

კერამიკა და კომპოზიტები

**მრავალფუნქციურ მრავალფენიან კომპოზიტებში შეწებილი
ნართისაგან ფორმირებული ტექსტილური მასალების
გამოყენების შესაძლებლობის კვლევა**

თამარ მოსეშვილი

tamar.moseshvili@atsu.edu.ge

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ქუთაისი, საქართველო

DOI: <https://doi.org/10.52340/atsu.2025.1.25.19>

ტექნიკისა და ტექნოლოგიების სწრაფმა ცვლილებამ დღის წესრიგში დააყენა ახალი სახის მასალების - მრავალფუნქციური ტექსტილური კომპოზიტების შექმნა, რომლებშიც სხვადასხვა სტრუქტურის, ფიზიკური, მექანიკური და ქიმიური თვისებების მქონე ბოჭკოვან მასალათა ფენები წინასწარ განსაზღვრული თანმიმდევრობითაა განლაგებული. ასეთი ტექსტილური კომპოზიციური მასალები ერთდროულად მრავალ, ზოგჯერ ურთიერთსაწინააღმდეგო ხასიათის მოთხოვნას აკმაყოფილებენ. სხვადასხვა თვისებების მქონე ტექსტილური მასალების ერთ სტრუქტურაში თავმოყრა და მათი ცვლა თვისებების, ტექნიკური მახასიათებლების მიხედვით, საშუალებას იძლევა დაპროექტდეს და დამზადდეს სხვადასხვა სახის კომპოზიტი ახალი თვისებებითა და შესაძლებლობებით. ნაშრომში განხილულია მრავალფუნქციური მრავალფენიანი ტექსტილური კომპოზიტის (სამედიცინო ტექსტილის) ფორმირების შესაძლებლობა მაღალმოდულური ვისკოზის ქსოვილისა და ტრიკოტაჟული ტილოს გამოყენებით. შესწავლილ იქნა არატრადიციული დართვის ტექნოლოგიით (დაუგრები რთვით) მიღებული ნართისაგან ფორმირებული ქსოვილისა და ტრიკოტაჟის ფორიანობა და მისი ტრანსდერმალურ კომპოზიტში ადამიანის კანთან შემხები ფენის სახით გამოყენების შესაძლებლობა.

საკვანძო სიტყვები: მრავალფუნქციური მრავალფენიანი ტექსტილური კომპოზიტი, საფეიქრო სტრუქტურები, სამედიცინო სახვევები, დაუგრები ნართი.

შესავალი. გასული საუკუნის ბოლოს ფართო განვითარება ჰპოვა ახალი თაობის სპეცთვისებების მქონე ტექნიკური ტექსტილის წარმოებამ. ასეთი სახის მასალები დანიშნულების მიხედვით გარკვეულ გარემოში სხვადასხვა ფუნქციური ქცევით გამოირჩევიან, ამიტომაც მათ ფუნქციური ტექსტილი უწოდეს. დღეს მსოფლიო ბაზარზე სხვადასხვა სახის ფუნქციური ტექსტილი გვხვდება: ბარიერული (მიკროორგანიზმების,

ქიმიური ზემოქმედების, სითხის, რადიაციის და სხვა ზემოქმედებისაგან დამცავი); ანტისტატიკური ანდა ელექტროგამტარი; ანტიმიკრობული ანდა ბაქტერიოსტატიკური; სისხლისა და სითხის შემაკავებელი; მაღალსორბციული და მაღალკაპილარული; ე.წ. მსუნთქავი მემბრანები; სამგანზომილებიანი (3D) ტრიკოტაჟული მასალები.

ტექნიკისა და ტექნოლოგიების სწრაფმა ცვლილებამ დღის წესრიგში დააყენა ახალი სახის მასალების - მრავალფუნქციური ტექსტილური კომპოზიტების შექმნა, რომლებშიც სხვადასხვა სტრუქტურის, ფიზიკური, მექანიკური და ქიმიური თვისებების მქონე ბოჭკოვან მასალათა ფენები წინასწარ განსაზღვრული თანმიმდევრობითაა განლაგებული. ასეთი ტექსტილური კომპოზიციური მასალები ერთდროულად მრავალ, ზოგჯერ ურთიერთსაწინააღმდეგო ხასიათის მოთხოვნას აკმაყოფილებენ. სხვადასხვა თვისებების მქონე ტექსტილური მასალების ერთ სტრუქტურაში თავმოყრა და მათი ცვლა თვისებების, ტექნიკური მახასიათებლების მიხედვით, საშუალებას იძლევა დაპროექტდეს და დამზადდეს სხვადასხვა სახის კომპოზიტები ახალი თვისებებითა და შესაძლებლობებით (Moseshvili, Tskhakaia 2017, 51-54).

