

КИЗИМЧУК О.П., МЕЛЬНИК Л.М., СПІЧЕНКО Р.Л.

Київський національний університет технологій та дизайну

ВЛАСТИВОСТІ ЕЛАСТИЧНИХ ОСНОВОВ'ЯЗАНИХ БИНТІВ

Мета. Аналіз ринку трикотажних еластичних бинтів в Україні, дослідження параметрів та властивостей найбільш розповсюджених виробів для їх порівняння та визначення відповідності вимогам.

Методи. Для дослідження сировинного складу, виду переплетення, параметрів структури та релаксаційних характеристик еластичних бинтів використовували експериментальні методи за стандартними методиками.

Результати. У результаті дослідження структури еластичних бинтів встановлено, що усі представлені бинти вироблені осново'язаним утоковим переплетенням з застосуванням чотирьох систем ниток. Грунтовим переплетенням є ланцюжок з закритими петлями, для якого використовують поліефірну нитку і мають різне набирання залежно від виробника. Необхідні показники еластичності та пружності забезпечують еластомерні нитки, які вводять в структуру бинта у вигляді повздовжнього утоку при неповному набиранні гребінки та різному рапорті її зсувів за спинками голок. Дві інші системи ниток – це бавовняна пряжа у декілька складень, яку прокладають на всю ширину бинта по обидва боки від еластомерної нитки забезпечуючи її перекривання та поєднання окремих ланцюжків у полотно.

Отримані дані експериментальних досліджень параметрів та розтяжності еластичних бинтів дозволили встановити їх відповідність стандартизованим значенням, що забезпечує функціональність виробів в процесі експлуатації. Результати вивчення сировинного складу бинтів вказують на відповідність до даних, які вказані виробниками. Відсотковий вміст еластомерної нитки не є визначальною характеристикою розтяжності виробів, оскільки швидкозворотна складова у повній деформації для усіх досліджуваних бинтів перевищує 0,95, що свідчить про високі пружні властивості, а залишкова складова становить менше 0,02, що сприяє швидкому відновленню попередніх розмірів виробу після зняття навантаження.

Практична значимість роботи підтверджується можливістю оцінювання бинта того чи іншого виробника за отриманим масивом даних про їхні властивості. Результати роботи розширюють знання про вплив структури переплетення на параметри та деформаційні властивості трикотажу.

Ключові слова: еластичний бинт, утокове переплетення, еластомерна нитка, релаксаційні характеристики.

THE PROPERTIES OF ELASTIC WARP KNITTED BANDAGES

KYZYMCHUK O., MELNYK L., SPICHENKO R.

Kyiv National University of Technologies and Design

Goal. The market analysis of knitted elastic bandages in Ukraine, the investigation of the parameters and properties of the most common products and their comparison as well as determination of compliance to requirements are the main purposes of this study.

Methodology. Standard test methods were used to experimental study the raw material composition, type of interlooping, structure parameters and relaxation characteristics of elastic bandages.

Results. As a result of the study of the elastic bandage structure, it is found that all tested bandages are produced on Crochet knitting machine using four yarn systems. chain stitch with closed loop from is a ground interlooping. The ground guide bar is partially threaded with polyester yarn depending on the manufacturer. The requested level of elasticity is provided by elastomeric threads, which are used as longitudinal in-lay yarn with incomplete threaded of the guide bar and a different repeat of its shifting behind the needles. The other two yarns systems are cotton yarn in several ends, which is laid across the bandage's entire width at both sides of the elastomeric yarn, ensuring its overlap and

the combination of individual chain wales into the fabric.

Obtained experimental data of the parameters and elongation of elastic bandages of different manufactures allowed to establish their compliance with standardized values. It ensures the products functionality during usage. It is indicated that the yarn composition specified by the manufacturers correlated with experimental results. The percentage of the elastomeric thread content is not a determining characteristic of the bandage's stretchability since the elastic component of full deformation for all tested bandages exceeds 0.95. The residual component is less than 0.02. It is indicating high elastic properties and functionality.

The practical significance of the work is confirmed by the possibility of evaluating a bandage of a particular manufacturer based on the resulting array of their properties data. The results of the work expand the knowledge about the influence of the knitted structure on the parameters and deformation properties of elastic bandage.

