

УДК 677.025.8 | КАЛЮЖНИЙ В. Є., ЄЛІНА Т. В., ГАЛАВСЬКА Л. Є.  
Київський національний університет технологій та дизайну,  
Україна

## ГЕОМЕТРИЯ НИТКИ У СТРУКТУРІ ТРИКОТАЖНИХ КОМПОЗИТИВ

**Мета.** Дослідження геометричних характеристик нитки, пров'язаної у трикотаж, що використовується у якості армуючого наповнювача композиційних матеріалів з епоксидними матрицями.

**Наукова новизна.** Встановлено характер впливу епоксидного зв'язуючого на геометричні характеристики нитки та параметри структури трикотажу.

**Практичне значення.** Отримано дані для використання у системах 3D моделювання трикотажних композитів з епоксидним зв'язуючим.

**Ключові слова:** Трикотажний композит, структура трикотажу, геометрія нитки, епоксидна матриця.

**Постановка завдання.** Трикотажні полотна використовують у якості волокнистих наповнювачів композиційних матеріалів порівняно недавно, тому їхня поведінка недостатньо вивчена. Технічні можливості сучасного в'язального обладнання дозволяють отримувати просторові форми та оболонки з різною щільністю в'язання, різними радіусами кривизни. Однак характер деформацій та геометричні характеристики [1, 3, 4] нитки у структурі наповнювача композиційних матеріалів суттєво змінюються під впливом матриці, тому важливим етапом на шляху вирішення задачі моделювання властивостей трикотажних композитів є вивчення особливостей зміни геометрії нитки в структурі трикотажних композитів.

**Методологія досліджень.** У ході дослідження використовувались стандартні методики вивчення параметрів структури трикотажу, а також методи цифрової мікроскопії з використанням мікроскопу електронного мікроскопа (usb digital microscope MM-2288-5X-S)

**Результати досліджень.** У ході дослідження виготовлено зразки трикотажу переплетення гладь з високомолекулярних поліетиленових ниток та комплексних багатофіламентних параарамідних ниток. Зразки КМ виготовлено шляхом занурювання трикотажу у епоксидну матрицю та витримування у вертикальному стані на спеціальних завісах протягом доби. Під дією капілярних сил та сили тяжіння зв'язуюче просочує нитки та перекидає міжниткові проміжки. Це можливо лише за умови

оптимальної в'язкості зв'язуючого. На рис. 1 зображено макروفотграфію зразка трикотажу з комплексних багатофіламентних параарамідних ниток.

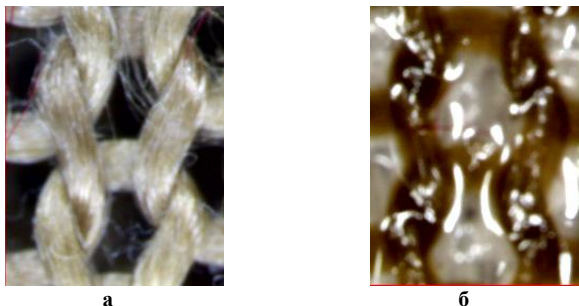


Рис. 1. Зразок трикотажу з комплексних багатофіламентних параарамідних без епоксидного зв'язуючого (а) та зразок трикотажу з комплексних багатофіламентних параарамідних зразок з епоксидним зв'язуючим (б)

Досліджено зміни таких геометричних характеристик нитки як: ширина проекції нитки на площину полотна у точці перегину петельної палички  $Dt$ , ширина проекції на площину полотна зони міжниткової взаємодії  $Bb$ , ширина проекції нитки на площину полотна у точці вершини голкової дуги  $Dk$ , петельний крок  $A$ , висота петельного ряду  $B$ , поверхнева густина матеріалу  $M_s$ , а також довжина кривої лінії, побудованої по центру проекції зігнутого в петлю витка нитки, що припадає на одну петлю  $L$ . У таблиці 1 наведено середні значення зазначених вище характеристик для зразків до та після просочування та полімеризації.