მრავალფუნქციური ტექსტილის მიღების უმარტივეს ფორმა, როგორიცაა სხვადასხვა სახის ბოჭკოების შერევა, ძაფების მოდიფიკაცია, საფეიქრო ტილოების აგებულების და ზედაპირების მოდიფიკაცია, სასურველ შედეგს ვერ იძლევა. ამის მიღწევა შესაძლებელია რთული მრავალფენიანი ტექსტილური კომპოზიტების შემუშავებით. განსხვავებით პოლიმერული კომპოზიციური მასალებისაგან, სივრცე ფენებს შორის არ არის შევსებული მატრიცით. ამრიგად, მრავალფუნქციური 3D -ტექსტილური სტრუქტურები შეიძლება შეიქმნას ცალკეული ტექსტილური ფენების ერთმანეთზე დაწყობით. ყოველ ფენსა და მათ შორის ჰაერსაც თავისი საკუთარი თვისება შეაქვს კომპოზიტში. ასეთი კომპოზიტების უპირატესობაა ფენების შეერთების სიმარტივე და თვისებების ფართო ვარიანტის შესაძლებლობა.

მრავალფუნქციური ტექსტილური კომპოზიტების თვისებები დამოკიდებულია საფეიქრო მასალების სახეზე (ბოჭკოვანი მასალების ქიმიური შედგენილობა, სტრუქტურული მახასიათებლები, ქსოვილთა აგებულება და ა.შ), ფენების ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებზე, ფენების სისქესა და მოცულობაზე, სისტემაში ჰაერის მოცულობაზე (განსაკუთრებით შიგა სივრცეში), ფენების ურთიერთგანლაგების წესზე, შეერთების ტექნოლოგიაზე.

მრავალფუნქციური ტექსტილის დაგეგმარების ეტაპები შემდეგია:

1. კომპოზიციური მასალის ფუნქციისა და მისი ექსპლოატაციის პირობების განსაზღვრა;

თ. მოსეშვილი

2. კომპოზიტში გამოსაყენებელი მასალებისადმი წაყენებული მოთხოვნების ანალიზი.

3. ტექსტილური ფენების შერჩევა და მათი თვისებების კვლევა.

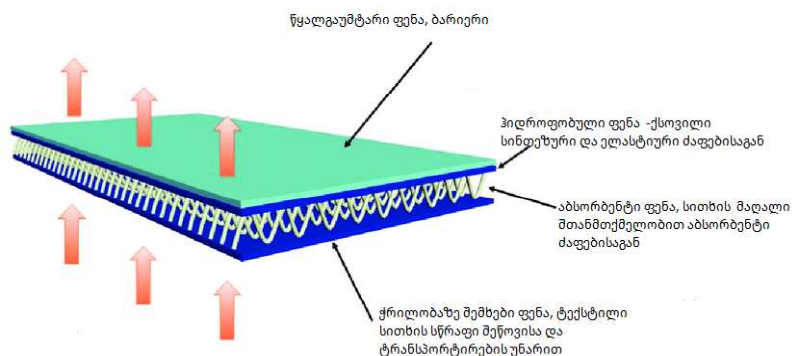
4. კომპოზიტში ფენების შეერთების (შემაკავშირებელი მასალის) სახისა და ტექნოლოგიის შერჩევა;

5. ტექსტილური კომპოზიტის კონსტრუქციის და თვისებების ოპტიმიზაცია კვლევების შედეგებისა და მისაღები კომპოზიტის ძირითადი ფუნქციის გათვალისწინებით.

მრავალფუნქციური მრავალფენიანი ტექსტილის ერთერთი სახეობაა სამედიცინო დანიშნულების კომპოზიტები. კერძოდ:

1. ტრანსდერმალური სისტემები, რომლებიც განკუთვნილია მათში არსებული სამკურნალო საშუალებების კანის დაუზიანებელი უბნებიდან სისხლის მომიქცევის სისტემაში უწყვეტად, ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მიწოდებისათვის (Atanasova ... 2021). ფაქტიურად ისინი ერთგვარად წვეთოვანი სისტემის როლს ასრულებენ. ასეთი ტექსტილური კომპოზიტი მრავალფენოვან სტრუქტურას წარმოადგენს, რომელიც ერთდროულად წამლის დეპოზაცია და ადამიანის ცხოველქმედების მეტაბოლური ნარჩენების შემგროვებელიც.