Keywords: elastic bandage, in-laid yarn, filling interlooping, elastomeric thread, relaxation characteristics

Вступ. Серед широкого асортименту виробів текстильні матеріали медичного призначення не є продукцією масового попиту, однак вони мають сталий попит та відповідно стійкий збут. Тому сьогодні зусилля багатьох вчених спрямовані на вирішення питань пов'язаних з розробкою, вдосконаленням та впровадженням у виробництво медичного текстилю.

Одним із затребуваних видів медичного текстилю є вироби для компресійної терапії. Компресія використовувалась упродовж багатьох століть в медицині і є важливою складовою при лікуванні хвороб судин [1]. Хвороби системи кровообігу є найбільш поширеною патологією у структурі загальної захворюваності населення України. Як свідчать дослідження найчастіше серед населення нашої держави та у світі в цілому зустрічається ураження вен нижніх кінцівок. В осіб віком від 15 років це захворювання виявляється у 10-15% чоловіків та 20-25% жінок. Це широко поширена в Україні патологія судин, на яку страждає 15-17% населення в цілому та 25% працездатного населення України [2,3]. Крім того, компресійну терапію застосовують для ліквідації лімфатичних набряків в онкологічних хворих, поліпшення загоєння трофічних виразок як при варикозному розширенні вен, так і при цукровому діабеті, зниження ризику тромбоемболії легеневої артерії, проблемах травматичного характеру [4].

В компресійній терапії на сьогоднішній день застосовують еластичні бинти та компресійний трикотаж, прототипи яких з'явилися з винайденням еластомерних ниток.

Метою даного дослідження є аналіз ринку трикотажних еластичних бинтів в Україні та порівняння їх властивостей.

Постановка завдання. Сучасний асортимент виробів для компресійної терапії виник завдяки появі еластомерних ниток, а його класифікацію проводять за: конструкцією; призначенням; ступенем компресії (лікувального тиску).

За конструкцією вироби поділяють на п'ять груп: бинти еластичні; бандажі еластичні; пов'язки для фіксації суглобів; одяг компресійний; вироби панчішно-шкарпеткові компресійні високо еластичні [5]. Найчастіше для профілактики та лікування хвороби вен нижніх кінцівок застосовують вироби панчішно-шкарпеткові компресійні високо еластичні (гольфи, панчохи і колготки) та еластичні бинти.

Вироби панчішно-шкарпеткові компресійні порівняно новий вид виробів, що з'явився декілька десятиліть та рекомендовані при комплексному лікуванні хронічної венозної недостатності [6]. Дані вироби мають запрограмований розподіл тиску, який заданий в процесі виготовлення, не потребують значних зусиль, вмінь та допомоги медичного працівника в процесі використання, можливість вибору виробу необхідного класу компресії, при багато разовому використанні тиск залишається незмінним. Даний вид трикотажу поділяють на профілактичний, госпітальний та лікувальний. Незважаючи на переваги компресійних панчішно-шкарпеткових виробів еластичні бинти і на сьогодні мають широке застосування. Дані вироби не мають потреби у підбиранні розміру, особливо якщо розміри кінцівок не відповідають стандартним. Окрім того, бинти мають довший термін використання, адже не мають таких недоліків як розпускальність петель через розриви ниток унаслідок зачіпок та «втікання» еластомеру у структуру, що притаманне панчішно-шкарпетковим виробам. Сфера застосування еластичних бинтів значно ширша ніж створення компресій. Їх широко застосовують для бинтування суглобів, нижніх кінцівок при травмах, розтягуванні зв'язок, при трофічних виразках тощо. Іншою перевагою еластичних бинтів є менша собівартість, а отже і ціна.

