

ЄЛІНА Т.В., ГАЛАВСЬКА Л.Є.

Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ АДАПТИВНИХ ШКАРПЕТОК ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ВАДАМИ ГОМІЛКОСТОПУ

Мета. Розробка функціональних шкарпеток для людей з особливими потребами, які мають захворювання, пов'язані з вадами гомілкостопу, у т.ч. хворих на цукровий діабет.

Методика. У роботі використано аналітичний метод огляду науково-технічної та патентної документації за напрямом досліджень. Експериментальний метод визначення розтяжності на розривній машині WDW-05M, метод розгортки.

Результати. Аналіз проблем, пов'язаних з усуненням надлишкового тиску шкарпетки на ногу у людей, що мають збільшені розмірні ознаки стоп та гомілкостопу внаслідок вогнепальних поранень, травм або хронічних захворювань, у тому числі варикозної хвороби, цукрового діабету, набряків, пухлин та ін. підтверджує необхідність розробки нового асортименту функціональних шкарпеткових виробів. У ході дослідження проаналізовано властивості кулірного трикотажу ластичних переплетень та запропоновано науково обґрунтовану конструкцію адаптивних шкарпеток для дому. Конструкція поєднує щонайменше дві ділянки, пружні властивості яких відрізняються. Задня частина пагомілка, п'ятка, слід та мисок виконані переплетенням ластик 1x1, а ділянка, що покриває верхню частину стопи та передню частину гомілкостопу, вироблена переплетенням ластик 3x3. Ділянка підвищеної розтяжності та пружності, для виготовлення якої використано переплетення ластик 3x3, м'яко підтримує форму пагомілка, практично не створюючи тиску на гомілкостоп та дозволяє суттєво збільшити периметр шкарпетки у зоні стопи, миска та/або п'ятки. На плосков'язальній машині ПВРК 8 го класу виготовлено зразок адаптивних шкарпеток з ПАН пряжі 32x2 текс x 4 шляхом в'язання по контуру розгортки. З'єднання напівфабрикату для надання виробу об'ємної форми виконано на кетельній машині Hagie D280E.

Практичне значення. Розроблено конструкцію, алгоритм проектування та технологію виготовлення функціональних адаптивних шкарпеток. У якості технологічного обладнання для їх виготовлення запропоновано використати промислове та напівпромислове двохфонтурне плосков'язальне обладнання. Використання для різних функціональних зон шкарпетки ластиків різних рапортів дозволяє забезпечити задану величину умовної напруженості ниток при експлуатації шкарпетки на носі нетипових розмірних ознак.

Ключові слова: функціональні шкарпетки, адаптивні шкарпетки, шкарпетки для людей з деформацією стопи, плосков'язальні машини.

DESIGN OF CONSTRUCTIONS AND TECHNOLOGIES OF ADAPTIVE SOCKS FOR PEOPLE WITH CALF SICKNESS

YELINA T.V., HALAVSKA L. YE.,
Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Development of functional socks for people with special needs who have diseases associated with ankle defects, including patients with diabetes.

Methodology. The analytical method of reviewing scientific, technical, and patent documentation in the field of research is used in the work. An experimental method for determining the elongation on a tensile tester WDW-05M, unfolding method.

Findings. Analysis of problems associated with the elimination of excess pressure of the sock on the foot in people with increased measurements of the feet and ankles due to gunshot wounds, injuries or chronic diseases, including varicose veins, diabetes, edema, tumors, etc. confirms the need to develop a new range of functional sock products. In the course of the research, the properties of weft-knitted structures were analyzed and a scientifically substantiated design of adaptive socks for home use was proposed. The design includes at least two sections, the elastic properties of which differ. The backside of the leg, heel, sole, and toe are made of 1x1 rib knit, the instep and the front part of the leg are made of 3x3 rib knit. The section with higher stretchability and elasticity, made of 3x3 rib knit, softly maintains the shape of the socks' leg, practically without creating pressure on the ankle and allowing to significantly increase the perimeter of the sock in the area of the foot, toes, and/or heel. A sample of adaptive socks made of PAN yarn 32x2 tex x4 by knitting according to the shape of the unfolding of its 3D surface was made on the flat knitting machine PVRK of the 8-th gauge. The connection of the product's parts in order to give the product a three-dimensional shape is made on a linker machine Hague D280E.