2. ჭრილობის მოვლის მრავალფენიანი ტექსტილური შესახვევი მასალები, რომელთა დანიშნულებაა ექსუდატის სწრაფი გაწოვა და მედიკამენტის მიწოდება. ასეთ მასალებში ადამიანის კანთან შემხები ფენა ჰიდროფილური უნდა იყოს, რათა ჭრილობის მაცერაციის თავიდან აცილების მიზნით უზრუნველყოს ექსუდატის სწრაფი გაწოვა - ტრანსპორტირება. გაწოვილი სითხე შთაინთქმება მეორე, აბსორბენტი ფენაში. კომპოზიტის ზედა ფენა ჰიდროფობურია, დაფარულია წყალგაუმტარი ნანომემბრანით, რომელიც გარემოსთან ბარიერს წარმოქმნის (Yadie Yang, Hong Hu 2016). მარტივი 3 ფენიანი კომპოზიტის სქემა მოცემულია (ნახ.1.)



ნახ. 1. 3-ფენიანი კომპოზიტის სქემა.

სამედიცინო მრავალფენიან კომპოზიტში ტექსტილური ფენები შეიძლება წარმოდგენილი იყოს ქსოვილის, ტრიკოტაჟული ან უქსოვადი საფეიქრო მასალის სახით, რომელთა ზედაპირები მოდიფიცირებულია ბიოაქტიური კომპლექსით. როგორც ცნობილია, ტექსტილური მასალები კაპილარულ-ფოროვან სხეულებს მიეკუთვნებიან. მათ გააჩნიათ სხვადასხვა სახის ნივთიერებათა შთანთქმის უნარი და დანიშნულებიდან გამომდინარე, შეუძლიათ შეიკავონ შთანთქმული ნივთიერებანი ან გასცენ გარემოში. ეს პროცესები დამოკიდებულია ფენათა სახეზე, ბოჭკოვან შემადგენლობაზე, სტრუქტურაზე, ფიზიკურ და მექანიკურ თვისებებზე, მათ ურთიერთგანლაგებაზე. დანიშნულების მიხედვით შესაძლებელია გამოყენებული იყოს როგორც მხოლოდ ერთი სახის ბოჭკოვანი შემადგენლობის ტექსტილი (მაგ. ბამბის, ვისკოზის და სხვა), ასევე, ბოჭკოთა ნაზავებისაგან - მაგალითად ვისკოზისა და პოლიესტერისაგან დამზადებული სახვევები, რომელშიც გაერთიანებულია ვისკოზის მაღალი შთანთქმის, ჰაერგამტარობის უნარი, სირბილე, კომფორტის შეგრძნება და პოლიესტერის მაღალი სიმტკიცე და მიკრობებისადმი მდგრადობის უნარი.

კვლევის მიზანი: მრავალფენიან კომპოზიტში ადამიანის კანთან შეხებაში მყოფ ფენად მაღალი ჰიდროფილური თვისებების მქონე, არატრადიციული ტექნოლოგიით დამზადებული ტექსტილური მასალების გამოყენების შესაძლებლობის კვლევა.

მასალები და მეთოდები. ბოჭკოვანი შეგენილობის შერჩევა. არატრადიციული მეთოდით ფორმირებულ საფეიქრო მასალებს წარმოადგენენ დაუგრები (ბოჭკოთა შეწებვით მიღებული) ნართისაგან ფორმირებული ქსოვილი და ტრიკოტაჟული ტილო. ეს შერჩევა განაპირობა დაუგრები (შეწებებული) ნართის სტრუქტურის თავისებურებამ და მისგან ფორმირებული ტექსტილური ნაწარმების მაღალმა ტენიის შთანთქმისა და ტრანსპორტირების უნარმა (Мосешвили 1986, 124-180).