Всі бинти еластичні мають дві підгрупи: стрічкові та трубчаті. В той же час бинти

еластичні стрічкові мають три модифікації: малої, середньої та високої розтяжності [7]. На Українському ринку представлено широкий асортимент еластичних бинтів різних виробників: 2В (Україна), SOBAN (Німеччина), Dr.Frei (Швейцарія), LAUMA Medical (Латвія), Med Textile (BAT 2В, Україна), NORDEPLAST (Латвія), Tonus Elast (Латвія), ТД Алком (Україна), Белосніжка (ВАТ УКРМЕДТЕКСТИЛЬ, Україна), TOROS GROUP (Україна). Незалежно від виробника всі еластичні бинти містять в своїй структурі еластомерні нитки, які забезпечують розтяжність, та нерозтяжну

пряжу, яка утворює покрив еластомерного компонента та попереджає його контакт з тілом людини. При цьому властивості бинтів залежать від переплетення та параметрів його структури, що задані в процесі виробництва [8-10]. Тому цікавим питанням є дослідження параметрів та деформаційних властивостей еластичних бинтів найбільш відомих в Україні виробників.

Предметом дослідження є основов'язані еластичні бинти п'яти фірм виробників, які широко представлені в Україні (табл.1, рис. 1).



Рисунок 1 – Бинти еластичні

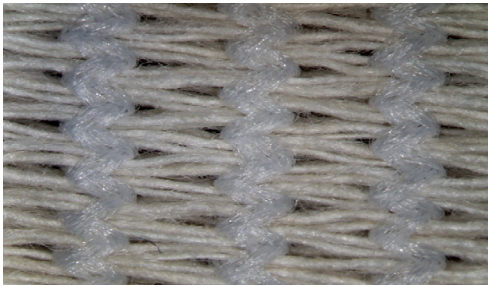



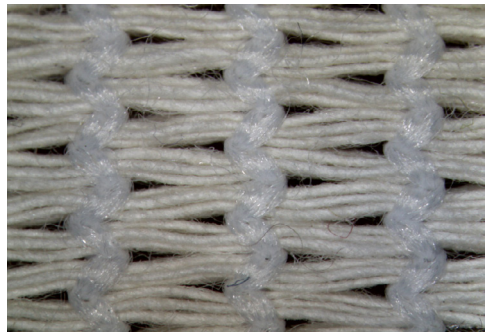
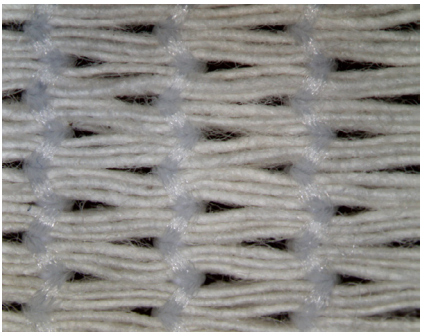
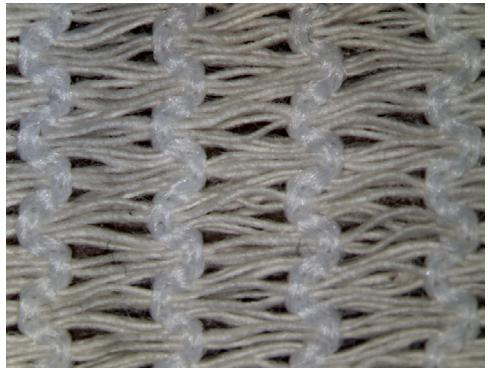
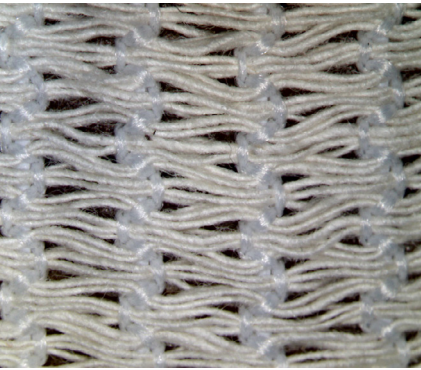
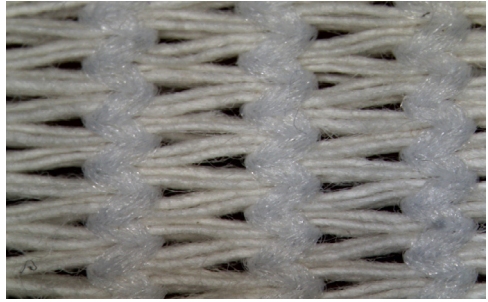
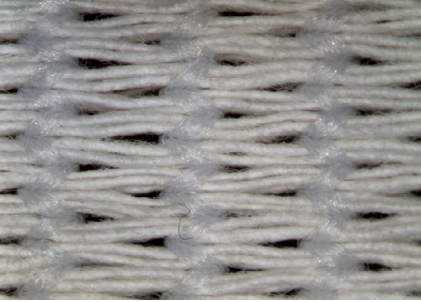
Методи дослідження. Після в'язання усі полотна приведено в умовно-врівноважений стан шляхом пропарювання. Дослідження сировинного складу, виду переплетення, параметрів структури та релаксаційних характеристик проводили за стандартними методиками. При дослідженні параметрів структури трикотажу для кожного варіанту бинта проведено по 10 паралельних дослідів, а при дослідженні процесу розтягування на релаксометрі «стійка» при навантаженні, яке визначали за кількістю та діаметром еластомерних ниток, обмежилися 5 паралельними дослідями, що також дало високое співставлення результатів.

