

Определяване някои физико-механични показатели на заготовки за съдови протези

Доц. д-р Тодор Стоилов, ТУ-София
Маг.инж. Даниела Чолева, ТУ-София
Ст.н.с.д-р Ангелина Георгиева, ХТМУ-София

Резюме

Целта на настоящата разработка е да се установят границите на разтегливост и еластичност при едномерно статично натоварване на кръглоплетени образци, предназначени за съдови протези. Изплетени са три проби от двукомпонентни нишки с различно процентно участие на полиестерни и полиамидни текстурирани коприни, последната от които се резорбира в човешкото тяло след трансплантация. Определени са също експериментално основните физични характеристики на бримковите структури.

Ключови думи: съдови протези, двукомпонентни нишки, граница на разтегливост и еластичност, кръглоплетени структури, едномерно статично натоварване

Determination the some physicomechanical properties of weft knitted samples used as blood vessels

Assoc. Prof. Todor Stoilov, PhD, TU of Sofia
M.Sc. Eng. Daniela Choleva, TU of Sofia
Angelina Georgieva PhD, UCTM of Sofia

Abstract

The purpose of the present work is determination the critical-tensile ratios by one-dimensional static loading of plain weft circular knitted structures used as blood vessels. Three kinds of samples knitted in different percentage of polyester and polyamide component filament threads are investigated. The polyamide filament thread will be resorbed in the human body after transplantation. The experimental values of physical characteristic data of a knitted structure also are worked out.

Key words: blood vessels, two component filament thread, critical tension ration, elasticity, weft circular knitted structure, one-dimensional static loading

1. Увод

Заместването на увредени артерии с изкуствени кръвоносни съдове е хирургическа практика след съобщението на Voorchees през 1953 г. за успешно прилагана тръбовидна тъкан като артериален заместител. В следващите години започва интензивна дейност в разработване на такива заместители. Практиката с течение на времето показва по-добри резултати при замяна на аорти с тъкани протези, а на артерии с протези от плетени структури [2]. Първата плетена структура е предложена от De Bakey през 60^{те}

години на миналото столетие. Следват други конструкции на база многонишкови структури и от моноструктури с полимер от типа гортекс и портекс. Независимо от по-новите варианти на структури, класическата напречно плетена протеза има някои предимства, изразени в добрата осева еластичност и ниска разтегливост, параметри, чието определяне е предмет на настоящата разработка.



Фиг. 1 Кръвоносен съд

2. Изложение

Имайки в предвид някои предимства на класическата напречно плетена структура, бяха разработени варианти, изплетени от две различни по състав полифиламенти текстурирани коприни: полиестерни и полиамидни. Целта на този двуконпонентен състав на полимера е да се създаде частично резервируема протеза, като след период от 6 месеца до 1 година, едната съставка (полиамидната) се резорбира благодарение на своя състав и допълнителна химична обработка, а другата (полиестерната) нишка остава като укрепваща. Участието на два компонента естествено предизвиква въпроса, какво ще бъде отражението на полиамидната съставка върху основните за съдовата протеза параметри: еластичност и разтегливост?

3. Експериментална част

Обект на изследване

От казано по-горе става ясно, че обект на изследване в настоящата разработка са кръглоплетените образци, изплетени от две различни по състав полифиламенти текстурирани коприни: полиестерни и полиамидни. Получени са 3 вида образци с различно процентно участие на ПЕ и ПА коприни:

- 22 % ПАк и 78 %ПЕк – със сумарна линейна плътност 39,3 тех
- 24 % ПАк и 76 %ПЕк - със сумарна линейна плътност 40,9 тех
- 26 % ПАк и 74 %ПЕк - със сумарна линейна плътност 42,0 тех

Опитните образци са изплетени на стенд за кръглоплетене с клас на финост 24, който е проектиран и изработен в катедра „Текстилна техника” към Технически Университет-София.

Видове физико-механични изпитвания. Параметри

В настоящата разработка са изследвани два основни механични показателя на заготовките от кръглоплетени образци, предназначени за съдове протези: разтегливост и еластичност.

Определени са също някои важни характеристики на бримковите структури като: гъстина на редовете, гъстина на стълбовете, дължина на нишката в бримката и линеен модул на бримката.

За определяне границата на разтегливост и еластичност кръглоплетените образци се натоварват статично под формата на цилиндър. Тук максималната сила на опън се изчислява от максималното допустимо налягане, което е възможно да възникне в кръвоносните съдове при човека и то е от порядъка на 240 mmHg (фиг. 1).

Изпитването на опън се осъществява с помощта на стенд за статично натоварване, който е описан в предишна разработка на авторите [1], след което се изчислява относителното удължение спрямо първоначалната дължина, която е 15 cm. Условиата, при които е проведено изпитването на опън, са посочени в таблица 1.

Условия на натоварване	Означение	Стойност
Предварително натоварване	P_o, N	0,2
Максимално натоварване	P_{max}, N	13,2
Стъпка на натоварване	t, N	1

Табл.1 Условия на изпитване

За да се установят търсените параметри на плетените образци, предназначени за съдови протези, се извършват два вида натоварвания:

- Кратковременно статично натоварване с постепенно нарастване на силата по бримков стълб;
- Продължително статично натоварване с постоянна сила на опън P_{max} по бримков стълб.

Опитните образци се оставят върху плоска повърхност за релаксация в продължение на 24 часа. Определя се също остатъчната и еластичната деформация на изследваните проби.