დართვის ტრადიციული მეთოდებისაგან განსხვავებით დაუგრები ნართში ბოჭკოები ნაცვლად მრუდწირულისა, ერთმანეთის მიმართ პარალელურად არიან განლაგებული. მათ შორის დროებითი ადჰეზიური კავშირებია დამყარებული, რომლებიც ხამი ტილოების გამოყვანის შემდეგ გამოირეცხება და ქსოვილის სტრუქტურაში რჩება მხოლოდ პარალელურად განლაგებული ბოჭკოთა კონები (ნახ.2) (Horrocks 2010). ეს განაპირობებს მასალის მაღალ ფორიანობას, შესაბამისად, სითხის და გაზების იოლად შთანქმას, მაქსიმალურ შეღწევასა და ტრანსპორტირებას.

მრავალფენიან კომპოზიტში სითხის სწრაფი შთანთქმისა და ტრანსპორტირებისათვის ხშირად იყენებენ ვისკოზის საფეიქრო

თ. მოსეშვილი

მასალებს. ისინი გამოირჩევიან საუკეთესო ჰიგიენური თვისებებით: მაღალი ჰაერგამტარობით, ტენის შთანთქმის და ტრანსპორტირების ძალზე კარგი უნარით, თუმცა სველ მდგომარეობაში მნიშვნელოვნად იცვლება სტანდარტული ვისკოზის ბოჭკოს მთელი რიგი ფიზიკური და მექანიკური თვისებების მახასიათებლები. კერძოდ, მცირდება სიმტკიცე, ელასტიურობა, გაჯირჯვების შედეგად იცვლება მისი ტექსტურა და ზედაპირი ხდება ხეშეში.

ადამიანის კანთან შეხებაში მყოფი ფენისათვის მიზანშეწონილად მიგვაჩნია გამოყენებული იქნას მაღალმოდულური ვისკოზის ბოჭკოებისაგან, კერძოდ, სიბლონისაგან დამზადებული საფეიქრო მასალები. სველმდგომარეობაში ისინი გამოირჩევიან მაღალი დრეკადობის მოდულით და სიმტკიცით, მცირედ იცვლიან გეომეტრიულ ზომებს და კარგად ინარჩუნებენ სანიტარულ-ჰიგიენური თვისებების კომპლექსს (Мосешвили 1986, 124-180).

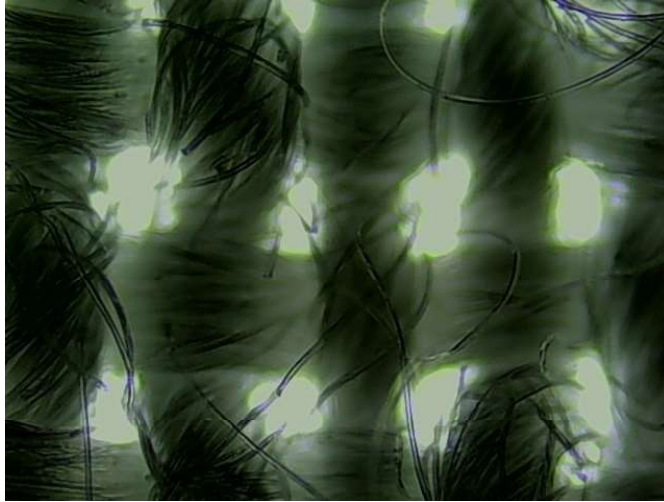
ტექსტილური მასალების სტრუქტურული კვლევა. ტექსტილური მასალებში აირებისა და სითხის ტრანსპორტირებას მნიშვნელოვნად განაპირობებენ მათში არსებული მიკრო და მაკრო ფორები. შესაბამისად, ამ მაჩვენებლებით შეგვიძლია ვიმსჯელოთ სამედიცინო სახვევებში ადამიანის კანთან შეხებაში მყოფი ფენის უნარზე შეიწოვოს, გაატაროს ექსუდატი და მედიკამენტი. აღნიშნულის კვლევისათვის შეირჩა 2 სახის ექსპერიმენტული საფეიქრო მასალა:

1. ექსპერიმენტული სიბლონის ქსოვილი, რომელშიც ქსელის ძაფები ტრადიციული დართვის პრინციპებით არიან ფორმირებული, ხოლო მისაქსელის ძაფები დაუგრები ნართია;

2. ექსპერიმენტული ტრიკოტაჟული ტილო, ფორმირებული სიბლონის დაუგრები ნართისაგან.

აღნიშნული საფეიქრო მასალები შემუშავებულია 25 ტექსი ხაზობრივი სიმკვრივის ნართისაგან. ქსოვილის სიმჭიდროვე: ქსელის მიმართულებით 258 ძაფი 10 სმ-ზე, 200 ძაფი 10 სმ-ზე. ექსპერიმენტული სიბლონის ქსოვილის ტექნოლოგიური პარამეტრები, ფიზიკური და მექანიკური თვისებები აღწერილია ნაშრომში (Мосешвили 2007).

