური” ქსოვით (Kvantidze... 2023, 230-241).

კულირული სადა ხლართი არის ძირითადი - საბაზო ხლართი. ის შედგება ერთნაირი ფორმის და ზომის მარყუქებისგან. რადგან კულირული სადა ხლართის ზედაპირი ერთგვაროვანია, მასზე სხვადასხვა ფერის

მაგების გადახლართვით მიღებული ორნამენტი აღსაქმელად უფრო მისაღებია, ამას ადასტურებს ჩვენს მიერ სხვადასხვა შემადგენლობის სტრუქტურის და ხაზობრივი სიმკვრივის ნართისგან დამზადებული ნიმუშების ანალიზი და მათი შედარება მოძიებულ ექსპონატებთან. ყოველივე ამის გათვალისწინებით ორნამენტის მოსაქსოვად და მათემატიკური მოდელის დასადგენად ჩვენ შევარჩიეთ კულირული სადა ხლართი.

სამუშაოს მიზანი და ამოცანები: წარმოადგენდა ჩვენს მიერ მოძიებული და სისტემატიზირებული ძველი ქართული ორნამენტების საქსოვ მანქანაზე ქსოვის ტექნოლოგიური პარამეტრების დადგენა, რათა მომხდარიყო მოძიებული ორნამენტების ქსოვის განხორციელება როგორც ტრადიციული მეთოდებით, ასევე კვლევა თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით.

აღნიშნული მიზნის მისაღწევად დასახული იქნა შემდეგი ამოცანები:

- მოვახდინეთ საქართველოს სხვადასხვა რეგიონულ და კერძო მუზეუმებში დაცული მასალისა და ყოფაში შემორჩენილ ნივთებზე გამოსახული ორნამენტების ანალიზი;
- საქსოვი ნედლეულის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების და ფერთა გამის შესწავლა ოპტიმალური ნედლეულის დადგენის მიზნით;
- ქართული ორნამენტების ესკიზების დამუშავება;
- ხლართის სახის შერჩევა, ორნამენტის რაპორტის გაანგარიშება და მათ საფუძველზე ქსოვის პროცესის სქემის შედგენა.

კვლევის ობიექტები და მეთოდები. კვლევა ჩატარდა აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ტრიკოტაჟის ტექნოლოგიის ლაბორატორიაში და ტრიკოტაჟის მოქმედ საწარმოებში, კვლევის ობიექტებს წარმოადგენდა: ქსოვა გაგვეხორციელებინა საოჯახო ტიპის მანქანებზე LK150, LK155, SK280, ბრტყელფანგურ მანქანაზე „ПБПЭМ“ და კომპიუტერული მართვით აღჭურვილ საქსოვ მანქანაზე „ARROW*STAR“ სხვადასხვა ხაზობრივი სიმკვრივის ნართით რათა მოგვეხდინა მათემატიკური მოდელის დახმარებით ქსოვის ოპტიმალური პარამეტრების მიღება (Pailodze... 2024, 41-49).

დავადგინეთ ტექნოლოგიური რუკები და საცდელი ნიმუშების ქსოვა განვახორციელეთ 3, 6 და 10 კლასის საქსოვ მანქანებზე წინასწარ შერჩეული ხლართით. ვინაიდან ტრიკოტაჟის სიმჭიდროვე მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ნართის (მაფის) ხაზობრივ სიმკვრივეზე ექსპერიმენტის დროს გამოყენებულ იქნა სამი განსხვავებული ხაზობრივი სიმკვრივის მქონე ნართი (ვადაჭკორია ... 2015).

ნ. ფაილოძე, ნ. აბესაძე, ლ. ლურსმანაშვილი, გ. კვანტიძე

ექსპერიმენტი 1. მაქანა LK150. ნართის შემადგენლობა: 49%-შალი, 51%-აკრილი;
მეტრაჟი -100გრ/390მ.