Гъстините по бримков ред и бримков стълб са определени с помощта на текстилна лупа с размери 2x2 cm, докато дължината на нишката в бримката чрез последователно разплитане на 5 бримкови редове.

Всички изпитвания са извършени при 70% влажност на въздуха и температура 22°C и за всяко едно от тях са направени общо по 5 измервания. Получените резултати са обработени статистически.

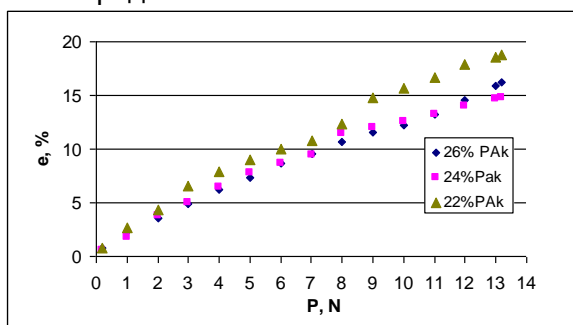
Опитни резултати

Експериментално получените характеристики на заготовките за съдове протези са посочени в таблица 2.

№	Характеристика	Означение	22% ПАк 78% РЕк	24% ПАк 76% РЕк	26% ПАк 74% РЕк
1	Гъстина по бримков ред	P_A , бр.бр.ст. /50 mm	60	60	60
2	Гъстина по бримков стълб	$P_B (P_V)$, бр.бр.р. /50 mm	85	85	85
3	Линейна плътност	Tt , tex	39,3	40,9	42
4	Дължина на нишката в бримката	l , mm	3,40±1,45%	3,24±1,56%	3,41±1,43%
5	Линейен модул на бримката	m_l	18	17	18

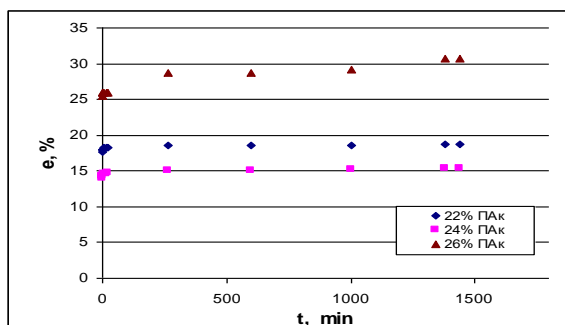
Табл.2 Характеристики на кръглоплетените заготовки

Въз основа на проведеното механично изпитване са получени кривите натоварване-разтегливост (напрежение-деформация) при кратковременно статично натоварване с постепенно нарастване на силата на опън за трите вида опитни образци по бримков стълб и са представени графично на фиг.2. От нея се вижда ясно, че най-голямо относително удължение имат опитните образци, изплетени от нишки с най-малко дялово участие на ПА коприна и то е от порядъка на 18-19 %.



Фиг. 2 Криви натоварване-относително удължение

От графиките на фиг. 2 и от обработените статистически резултати може да се каже, че за границите на изследваното натоварване няма статистически доказана разлика между средните стойности на относителното удължение за опитните образци, изплетени от нишки със състав 24% ПАк и 26% ПАк, т.е. механичните им криви се припокриват в почти цялата зона от изследваната област на натоварване. При сравняване на средните стойности на относителното удължение за образци от нишки с 22% и 24% ПАк от една страна, а от друга 22 и 26% ПАк се установява, че до 2-3 N поведението им при натоварване е сходно, но с нарастване на силата на опън кривата на образците от нишки с 22% участие на ПАк се отдалечава значително от тези на останалите две.



Фиг.3 Продължително статично натоварване

При осъществяване на продължително натоварване на опитните образци с максимална сила на опън изменение по отношение на относителното удължение с течение на времето почти не се наблюдава, то е много малко, в границите на 1 % за опитните образци от нишки с 22% и 24% ПАк, и до 4 % за образците със състав на нишки 26% ПАк и 74% ПЕК., т.е. бримковите структури показват

сравнително стабилно поведение. Делът на остатъчната деформация след приложена сила на опън е малък, в границите на 0.8 – 1.3 %.

3. Изводи

Резултатите от направените изследвания показват, че еластичността на заготовката на практика е почти в линейна зависимост от натоварването, или протезата ще има поведение на пружина – ще поема динамичните пулсации на кръвния поток.

Резултатите от статичното натоварване продължително време говорят, че след кратък период от време протезата достига едно крайно удължение или нейният размер се стабилизира.

Изследванията биха могли да бъдат разширени в посока осъществяване на по-сложни статични и динамични натоварвания при условия, симулиращи средата, в която ще се приложат плетените образци, за да се изясни по-пълно поведението им при механично натоварване.

Литература

1. Стоилов, Т., Чолева, Д., Определяне началните параметри за двумерни физико-механични изпитвания на еднолицеви напречно плетени платове, Сборник доклади от XIII^{та} Научна конференция с международно участие ЕМФ'2008, 2008, стр. 169
2. Топалов Й., Георгиева, А., Стоилов, Т., Частично резербируема съдова протеза, Научна конференция "Балканиреко" София, 2006, 21-23 юни

Автори :

1. Доц. д-р Тодор Стоилов, катедра „Текстилна техника“ към ТУ – София, сл. тел. 965 39 21, email: tstoilov@tu-sofia.bg
2. Ст.н.с. д-р Ангелина Георгиева, ХТМУ-София, email: angi@mail.bg
3. Маг. инж. Даниела Чолева, редовен асистент в катедра „Текстилна техника“ към ТУ – София, сл. тел. 965 39 75, email: dcholeva@tu-sofia.bg