შერჩეული საფეიქრო მასალების სტრუქტურა და ფორიანობა შესწავლილი იქნა მიკროსკოპული სკანირების მეთოდით, რომელიც საშუალებას იძლევა ნიმუშის გამოსახულება მივიღოთ პერსონალური კომპიუტერის ეკრანზე და შემდგომ ციფრული დამუშევრებით მოვახდინოთ მასში ფორიანობის მაჩვენებლების განსაზღვრა. მე-2 და მე-3 ნახაზებზე ნაჩვენებია ექსპერიმენტული ქსოვილისა და ტრიკოტაჟის მიკროფოტოსურათები.

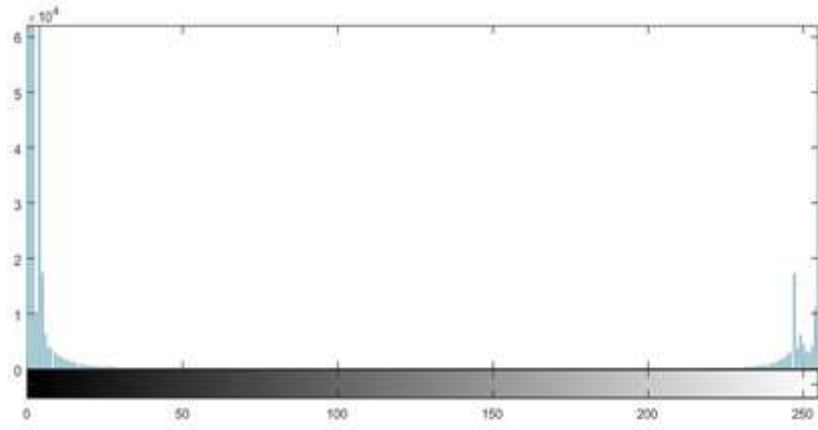


ნახ. 2. ექსპერიმენტული ქსოვილისა მიკროფოტოსურათი.

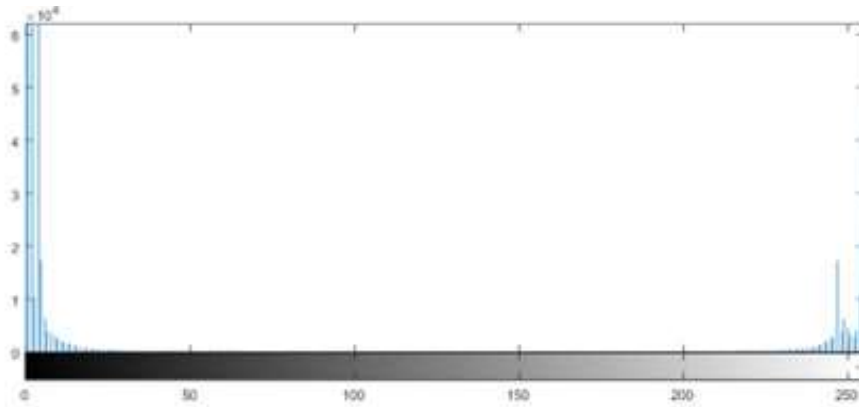


ნახ. 3. ექსპერიმენტული ტრიკოტაჟის მიკროფოტოსურათი

ფორიანობის განსაზღვრა. მიღებული მიკროფოტოსურათების დამუშავება განხორციელდა MATLAB R 2013b ქვეპროგრამით, რომელიც ფოტო-ვიდეო მასალის დამუშავების ინსტრუმენტიტაა აღჭურვილი და უზრუნველყოფს მიღებული გამოსახულების მაღალ ხარისხსა და დამუშავების სიზუსტეს. გამოსახულების დასამუშავებლად და ფორიანობის განსაზღვრისათვის გამოყენებულია ბინარიზაციის მეთოდი, რომელიც იძლევა ინფორმაციას ე.წ. შავი და თეთრი წერტილების რაოდენობის შესახებ და გვაძლევს მათი განაწილების ჰისტოგრამას. ქვემოთ ნაჩვენებია ფორიანობის ჰისტოგრამა (ნახ.4) ექსპერიმენტული ქსოვილისა და ტრიკოტაჟისათვის (ნახ.5).