სურ. 1. LK150 მაქანის სიმჭიდროვის მარეგულირებლის ნომრის ცვლილებით
15 ნიმუში.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მოამბე, 2025, N1(25)

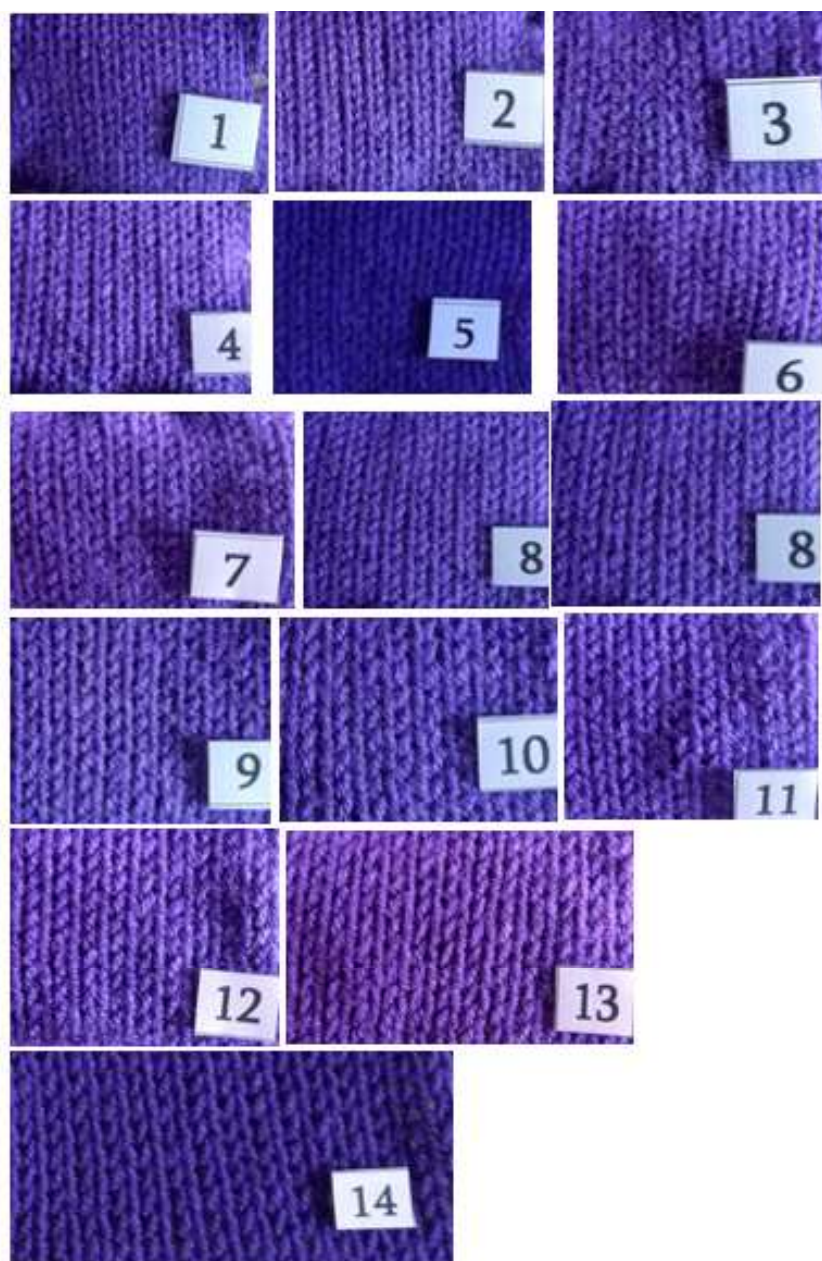
აღებულია ჰორიზონტალური და ვერტიკალური სიმჭიდროვეების შებრუნებული სიდიდეები, ხოლო კრიტერიუმად საქსოვი მანქანის დაჭიმულობის რეგულატორის ჩვენება. საწყისი მონაცემები მოცემულია ცხრილში (ცხრილი 1). მიღებული იქნა გადაწყვეტილება რეგრესიის წრფივი მოდელის სასარგებლოდ, რაც ბუნებრივია და შესაბამისობაშია რეალობასთან იმ მიზეზის გამო, რომ დაჭიმულობასა და მარყუქების სიმჭიდროვეებს შორის უკუპროპორციული დამოკიდებულებაა, ხოლო შებრუნებულ სიდიდეებთან - პირდაპირპროპორციული.