Результати дослідження і обговорення. Усі представлені бинти вироблені основов'язаним утоковим переплетенням з застосуванням чотирьох систем ниток: ґрунтові (ґребінка 1) – поліефірні нитки, з яких утворюють переплетення ланцюжок з закритими петлями; повздовжній уток (ґребінка 3) – еластомерні нитки, які забезпечують показники розтяжності та пружності;

два поперечних утоки (ґребінки 2 та 4) – бавовняна пряжа, яку прокладають на всю ширину бинта по обидва боки від еластомерної нитки забезпечуючи її перекривання та поєднання окремих ланцюжків у полотно.

Бинти відрізняються лінійною густиною пряжі і ниток, які застосовують для їх вироблення, набиранням ґребінок ґрунтовими (Г1) та еластомерними (Г3) нитками; рапортом прокладання повздовжнього утоку та кількістю бавовняних ниток поперечного утоку (Г2 та Г4) (табл. 2). Так набирання ґребінки ґрунтовими нитками є частковим: через голку для бинтів виробництва ТД Алком, Med Textile, 2В та через дві голки - Tonus Elast; повне набирання ґрунтової ґребінки використовують при виробництві бинтів фірми Lauma Medical, що значно збільшує застилість та попереджає рельєфність поверхні бинта. Набирання ґребінки еластомерними нитками часткове: через дві голки для бинтів виробництва Lauma Medical, Tonus Elast і через голку – для бинтів усіх інших виробників.

Таблиця 1 – Фото досліджуваних бинтів

	Лицьовий бік	Виворотний
ТД Алком		
Lauma Medical		
Med Textile		
TonusElast		
2B		

Таблиця 2 – Заправні дані еластичних бинтів

Показники		Виробник				
		ТД Алком	Lauma Medical	Med textile	Tonus Elast	2B
Гребінка 1 (поліефірні нитки)	Лінійна густина, текс	16,7	24,5	18,8	33,4	18,8
	Набирання гребінки	l.l.l.	повне	l.l.l.	l.l.l.l.	l.l.l.
Гребінка 2 (бавовняна пряжа)	Лінійна густина, текс	31	31	31	31	31
	Кількість ниток	2	2	3	2	2
Гребінка 3 (поліуретанові нитки)	Діаметр нитки, мм	0,5	0,5	0,7	0,7	0,5
	Набирання гребінки	l.l.l.	l.l.l.l.	l.l.l.	l.l.l.l.	l.l.l.
	Кладка ниток	1-1 / 0-0	1-1 / 1-1 / 1-1 / 0-0 / 1-1 / 0-0	1-1 / 0-0	1-1 / 1-1 / 0-0 / 0-0	1-1 / 0-0
Гребінка 4 (бавовняна пряжа)	Лінійна густина, текс	31	31	31	31	31
	Кількість ниток	2	2	3	2	2
Сировинний склад, %	Поліефір	18	33	11	21	17
	Бавовна	50	55	59	53	60
	Еластомерна	32	12	30	26	23

Слід звернути увагу і на рапорт зсувів гребінки з еластомерними нитками. Три виробники ТД Алком, Med Textile та 2B використовують зсув гребінки у кожному петельному ряді, що призводить до розташування еластомерної нитки між остовом і протяжкою петлі