Таблиця 1- Геометричні параметри нитки в структурі трикотажу трикотажу з комплексних багатофіламентних параарамідних ниток зі зв'язуючим та без

Параметри	Лінійне значення параметру у зразку без зв'язуючого, мм	Лінійне значення параметру у зразку зі зв'язуючим, мм	Зміна значення параметру у зразку зі зв'язуючим у порівнянні із зразком без зв'язуючого, %
$Dt$	0,56	0,50	-10,71
$Bb$	0,84	0,62	-26,19
$Dk$	0,60	0,57	-5,00
$A$	2,53	2,59	2,37
$B$	1,64	1,65	0,61

L	7,91	7,11	-10,11
---	------	------	--------

Усі виміри отримані шляхом фіксації відповідних характеристик 5 петель, що потрапляють у зону видимості мікроскопу та подальшої апроксимації значень. На рис. 2 зображено макрофотографію зразка трикотажу з високомолекулярних поліетиленових нитки.

Результати визначення геометричних характеристик структури у зразках трикотажу з поліетиленової нитки без епоксидного зв'язуючого та з ним наведено у таблиці 2.

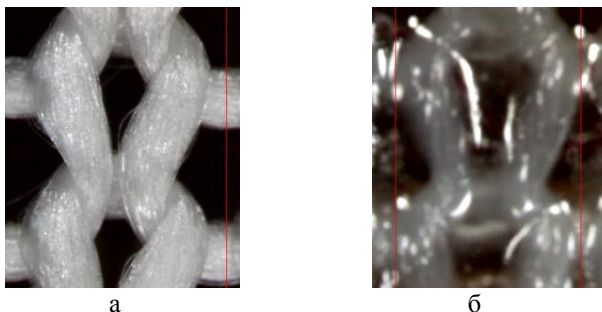


Рис. 2. Зразок з поліетиленової нитки без епоксидного зв'язуючого (а), зразок з поліетиленової нитки з епоксидним зв'язуючим (б)

Таблиця 2 – Геометричні параметри нитки в структурі трикотажу трикотажу з поліетиленової нитки зі зв'язуючим та без

Параметри	Лінійне значення параметру у зразку без зв'язуючого, мм	Лінійне значення параметру у зразку зі зв'язуючим, мм	Зміна значення параметру у зразку зі зв'язуючим у порівнянні із зразком без зв'язуючого, %
Dt	0,79	0,57	-27,85
Bb	0,74	0,63	-14,86
Dk	0,66	0,52	-21,21
A	2,62	2,33	-11,07
B	1,79	1,79	0,00
L	7,5	7,26	-3,20

Для обох зразків характерно зменшення ширини проекції нитки на площину полотна. Зв'язуюче рівномірно покрило зразок, спостерігається хороше просочування та перекриття міжниткових проміжків. В зразку з поліетиленової нитки при замочуванні в епоксидній смолі параметри

нитки також зменшилися як і з зразком комплексних багатофіламентних параарамідних нитки

**Висновок.** У ході дослідження встановлено характер зміни геометричних параметрів параарамідної та поліетиленової ниток в структурі трикотажу переплетення гладь під дією епоксидного зв'язуючого. У зразку з параарамідної нитки простежується задовільне просочування, рівномірне перекриття міжниткових проміжків та суттєва зміна конфігурації петлі у структурі композиту порівняно зі зразком без зв'язуючого. У зразку з поліетиленової нитки також спостерігається достатнє просочування та перекриття міжниткових проміжків, але нитка в петлі при цьому майже не змінює своєї конфігурації. Найбільше змінюються діаметр нитки у точках середини елемента палички остова петлі (-10,7 % для параарамідної та -27,8 для поліетиленової нитки). Отримані результати підготовлено для використання у системах тривимірної геометричної моделювання.

### Література

1. Перепёлкин К.Е. Полимерные композиты на основе химических волокон: основные виды / К.Е. Перепёлкин. Технический текстиль №13, 2006 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rustm.net/catalog/article/185.html>
2. Вашуков Ю. А. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композитных материалов. Мультимедийный образовательный модуль / Ю.А. Вашуков. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та им. С. П. Королева, 2012. – 185 с.
3. Труевцев А.В. Армирование композитов кулирным трикотажем из параарамидной нити / А.В. Труевцев, Е.С. Цобкало, К.А. Молоснов // Курьер. Легкая промышленность. – 2013. – №5, С.7-9.
4. Калюжний В.Є. Виготовлення сидла велосипедного з композиційного матеріалу на трикотажній основі. / В.Є. Калюжний, Т.В. Єліна, Л.Є. Галавська // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Молодь - науці і виробництву – 2019: Інноваційні технології легкої промисловості», 16-17 травня 2019 р. – Х.: ХНТУ, 2019. – С.60-61. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/12684/2/%D0%97%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82.pdf>