ცხრილი 1. საქსოვ მანქანა- LK150-ზე ქსოვის ექსპერიმენტის შედეგები

N	დაჭი- მულობა	ჰორიზონტალური სიმჭიდროვე	ვერტიკალური სიმჭიდროვე	1/ჰორ	1/ვერ
1	2,50	12,50	20,00	0,08000	0,05000
2	2,80	12,50	20,00	0,08000	0,05000
3	3,00	11,50	15,00	0,08696	0,06667
4	3,50	10,10	15,00	0,09901	0,06667
5	4,00	10,50	15,00	0,09524	0,06667
6	4,50	10,00	15,00	0,10000	0,06667
7	5,00	10,00	15,00	0,10000	0,06667
8	5,50	10,00	15,00	0,10000	0,06667
9	6,00	10,00	12,50	0,10000	0,08000
10	6,50	9,00	12,50	0,11111	0,08000
11	7,00	9,00	10,00	0,11111	0,10000
12	7,50	8,00	10,00	0,12500	0,10000
13	8,00	7,50	10,00	0,13333	0,10000
14	8,50	7,50	10,00	0,13333	0,10000
15	9,00	6,00	10,00	0,16667	0,10000

ნ. ფაილოძე, ნ. აბესაძე, ლ. ლურსმანაშვილი, გ. კვანტიძე

ექსპერიმენტი 2. მანქანა LK155. ნართის შემადგენლობა: 49% შალი; 51%-აკრილი, მეტრაჟი: 100 გრ/275მ.



სურ. 2. LK155 მანქანის სიმჭიდროვის ცვლილებით მოქსოვილი 14 ნიმუში.

წინა ექსპერიმენტის ანალოგიურად აღებულია ჰორიზონტალური და ვერტიკალური სიმჭიდროვეების შებრუნებული სიდიდეები, ხოლო კრიტერიუმად საქსოვი მანქანის დაჭიმულობის რეგულატორის ჩვენება. საწყისი მონაცემები მოცემულია ცხრილში (ცხრილი 1). მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება რეგრესიის წრფივი მოდელის სასარგებლოდ, რაც ბუნებრივია და შესაბამისობაშია რეალობასთან იმ მიზეზის გამო, რომ დაჭიმულობასა და მარყუქების სიმჭიდროვეებს შორის უკუპროპორციული დამოკიდებულებაა, ხოლო შებრუნებულ სიდიდეებთან- პირდაპირპროპორციული.

ცხრილი 2. საქსოვ მანქანა- LK155-ზე ქსოვის ექსპერიმენტის შედეგები

N	დაჭი- მულობა	ჰორიზონ- ტალური	ვერტიკალური	1/ჰორ	1/ვერ
1	2,50	10,00	15,00	0,10000	0,06667
2	3,00	10,00	15,00	0,10000	0,06667
3	3,50	10,00	12,50	0,10000	0,08000
4	4,00	9,50	12,50	0,10526	0,08000
5	4,50	9,50	11,00	0,10526	0,09091
6	5,00	9,50	10,00	0,10526	0,10000
7	5,50	9,50	10,00	0,10526	0,10000
8	6,00	9,00	9,00	0,11111	0,11111
9	6,50	7,50	9,00	0,13333	0,11111
10	7,00	6,50	9,00	0,15385	0,11111
11	7,50	6,50	9,00	0,15385	0,11111
12	8,00	6,00	9,00	0,16667	0,11111
13	8,50	5,50	8,50	0,18182	0,11765
14	9,00	5,00	8,50	0,20000	0,11765

ექსპერიმენტი 3. მანქანა- SK 280. ნართი 100%-შალი მეტრაჟი -100გრ/550მ.

მოქსოვილია 17 ნიმუში.

ანალოგიურად აღებულია ჰორიზონტალური და ვერტიკალური სიმჭიდროვეების შებრუნებული სიდიდეები, ხოლო კრიტერიუმად საქსოვი მანქანის დაჭიმულობის რეგულატორის ჩვენება. საწყისი მონაცემები მოცემულია ცხრილში (ცხრილი 3). მიღებული იქნა გადაწყვეტილება რეგრესიის წრფივი მოდელის სასარგებლოდ, რაც ბუნებრივია და შესაბამისობაშია რეალობასთან იმ მიზეზის გამო, რომ დაჭიმულობასა და მარყუქების სიმჭიდროვეებს შორის უკუპროპორციული დამოკიდებულებაა, ხოლო შებრუნებულ სიდიდეებთან - პირდაპირპროპორციული.