грунту кожного петельного ряду. У бинті виробництва Tonus Elast зсув гребінки з еластомерними нитками відбувається в кожному другому петельному ряді, а отже розташування еластомеру між остовом і протяжкою петлі грунту відбувається через

ряд. Рапорт кладки еластомерної нитки у бинтах виробництва Lauma Medical становить 6 петельних рядів, при цьому розташування еластомеру між остовом і протяжкою петлі ґрунту чергується через три ряди і через ряд. Рапорт прокладання еластомерних ниток впливає на конфігурацію петель у петельному стовпчику, а отже і на зовнішній вигляд бинтів, що наочно можна спостерігати на фото (табл.1), які зроблені для бинтів у вільному стані без натягу. Поперечний уток в бинтах застосовують для поєднання петельних стовпчиків переплетення ланцюжок в полотно і прокладають на всю ширину виробу з двох сторін від еластомерної нитки. Таким чином, еластомерна нитка розташовується всередині структури трикотажу, що попереджає її контакт з тілом людини. В усіх представлених бинтах як поперечний уток використано бавовняну пряжу в 2 кінці, окрім бинта виробництва Med Textile де бавовняна пряжа заправлена в 3 кінці. Як видно з фото бавовняна пряжа в структурі усіх досліджуваних бинтів розташовується одна над одною по висоті, тобто вздовж

еластомерної нитки перекриваючи її. Усе це призводить до відмінностей сировинного складу бинтів. Слід зазначити, що найбільший вміст еластомеру (32 та 30 %) мають відповідно бинти виробництва ТД Алком та Med Textile, а найменший (12 %) – бинт виробництва Lauma Medical. Вміст бавовняної пряжі змінюється в межах 50 – 60 % і є найбільшим у бинтах виробництва Med Textile та 2В.

Результати дослідження параметрів структури та релаксаційних характеристик бинтів наведено у таблицях 3 та 4 відповідно. Усі бинти відрізняються як за щільністю в'язання, так і за поверхневою густиною при практично однаковій товщині. Найменшу поверхневу гуштину мають бинти виробництва Tonus Elast (294,0 г/м²) та 2В (313,2 г/м²) з найбільш розрідженою структурою, а найбільшу – бинт виробництва Lauma Medical (436,8 г/м²), який виготовлено при повному набірванні ґрунтової гребінки нитками. Очевидно, що поверхнева густина полотна вплине на витрату сировини на одиницю виробу, а отже і на його вагу, а також і вартість.

Таблиця 3 – Параметри структури еластичних бинтів

Виробник	Довжина нитки в петлі, мм			Товщина, мм	Поверхнева густина, г/м ²	Кількість у 100 мм	
	ланцюжок	поперечний уток	повздовжній уток			рядів, Np	стовпчиків, Nc
ТД Алком	0,84	3,18	0,58	1,16	350,2	172	32
Lauma	0,58	1,64	0,61	1,14	436,8	156	60
Med Textil	0,78	3,18	0,80	1,16	380,0	120	32
Tonus Elast	0,78	4,64	0,67	1,17	294,0	142	22
2В	0,86	3,18	0,63	1,17	313,2	157	32

В результаті проведених досліджень релаксаційних характеристик еластичних бинтів за циклом навантаження-розвантаження-відпочинок встановлено, що найбільшу розтяжність (значення повної деформації) мають бинти фірм ТД Алком (178 %) та Техномедіка (172 %), а найменшу – бинт виробництва Tonus Elast, однак всі відповідають вимогам, що висуваються до бинтів. Щодо швидкооборотної деформації, то найменше значення показника (89 %) має бинт виробництва Tonus Elast, а найбільше (169 %) – бинт виробництва ТД Алком. Залишкова деформація практично відсутня у бинта виробництва Tonus Elast (0,2 %) і має значення

3,4-3,8 % у бинтів виробництва ТД Алком, 2В та Lauma. Як відомо еластичність бинтів забезпечується еластомерними нитками. Однак, як свідчать результати дослідження, при найменшому відсотковому вмісті еластомерних ниток в бинтах виробником Lauma забезпечується розтяжність виробу в межах 150%. Тобто забезпечивши оптимальні технологічні параметри переробки еластомерних ниток, при мінімальному їх вмісті можна отримати необхідні фізико-механічні властивості трикотажу.