ნახ. 4. ფორიანობის ჰისტოგრამა ექსპერიმენტული ქსოვილისათვის.



ნახ. 5. ფორიანობის ჰისტოგრამა ექსპერიმენტული ტრიკოტაჟული ქსოვილისათვის.

შედეგები და დისკუსია. მიკროფოტოსურათებზე (ნახ.2 და ნახ.3) მკაფიოდ ჩანს ექსპერიმენტულ ქსოვილისა და ტრიკოტაჟულ ტილოს ძაფებში ბოჭკოების განლაგების თავისებურება, კერძოდ, სპირალურად განლაგებული ბოჭკოები ტრადიციულ ნართში (ქსელი) და ბოჭკოების პარალელური განლაგება მისაქსელში, რაც დამახასიათებელია დაუგრები ნართისათვის. ექსპერიმენტული ხამი მასალების გამოყვანის შედეგად ბოჭკოების შემაკავშირებელი ადჰეზივი გამოირეცხა და დარჩენილია პარალელურად განლაგებული ბოჭკოთა კონები. ასეთ ქსოვილში ფორიანობას განაპირობებს არამარტო ძაფთა შორის არსებული სივრცე, არამედ უშუალოდ ძაფებში ბოჭკოთაშორის არსებული მიკროსიცარილე.

მიკროფოტოსურათების დამუშავება ბინარიზაციის მეთოდით და ჰისტოგრამების ანალიზი (ნახ.4 და ნახ.5) გვიჩვენებს საკვლევი მასალების მაღალ ფორიანობას. ჰისტოგრამაზე 0–თან ახლოს აღინიშნება

ფოტომასალაზე შავი წერტილების რაოდენობა, ხოლო 255 თან ახლოს კი თეთრი წერტილების რაოდენობა (ფორები).

ექსპერიმენტული ქსოვილისათვის (ნახ. 4) სურათზე თეთრი წერტილების მოცულობა შეადგენს მთლიანი მოცულობის 18%-ს.

ტრიკოტაჟული ქსოვილისათვის (ნახ.5) თეთრი წერტილების მოცულობა შეადგენს მთლიანი მოცულობის 35%-ს.

დასკვნა. სამედიცინო დანიშნულების მრავალფუნქციური მრავალფენიანი ტექსტილური კომპოზიტებში ადამიანის კანთან შეხებაში მყოფი ტექსტილური ფენები უნდა იქნეს დამზადებული კარგი სითხისა და ჰაერგამტარი მასალებისაგან, რასაც განაპირობებს მათი სტრუქტურა და ფორიანობა. დაუგრეხი ნართისაგან ფორმირებულ ქსოვილსა და ტრიკოტაჟულ ტილოში ადჰეზივის გამორეცხვის შედეგად პარალელურად განლაგებული ბოჭკოთა კონები უზრუნველყოფენ მასალის მიკრო ფორიანობას და შესაბამისად, ჰაერისა და სითხის შეღწევადობის გაზრდას ბოჭკოთაშორისი სივრცისა გადიდების ხარჯზე.

სიბლონის ექსპერიმენტული, არატრადიციული ტექნოლოგიით შემუშავებული ტექსტილური მასალები მაღალი ფორიანობით გამოირჩევიან, რაც განაპირობებს სითხისა და აირების როგორც მაღალ შეღწევადობას, ასევე, გარემოში მათ სწრაფ ტრანსპორტირებას. ეს კი იძლევა შესაძლებლობას სიბლონისაგან დამზადებული საფეიქრო მასალები ტრანსდერმალურ საფენებში გამოყენებული იქნას კანთან შეხებზე ტექსტილურ ფენად.

ლიტერატურა

- მოსეშვილი, თ. 1986. დაუგრეხი ნართის წარმოების ტექნოლოგიის შემუშავება ქიმიური ბოჭკოებისა და მათი ნაზავებისაგან. დისერტაცია ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის ხარისხის მოსაპოვებლად. მოსკოვის საფეიქრო ინსტიტუტი (რუსულ ენაზე).
- Atanasova, D., Staneva, D., Grabchev, I. 2021. "Textile Materials Modified with Stimuli-Responsive Drug Carrier for Skin Topical and Transdermal Delivery. Materials". <https://www.researchgate.net/publication/349348863>.
- Horrocks, R. 2010. *Handbook of technical textiles*, Wood head P.L.
- Moseshvili T., Tskhakaia K. 2017. „Fibrous composition and structure of layers in multifunctional hybrid multilayer textile composites“ *European Journal of Natural History*. № 6, 51-54.
- Yadie Yang, Hong Hu. 2016. „Spacer fabric-based exuding wound dressing - Part I: Structural design, fabrication and property evaluation of spacer fabrics“:

Textile Research Journal 87(12), <https://www.researchgate.net/publication/305746295>.