ნ. ფაილოძე, ნ. აბესაძე, ლ. ლურსმანაშვილი, გ. კვანტიძე

ცხრილი 3. საქსოვ მანქანა- SK 280-ზე ქსოვის ექსპერიმენტის შედეგები

N	დაჭი- მულობა	ჰორიზონ- ტალური	ვერტი- კალური	1/ჰორ	1/ვერ
1	4,70	15,00	20,00	0,06667	0,05000
2	5,00	15,00	20,00	0,06667	0,05000
3	5,30	15,00	20,00	0,06667	0,05000
4	5,70	15,00	20,00	0,06667	0,05000
5	6,00	15,00	19,00	0,06667	0,05263
6	6,30	15,00	19,00	0,06667	0,05263
7	6,70	15,00	17,50	0,06667	0,05714
8	7,00	15,00	17,50	0,06667	0,05714
9	7,30	15,00	15,00	0,06667	0,06667
10	7,70	15,00	15,00	0,06667	0,06667
11	8,00	13,50	15,00	0,07407	0,06667
12	8,30	13,50	15,00	0,07407	0,06667
13	8,70	12,50	15,00	0,08000	0,06667
14	9,00	12,50	15,00	0,08000	0,06667
15	9,30	12,50	12,50	0,08000	0,08000
16	9,70	12,50	12,50	0,08000	0,08000
17	10,00	10,00	12,50	0,10000	0,08000

SK280, LK150 და LK155 საქსოვ მანქანებზე ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად მიღებული შემდეგ **დასკვნებამდე**:

ექსპერიმენტი 1. გამოთვლებით მიღებულ იქნა მრავალფაქტორიანი რეგრესიის განტოლება: $Y = -3.6978 + 41.4023X_1 + 63.5685X_2$. მოდელი შიძლება ინტერპრეტირებული იქნას შემდეგნაირად: X_1 -ის 1 ერთეულით გაზრდა იწვევს Y -ის საშუალოდ 41.402 ერთეულით გაზრდას, ხოლო X_2 -ის ერთი ერთეულით გაზრდა - 63.568 ერთეულით ცვლილებას. განტოლების ადეკვატურობა შემოწმებულია ფიშერის კრიტერიუმით. Y -ის ცვლილება განპირობებულია X_j . ფაქტორებით, თუმცა ფაქტორებს შორის კორელაციის კოეფიციენტი 0,7-ზე მეტია და ამიტომ, შესაძლებელია ამ ფაქტორებიდან ერთ-ერთის გამორიცხვა. მოცემული პირველი ცხრილთა და ამ განტოლებით ადვილი დასადგენია, თუ რა დანაყოფზე უნდა იქნას დაყენებული დაჭიმულობის რეგულატორი, საჭირო სიმჭიდროვის მისაღებად.

ექსპერიმენტი 2. გამოთვლებით მიღებულ იქნა მრავალფაქტორიანი რეგრესიის განტოლება: $Y = -4.5479 + 29.2828X_1 + 66.0512X_2$.

მოდელი შეიძლება ინტერპრეტირებულ იქნას შემდეგნაირად: X_1 -ის 1 ერთეულით გაზრდა იწვევს Y -ის საშუალოდ 29.283 ერთეულით გაზრდას, ხოლო X_2 -ის ერთი ერთეულით გაზრდა - 66.051 ერთეულით ცვლილებას. განტოლების ადეკვატურობა შემოწმებულია ფიშერის კრიტერიუმით. Y -ის ცვლილება განპირობებულია X_1 ფაქტორებით, თუმცა ფაქტორებს შორის კორელაციის კოეფიციენტი 0,7-ზე მეტია და ამიტომ, შესაძლებელია ამ ფაქტორებიდან ერთ-ერთის გამორიცხვა. მოცემული 1-ელი ცხრილით და ამ განტოლებით ადვილი დასადგენია, თუ რა დანაყოფზე უნდა იქნას დაყენებული დაჭიმულობის რეგულატორი, საჭირო სიმჭიდროვის მისაღებად.

ექსპერიმენტი 3. გამოთვლებით მიღებულ იქნა მრავალფაქტორიანი რეგრესიის განტოლება: $Y = -2.8533 + 31.5837X_1 + 126.6618X_2$.

მოდელი შეიძლება ინტერპრეტირებული იქნას შემდეგნაირად: X_1 -ის 1 ერთეულით გაზრდა იწვევს Y -ის საშუალოდ 31.584 ერთეულით გაზრდას, ხოლო X_2 -ის ერთი ერთეულით გაზრდა - 126.662 ერთეულით ცვლილებას. განტოლების ადეკვატურობა შემოწმებულია ფიშერის კრიტერიუმით. Y -ის ცვლილება განპირობებულია X_1 ფაქტორებით.