Practical value. The design and technology of manufacturing functional socks have been developed. It is proposed to use industrial and semi-industrial double-bed flat-knitting machines as technological equipment for their production. The use of various rib knit patterns for different functional zones of a sock allows providing the set value of conditional tension of threads when using the sock on a foot of atypical measurements.

Keywords: functional socks, adaptive socks, socks for people with deformed feet, flat knitting machines.

Вступ. На сьогоднішній день в Україні досить успішно функціонують панчішно-шкарпеткові виробництва, що задовольняють потреби переважної більшості споживачів у якісних виробах різних цінових категорій, художнього оформлення, сировинного складу. Проте існують категорії людей, у яких антропометричні виміри стоп та гомілкоступу суттєво відрізняються від стандартизованих розмірів у бік збільшення. До цього призводять не тільки зайва вага, але й такі проблеми зі здоров'ям як ураження, набряки та пухлини нижніх кінцівок, лімфостаз, цукровий діабет, варикозна хвороба та інші. Ми вже звикли, що шкарпетки мають таку ділянку як борт [1], що тримає шкарпетку на нозі і, у більшості випадків, містить еластомерні нитки. Але навіть за наявності незначних набряків, борт традиційних шкарпеток створює надлишковий тиск на шкіру людини та порушує циркуляцію крові та лімфи у нижніх кінцівках. Крім того, конструкція шкарпеткових виробів [1-3] передбачає щільне облягання ноги внаслідок того, що в процесі в'язання шкарпетці надається задана форма, близька до форми поверхні ноги відповідно до антропометричних характеристик типових фігур здорової людини. У разі значного перевищення вимірів нижніх кінцівок порівняно з вимірами типових фігур людей відповідного розміру, шкарпетки або взагалі неможливо вдягти на ногу, або в процесі експлуатації вони створюють тиск на окремі ділянки стопи або гомілки та спричиняють дискомфорт. Зазначена категорія людей потребує розробки функціональних

шкарпеток, які забезпечують комфортні умови експлуатації, зручне вдягання та знімання, відсутність тиску шкарпетки на ногу, у тому числі у верхній частині пагомілка.

Постановка завдання. Забезпечення комфортності одягу є одним з найважливіших пріоритетів сучасного трикотажного виробництва. У контексті розробки функціональних шкарпеткових виробів для людей, що потребують особливого підходу до їх конструкції (рис. 1), найбільш важливими критеріями комфортності є мінімізація тиску на шкіру, достатня розтяжність, надійне утримання шкарпетки на нозі, теплозахисні властивості виробу, повітропроникність, гігроскопічність. Зростання захворюваності на синдром діабетичної стопи призводить до формування попиту на функціональні шкарпеткові вироби, що враховують особливості перебігу діабетичної хвороби та дозволяють мінімізувати виникнення рецидивуючих неконтрольованих травм. При цьому вироби мають бути достатньо м'якими на дотик та не натирати ногу.



Рис. 1. Збільшені розміри нижніх кінцівок внаслідок травм або хронічних захворювань