Мосешвили, Т. 2007. “Особенности структуры и физико-механических свойств ткани, выработанной из бескруточной пряжи”. «Сборник Известий». Национальная академия наук Азербайджана, Ганджинский региональный научный центр. Гянджа, №27, ст. 63-66.

Ceramics and Composites

Investigating the possibilities of using textile materials formed from untwisted yarn in multifunctional multilayer composites

Tamar Moseshvili

tamar.moseshvili@atsu.edu.ge

Akaki Tsereteli State University

Kutaisi, Georgia

DOI: <https://doi.org/10.52340/atsu.2025.1.25.19>

Rapid changes in engineering and technology have put on the agenda the creation of new types of materials —multifunctional textile composites, in which layers of fibrous materials with different structures, and physical, mechanical, and chemical properties are arranged in a predetermined sequence. Such materials simultaneously meet many, sometimes contradictory requirements. The article discusses the possibility of forming a multifunctional, multilayered textile composite for medical purposes using textile materials obtained from untwisted siblon yarn.

Keywords: multifunctional multilayer textile composite; textile structures; medical dressings; untwisted yarn.

Rapid changes in engineering and technology have put on the agenda the creation of new types of materials —multifunctional textile composites, in which layers of fibrous materials with different structures, and physical, mechanical, and chemical properties are arranged in a predetermined sequence. Such materials simultaneously meet many, sometimes contradictory requirements. This allows for designing and manufacturing various types of composites with new properties and capabilities (Moseshvili, Tskhakaia 2017, 51-54).

In multifunctional textiles, the space between the layers is not filled with a matrix. It can be created by stacking individual textile layers one on another. The properties of multifunctional textile composites depend on the type of textile

materials, the physical and chemical properties of the layers, the thickness and volume of the layers, the volume of air in a system, the mutual arrangement of layers, and the joining technology.

One type of multifunctional multilayer textiles is medical composites, particularly 1. Transdermal systems (Atanasova, Staneva, Grabchev, 2021) and 2. Multilayer textile dressings for wound care (Yadie Yang, Hong Hu, 2016).

In a medical multilayer composite, textile layers can be in the form of woven, knitted, or non-woven textile materials. Textile materials belong to capillary-porous bodies, have the ability to absorb various types of substances, and can retain absorbed substances or release them into the environment.

Goal of the research. The research aims to investigate the possible uses for textile materials with high hydrophilic properties, made using non-traditional technology, as the layer in contact with human skin in a multilayer composite.

Textile materials formed by nontraditional methods are knitted fabrics and fabrics made from untwisted (obtained by gluing fibers) yarn. This choice was made due to the peculiarity of the structure of untwisted (glued) yarn and the high moisture sorption and transport ability of textile products made from it (Mosesvili 1986, 124-180).

Unlike traditional spinning methods, in untwisted (glued) yarn, the fibers are located parallel to each other instead of curvilinear location. Temporary adhesive bonds are established between them, which are washed out after the canvas is finished, and only bundles of parallel fibers remain in the fabric structure (Horrocks, 2010). This leads to high porosity of the material, and therefore easy absorption of liquids and gases, maximum penetration, and conduction.

For the layer in contact with human skin, we consider it appropriate to use textile materials made of high-modulus viscose fibers, in particular, siblon (Mosesvili 1986, 124-180).

Two types of textile materials were prepared for the study:

1. Experimental siblon fabric, in which the warp threads are formed according to the principles of traditional spinning, and the weft threads are untwisted yarn;
2. Experimental knitted fabric, formed from untwisted siblon yarn.

These textile materials are woven from yarn with a linear density of 25 tex. Fabric density: 258 threads per 10 cm in the warp direction, 200 threads per 10 cm. The technological parameters, and physical and mechanical properties of the experimental siblon fabric are described in the work (Mosesvili 2007).

The structure and porosity of the selected textile materials were studied using the microscopic scanning method. This method allows us to obtain an image of the sample on a personal computer screen and then determine its porosity

indicators by digital scanning. Figures 2 and 3 illustrate microphotographs of experimental fabric and knitwear.