Таблиця.4 – Релаксаційні характеристики еластичних бинтів

Варіант	Кількість еластичних ниток у зразку 50 мм	Повна деформація, ε, %	Складові деформації, %			Частки повної деформації		
			швидко-оборотна, ε1	повільно-оборотна, ε2	залишкова, ε3	Δ1	Δ2	Δ3
ТД Алком	16	178,0	169,0	5,2	3,8	0,95	0,03	0,02
Lauma	11	147,4	142,4	1,4	3,6	0,97	0,01	0,02
Med Textile	16	113,2	110,0	1,4	1,8	0,97	0,01	0,02
Tonus Elast	11	90,4	89,2	1,0	0,2	0,99	0,01	0,00
2B	16	172,0	165,0	3,6	3,4	0,96	0,02	0,02

Частка швидкозворотної складової у повній деформації (рис.2) для усіх досліджуваних бинтів перевищує 0,95, що свідчить про високі пружні властивості. Частка залишкової складової становить 0,02 для усіх бинтів, окрім

бинта виробництва Tonus Elast, значення показника у якого становить 0. Отже, можна говорити про довготривале забезпечення функціональних властивостей виробів з такого полотна.

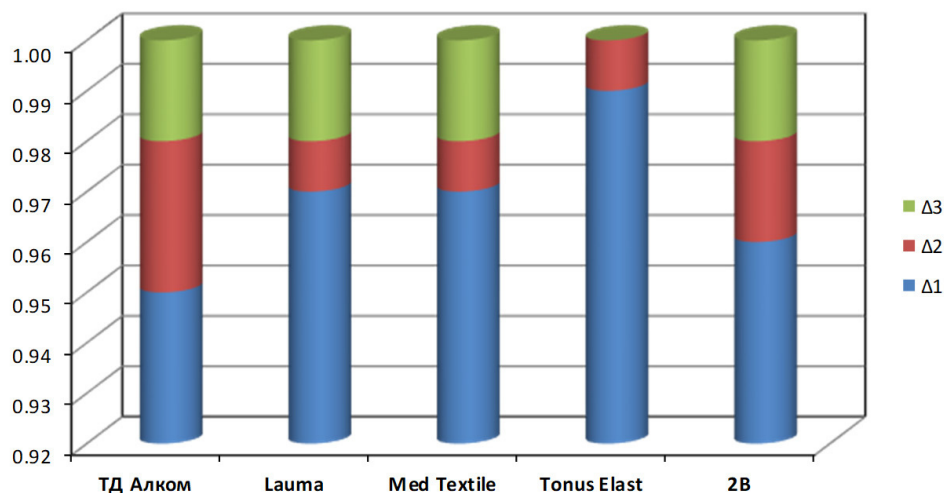


Рисунок 2 – Частки складових частин деформації у повній

Висновки. Незважаючи на широкий асортимент компресійних виробів, еластичні бинти і на сьогодні зберегли свою актуальність. Дослідження структури та властивостей еластичних бинтів найбільш розповсюджених на Українському ринку виробників дозволили встановити, що всі бинти виготовлені основов'язаним утковим переплетенням на базі переплетення ланцюжок з закритими петлями з поліефірних ниток з прокладанням еластомерної нитки в якості повздовжнього утку. Для забезпечення гігієнічних властивостей як

поперечні уткові нитки застосовують бавовняну пряжу, яку прокладають з обох боків від еластомеру. Бинти відрізняються кладкою еластомерних ниток та лінійною густиною сировини. Для зменшення матеріалоємності, а відповідно і ціни виробів застосовується часткове набирання гребінок ґрунтовими та еластомерними нитками. Дані ресурсозберігаючі заходи дозволяють забезпечити виконання вимог до еластичних бинтів та значно розширити асортимент виробів.