ჩატარებული ექსპერიმენტებით დადგინდა საქსოვი მანქანის სიმჭიდროვის მარეგულირებელის ნიშნულის ცვლილებების შესაბამისი ზღვრული მონაცემები სხვადასხვა კლასის და ტიპის მანქანებისა და ნართისათვის.

მიღებული ტექნოლოგიური პაკეტის გამოყენებით მოქსოვილმა ორნამენტების ნიმუშებმა სრულად დააკმაყოფილა ჩვენს მიერ მოძიებული და შესწავლილი ქართული ნაქსოვი ორნამენტების მიმართ წაყენებული მოთხოვნები.

ლიტერატურა

- ვადაჭკორია, ზინაიდა., ფაილოძე, ნატო. 2015. *მხატვრული ტრიკოტაჟის წარმოების ტექნოლოგია (სახელმძღვანელო)*. ქუთაისი.
- ლურსმანაშვილი, ლია., კვანტიძე, გულნარა., ფაილოძე, ნატო., აბესაძე, ნანული. 2023. „ქართული ორნამენტის ფერის აღქმის საკითხების კვლევა“. საქართველოს უნივერსიტეტის, თამაზ ბერაძის სახელობის ქართველოლოგიის ინსტიტუტის I საერთაშორისო კონფერენცია - საქართველო და კავკასია - წარსული, აწმყო, მომავალი. I, 2023: 493-506.
- Lursmanashvili, Lia., Kvantidze, Gulnara., Pailodze, Nato. 2022. „Color

ნ. ფაილოძე, ნ. აბესაძე, ლ. ლურსმანაშვილი, გ. კვანტიძე

- Harmonization in Georgian Ornaments“ *Georgian scientists*, N 5, 2022: 369-382.
- Kvantidze, Gulnara., Lursmanashvili, Lia., Pailodze, Nato., Abesadze, Nanuli. 2023. „MODERN ASPECTS OF TUSHETIAN HANDICRAFT (COLORING, KNITTING, DECOR)“, *HISTORY, ARCHAEOLOGY, ETHNOLOGY*, N9, 2023: 230-241.
- Pailodze, Nato., Deisadze, Tekla., Karkashadze, Mariam. 2024. “Defects in the process of knitting on a loom“, *Georgian scientists*, N 4, 2024: 41-49.

კვლევა განხორციელდა „შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის“ მხარდაჭერით [გრანტის ნომერი - FR -21-19932].

Industrial and Manufacturing Engineering

Determination of technological parameters for knitting old Georgian ornaments on knitting machines

Nato Failodze

nato.pailodze@atsu.edu.ge

Nanuli Abesadze

Akaki Tsereteli State University

Kutaisi, Georgia

Lia Lursmanashvili

l.lursmanashvili@yahoo.com

Technical University of Georgia

Tbilisi, Georgia

Gulnara Kvantidze

kancelaria@museum.ge

National Museum of Georgia

Tbilisi, Georgia

DOI: <https://doi.org/10.52340/atsu.2025.1.25.16>

The work presents the results of analysis, systematization, typologization and classification of old Georgian woven ornaments by using modern technologies. Namely: we made sketches and knitting schemes of the found patterns, selected yarn and raw materials. To determine the optimal technological parameters of knitting, we carried out knitting on household type machines LK150, LK155 and SK280, on flat-panel machine “ПБИМ” and on computer-controlled knitting machine “ARROW*STAR”. With yarn of different linear densities, patterns were knitted and processed to obtain optimal knitting parameters for a mathematical model. Patterns of ornaments were knitted using the obtained technological package. The results showed that on machines of the SK280,

LK150 and LK150 Type, any ornament can be woven, while on a flat Fang machine only horizontal geometric ornament. On the computer-controlled knitting machine "ARROWSTAR", a horizontal geometric ornament was knitted like a flat knitting machine. Complexly shaped woven ornaments can be obtained with knitting machines equipped with computer programming.

Keywords: knitting, ornament, knitwear, sewing machine, model, optimization.