Figure 2. Microphotograph of experimental fabric.



Figure 3. Microphotograph of experimental knitwear.

Determination of porosity. The obtained microphotographs were processed using the MATLAB R 2013b subprogram. The binarization method was used to process the image and determine the porosity, which provides information about the number of the so-called black and white dots and gives us a histogram of their distribution.

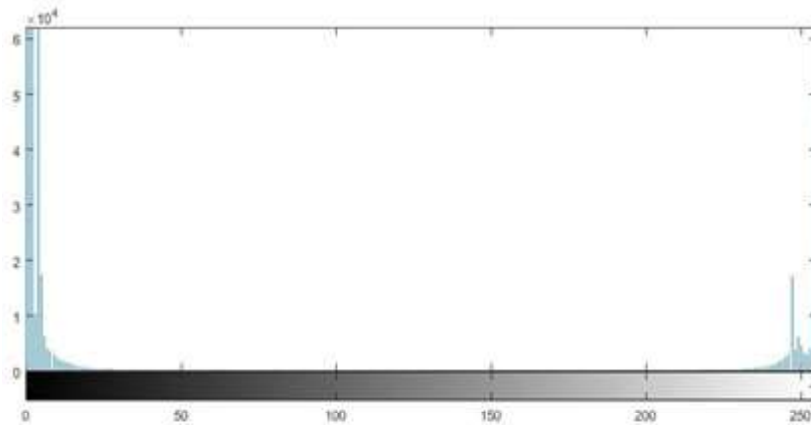


Fig. 4. Porosity histogram for an experimental fabric.

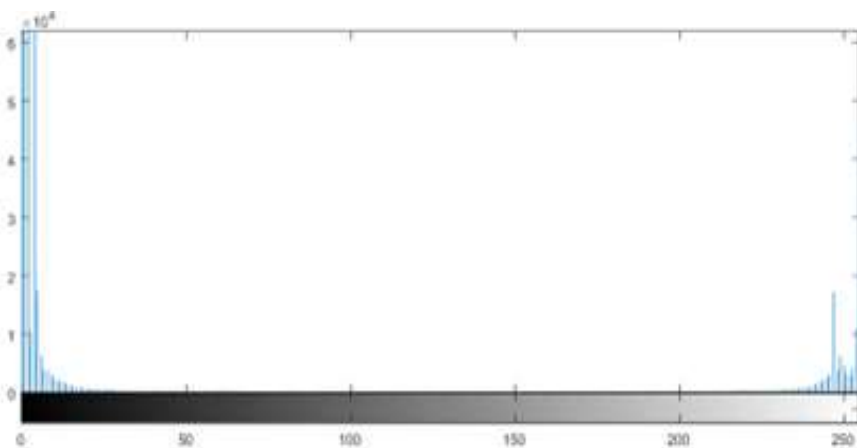


Fig.5. Porosity histogram for an experimental knitted fabric.

The microphotographs (Fig. 2 and Fig. 3) clearly illustrate the peculiarity of the arrangement of fibers in the yarns of the experimental fabric and knitted fabric, particularly, spirally arranged fibers in a traditional yarn (warp) and parallel arrangement of fibers in a weft (untwisted yarn). In such a fabric, porosity is determined not only by the space between the fibers but also by the micro-voids directly between the fibers in the yarn.

Analysis of the histograms (Fig. 4 and Fig. 5) reveals the high porosity of the studied materials. The histogram shows the number of black dots on the photo material near 0, and the number of white dots (pores) near 255.

For the experimental fabric (Fig. 4), the volume of white dots in the image is 18% of the total volume, while for the knitted fabric (Fig. 5), the volume of white dots is 35% of the total volume.

Conclusion. In multifunctional, multi-layered textile composites for medical purposes, the textile layers in contact with the human skin should be made of materials with high porosity, good fluid, and air permeability. In fabrics formed from untwisted yarns and knitted fabrics, the parallel bundles of fibers formed by washing out the adhesive provide high porosity of the material and, accordingly, increased air and liquid permeability due to the increase in the interfiber space.

Textile materials developed using siblon experimental, non-traditional technology are characterized by high porosity, which determines both the high permeability of liquids and gases, as well as their rapid transport into the environment. This allows the use of textile materials made of siblon as a textile layer in contact with the skin in transdermal patches.