Література

1. Partsch H. Understanding the pathophysiological effects of compression / H Partsch // Understanding compression therapy. - London: Medical Education Partnership, 2003 – P. 2-4.
2. Крапівіна А. А. Захворюваність на хвороби системи кровообігу та їх поширеність серед дорослого населення України. Гендерний аспект / А. А. Крапівіна // Україна. Здоров'я нації. – 2011, № 4 (20). – С. 12-18.
3. Ткачишин В.С. Варикозна хвороба як професійне захворювання / В.С. Ткачишин // Практична ангіологія. – 2008, №4 (15). <https://angiology.com.ua/ua-issue-article-154>
4. Ковальчук Л. Я. Щодо механізмів впливу еластичного бинтування нижніх кінцівок на перерозподіл циркулюючої крові та нові аспекти його застосування доопераційній підготовці хірургічних хворих / Л. Я. Ковальчук, Н. І. Герасимюк // Шпитальна хірургія. – 2011, № 2. – С. 50-53
5. ГОСТ Р 58236-2018 Изделия медицинские эластичные компрессионные. Общие технические требования. Методы испытаний
6. С.В. Сапелкин Компрессионная терапия в раннем послеоперационном периоде: струва 23/35 или эластичные бинты? / С.В. Сапелкин, Е.А. Летуновский, О.П. Манджикян, В.М. Алексанян // Флебология. - 2007. С. 15-18.
7. Гутник В. І. Медичні компресійні вироби / В. І. Гутник, Є. А. Прокопова // Легка промисловість. – 2011, № 1. – С. 46.
8. Tamoue Ferdinand. Predictability of sub-bandage pressure in compression therapy based on material properties / F. Tamoue, A. Ehrmann and T. Blachowicz // Textile Research Journal. – First published March 11, 2019. – doi: 10.1177/0040517519833969
9. Clark M. Compression bandages: principles and definitions / M. Clark // Understanding compression therapy. - London: Medical Education Partnership, 2003 – P. 5-7.
10. Литвиненко Н.М. Дослідження повітропроникності еластичного основовязаного бинта / Тези доповідей II Міжнародної наукової конференції текстильних та фешн технологій KyivTex&Fashion, м. Київ, 1-2 листопада 2018 р. – Київ: КНУТД, 2018. – С. 243-246

References

1. Partsch H. (2003) Understanding the pathophysiological effects of compression. Understanding compression therapy. London: Medical Education Partnership, 2-4.
2. Krapivina A. A. (2011) Zakhvoryuvanist na khvoroby systemy krovoobigu ta ikh poshyrenist sered doroslogo naseleння Ukrainy. Gendernyi aspect. Ukraina. Zdorovia natcii. 4 (20): 12-18.
3. Tkachyshyn V. S. (2008) Varykozna khvoroba yak profesiyne zakhvoryuvannia. Practychna Angiologia 4 (15). <https://angiology.com.ua/ua-issue-article-154>
4. Kovalchuk L. Ya. & Geraimiuk N. I. (2011) Shchodo mekhanizmiv vplyvu elastychnogo byntuvannia nyzhnikh kintcivok na pererозpodil tcyrkuliuuchoi krovі ta novi aspect yogo zastosuvannia u dooperatciynny pidgotovtci khirurgichnykh khvorykh. Shpytalna khirurgiya. 2: 50-53
5. GOST R 58236-2018 Medical elastic compression products. General technical requirements. Test methods
6. Sapelkin S. V., Letunovsky E. A., Mandzhykyan O. P., Aleksanyan V. M. (2007) Compression therapy in the early postoperative period: struva 23/25 versus elastic bandage. Flebologiya.: 15-18
7. Gutnik V. I. & Prokopova Ye. A. (2011) Medical compression goods. Light Industry. 1: 46.
8. Tamoue F., Ehrmann A. and Blachowicz T. (2019) Predictability of sub-bandage pressure in compression therapy based on material properties. Textile Research Journal. First published March 11, 2019. doi: 10.1177/0040517519833969
9. Clark M. (2003) Compression bandages: principles and definitions Understanding compression therapy. London: Medical Education Partnership, 5-7.
10. Lytvynenko N. M. (2018) Investigation of the air permeability of elastic bandage, Book of Proceeding, II International Scientific-Practical Conference of Textile and Fashion KyivTex&Fashion, Kyiv, 1-2 November, 2018. 243-246