У роботі [4] проведено порівняльний аналіз гігієнічних показників якості шкарпеток для людей з синдромом діабетичної стопи. На вітчизняному ринку панчішно-шкарпеткової продукції шкарпетки для хворих на цукровий діабет представлені торговими марками: Cebo-dia-m (Чехія), Aries (Чехія), Design Socks (Україна), Reflexa (Італія), Varomed (Німеччина), Гранд (Росія), Supron (США), та ін. Незважаючи на те, що асортимент панчішно-шкарпеткових виробів для діабетиків [4, 5, 6] є досить широким, низка питань щодо забезпечення високого рівня комфортності залишається не вирішеною. Конструкція шкарпетки повинна забезпечувати легке без ускладнень її одягання та знімання та разом з тим її лінійні виміри мають забезпечувати антропометричну відповідність травмованій стопі, а за потреби, і стопі, на яку накладено перев'язувальні матеріали. На складність забезпечення оптимального тиску на ділянці борту шкарпеток звертає увагу автор роботи [7]. У розробці [8] авторами запропонована конструкція шкарпетки, яка утримується на нозі за рахунок тасьми, розташованої у верхній її частині. Таким чином шкарпетка має дві групи утримувальних структур, що геометрично відрізняються одна від іншої. Утримувальні структури автори пропонують зосереджувати на ділянці більшої конусності ноги. Однак така конструкція шкарпетки не розв'язує питання компенсації перепаду діаметрів обхватів на кінцівці з набряками, пухлинами та деформацією стопи. Авторами іншої роботи [9] запропоновано на окремих ділянках шкарпетки вводити в структуру переплетення нитки з підвищеними характеристиками пружності, такі як спандекс, що перешкоджають її зісковзуванню з ноги. Однак введення у структуру трикотажу еластомерної нити призводить до створення надмірного тиску на тіло людини особливо у випадку коли розмірні ознаки нижніх кінцівок суттєво перевищують типові (рис. 1). На підставі вищевикладеного аналізу конструктивних особливостей шкарпеткових виробів, призначених для людей з травмами та хронічними захворюваннями стопи, є потреба у розробці конструкції та технології виготовлення адаптивної шкарпетки, призначеної для домашнього носіння.

Результати досліджень та їх обговорення

З урахуванням специфіки використання у ході досліджень розроблено конструкцію шкарпетки адаптивної (безбортової) [10], що містить такі ділянки (рис. 2), як: задню частину пагомілка (1), п'ятку (2), слід (3), мисок (4), виконані одинарним або подвійним переплетенням, та ділянку, що покриває

верхню частину стопи (5), виконану подвійним переплетенням підвищеної розтяжності. Розтяжність трикотажу у зонах 1-4 (відповідно до опису розробки) може коливатися у межах від 40 до 180 %, тоді як розтяжність у зоні 5 має перевищувати значення 200 %.

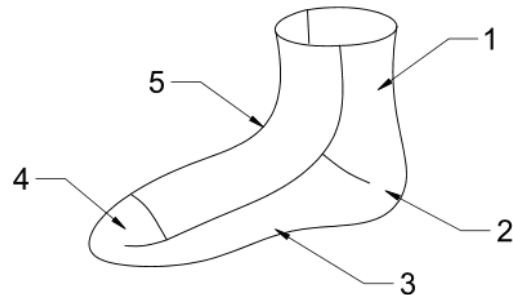


Рис. 2. Конструкція адаптивної (безбортової) шкарпетки з формуванням зон з різними характеристиками розтяжності

У відповідності до [11] розтяжність трикотажу визначають за навантаження $6N$ на розривній машині будь-якого типу, або на релаксометрі типу «стійка». При проектуванні шкарпеткових виробів з урахуванням розтяжності трикотажу використовують коефіцієнт розтяжності [12], що складає 1,85 для панчішно-шкарпеткових виробів з капронових ниток та 1,5 для аналогічних виробів з натуральної сировини. Кількість голок машини Γ , необхідну для виготовлення трубки для вдягання на циліндричну поверхню з обхватом O_n з урахуванням коефіцієнта розтяжності C та значення петельного кроку трикотажу у розтягнутому стані A_p може бути розрахована за формулою (1):

$$\Gamma = \frac{C \cdot O_n}{A_p} \quad (1)$$

Технологія виготовлення шкарпетки запропонованої конструкції може бути реалізована різними шляхами залежно від обраного типу в'язального обладнання. Приклад шкарпетки подібної конструкції можна побачити в онлайн магазині розробок (рис. 3) фірми Штоль [13]. Однак така шкарпетка не є адаптивною. Структура трикотажу ластик 2×2 на ділянці пагомілка дозволяє збільшити периметр тільки у межах, необхідних, щоб урахувати різницю між обхватом ноги на рівні гомілки та діагональним обхватом п'ятки. Для адаптивної шкарпетки необхідно забезпечити значно більший діапазон розтяжності. Найбільш близьким за технологією є