Introduction: Culture gives us an idea of the spiritual and mental development of society and people in general. Traditional folk clothing is also a special part of this culture. The various ornaments depicted on it are a mirror reflecting the deep spiritual traditions of the people, a comprehensive worldview and fascinating beauty. Today, on modern items: clothing, household items, interior items, etc., we increasingly come across woven, embroidered or ancient Georgian ornaments created centuries ago, revived in stone and wood.

In the course of our study of Georgian ornamentation, we analyzed materials preserved in various regional and private museums in Georgia, as well as ornaments depicted on preserved household items. We conducted a study of the physical and mechanical characteristics of the raw materials for knitting purchased from the local population for comparison with raw materials of modern production and further analysis.

The knitted products made by our ancestors, which we found in the above-mentioned places, were quite diverse - aprons, haberdashery products, scarves, sweaters, jackets, gloves, headscarves, children's products, decorative fabrics and many others, which are mainly knitted with a simple plain jersey stitch knitting, popularly known as "stocking" knitting

Plain jersey stitch is the basic - basic stitch. It consists of loops of the same shape and size. Since the surface of plain jersey stitch is uniform, the ornament obtained by interlacing threads of different colors on it is more perceptible, this is confirmed by our analysis of samples made from yarns of different compositional structures and linear densities and their comparison with the found exhibits. Taking all this into account, we chose Plain jersey stitch to knit the ornament and establish a mathematical model.

The goal and objectives of the work: was to determine the technological parameters for knitting the ancient Georgian ornaments we found and systematized on a knitting machine, in order to implement the knitting of the found ornaments both using traditional methods and research using modern technologies.

ნ. ფაილოძე, ნ. აბესაძე, ლ. ლურსმანაშვილი, გ. კვანტაძე

To achieve this goal, the following tasks were set:

- We analyzed the materials preserved in various regional and private museums of Georgia and the ornaments depicted on objects preserved in everyday life;
- Studying the physical and mechanical characteristics and color gamut of woven raw materials in order to determine the optimal raw materials;
- Processing sketches of Georgian ornaments;
- Selecting the type of stitch, calculating the ornament repeat and drawing up a scheme of the knitting process based on them.

Research objects and methods: We established technological maps and knitted test samples on knitting machines of classes 3, 6 and 10 with pre-selected yarns. Since the density of knitted fabrics significantly depends on the linear density of the yarn (thread), yarns with three different linear densities were used during the experiment. And for normalization and optimization of the process flow, we developed a mathematical model.

Experiment 1.

Machine LK150s. Yarn composition: 49% wool, 51% acrylic; size length -100g/390m.

The calculations yielded the following multifactor regression equation:

$$Y = -3.6978 + 41.4023X_1 + 63.5685X_2.$$

The change in Y is due to factors X_j . However, the correlation coefficient between the factors is greater than 0.7 and therefore, it is possible to exclude one of these factors.

Experiment 2.

Machine LK155. Yarn composition: 49% wool; 51% acrylic, size length: 100 g/275 m.

The calculations yielded the following multifactor regression equation:

$$Y = -4.5479 + 29.2828X_1 + 66.0512X_2.$$

It was determined on which partition the tension regulator should be installed to obtain the required density.

Experiment 3.

Machine- SK 280. Yarn 100% wool, size length -100g/550m. 17 patterns knitted. A decision was made in favor of a linear regression model, which naturally corresponds to reality for the reason that there is an inverse relationship between tension and loop density, and a direct relationship with the inverse quantities.

Conclusions. The calculations yielded the following multifactor regression equation:

$$Y = -2.8533 + 31.5837X_1 + 126.6618X_2.$$

The experiments conducted determined the corresponding limit data for changes in the density regulator of the knitting machine for different classes and

types of machines. Complexly shaped woven ornaments can be obtained with knitting machines equipped with computer programming.

The patterns of ornaments woven using the obtained technological package fully satisfied the requirements set for the Georgian knitted ornaments found.

The work will help those wishing to transfer Georgian ornaments to knitting, as well as the public interested in Georgian traditional textile work, scientists working in the field of clothing, technologists interested in transferring ornaments to woven products, practicing teachers, and clothing designers.

The research was carried out within the framework of the project - “Conducting research of some types of ancient Georgian woven ornaments and processing of textiles using traditional and modern technologies” with the financial support of Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia (Grant - FR-21 19932).

This work was supported by “Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia” (SRNSFG) [Grant number - FR -21-19932].