спосіб виготовлення панчіх та шкарпеток на котонних машинах [14]. Але зазначене обладнання на сьогодні не використовують для промислового виробництва панчішно-шкарпеткових виробів.



Рис. 3. Шкарпетка традиційної конструкції, виготовлена на плосков'язальному обладнанні фірми Штоль [13]

Технологічні можливості сучасних плосков'язальних машин дозволяють забезпечити виготовлення шкарпетки по контуру зі з'єднанням на кетельній машині або в інший спосіб. Адаптивна безбортова шкарпетка може бути виготовлена також на двофонтурному промисловому або напівпромисловому плосков'язальному обладнанні [15, 16] за контуром розгортки, схему якої наведено на рис. 4 а, де ділянки 1-4 – зони напівфабрикату, вироблені переплетенням ластик 1x1, а 5 – зона виробу, вироблена переплетенням ластик 3x3. На рис. 4б наведено фотографічне зображення

напівфабрикату шкарпетки, виробленого на плоскофанговій машині типу ПВРК 8-го класу з ПАН пряжі лінійної густини 31x2 текс x 4.

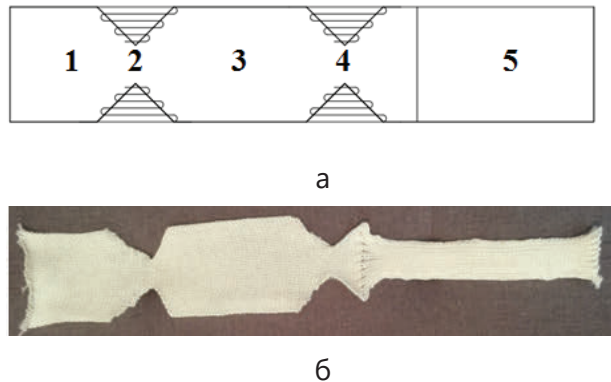


Рис. 4. Кресленик-розгортка адаптивної шкарпетки (а) та напівфабрикат, виготовлений на плоскофанговій машині ПВРК 8-го класу (б)

Розглянемо алгоритм проєктування адаптивної шкарпетки, що виготовляється на двофонтурній плосков'язальній машині шляхом в'язання по контуру лекала поздовжньої розгортки, такої як показано на рис. 4а. Зазвичай, при експлуатації виробів прилеглої силуету умовна напруженість ниток не повинна перевищувати $0,6 \div 0,7$ мН/текс [12]. Але для адаптивних шкарпеток за необхідності може бути зменшена до значень $0,2 \div 0,3$ мН/текс. Для визначення умовного напруження ниток у процесі експлуатації виробу, зразки трикотажу переплетення ластик 1x1 та ластик 3x3 з обраного виду сировини досліджено на розривній машині WDW-05M (рис. 5, а).

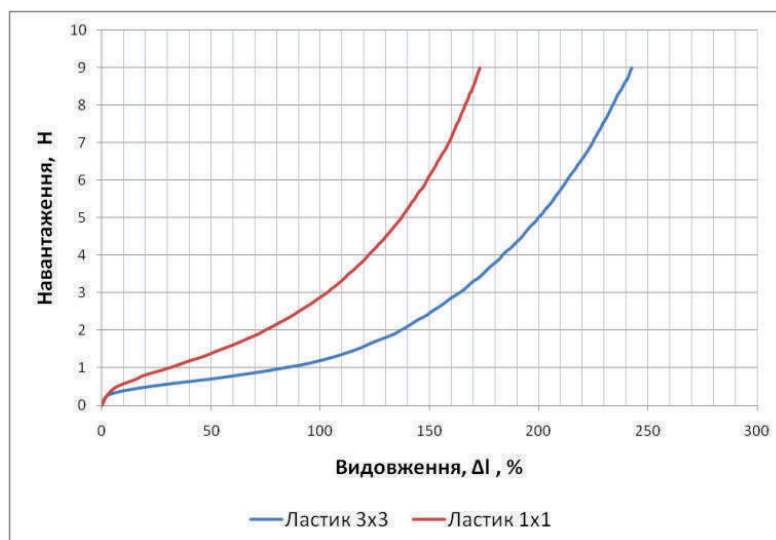
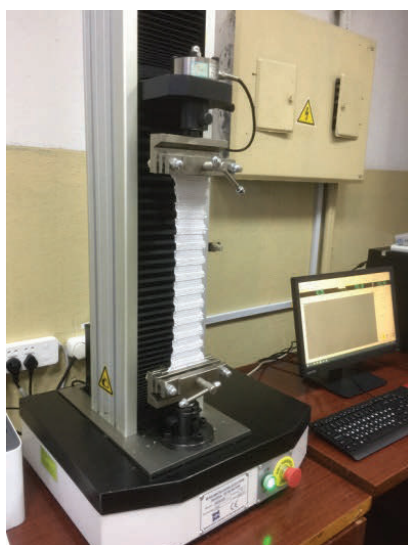


Рис. 5. Дослідження зразка трикотажу ластичного переплетення на розривній машині WDW-05M

На підставі одержаних експериментальних даних для досліджуваних зразків трикотажу переплетень ластик 1x1 та ластик 3x3 побудовано діаграми «навантаження – деформація» для одновісного розтягу вздовж петельних рядів в інтервалі навантаження 0 – 9 Н (рис. 5, 6). Встановлено, що розтяжність трикотажу переплетень ластик 1x1 та ластик 3x3 при навантаженні 6 Н складає 149% та 213 % відповідно (таблиця 1, рис. 5,6). Оскільки зразки вироблено за однакових параметрів режиму в'язання, висота петельного ряду є однаковою та відповідно кількість петельних рядів у

дослідних зразках залишається незмінною. Тому умовне напруження нитки є однаковим для зразків трикотажу обох переплетень. При цьому за умови незмінних параметрів в'язання відносно видовження вздовж лінії петельного ряду суттєво відрізняється за рахунок структури переплетення. У таблиці 2 наведено типові розмірні ознаки кінцівки [17] та у разі її набряку. Найбільший вимір, за яким рекомендується проводити розрахунок необхідної кількості працюючих голок для виготовлення адаптивної шкарпетки – це діагональний обхват стопи через згин та п'ятку (рис. 6, поз.3).

Таблиця 1 – Характеристики розтяжності, одержані у ході експерименту

Навантаження, Н	Умовне напруження в нитці, мН/текс	Відносне видовження Р, %		Кількість голок однієї голечниці Г в заправці при A ₀ =2,6 мм
		Ластик 1x1	Ластик 3x3	
1	0,09	31	84	59
2	0,19	75	137	45
3	0,28	103	164	39
4	0,37	122	183	36
5	0,47	137	200	34
6	0,56	149	213	33
7	0,65	159	225	31
8	0,74	166	234	30
9	0,84	173	243	30

Таблиця 2 - Розмірні ознаки для проєктування шкарпеток

Найменування виміру	Типові розмірні ознаки за ГОСТ 11215-65, см	Розмірні ознаки кінцівки із набряком, см
Довжина стопи (1)	25,0	25
Обхват щиколотки (2)	22,1	32
Діагональний обхват стопи через згин та п'ятку (3)	32,8	37
Обхват стопи через зовнішній пучок (4)	24,2	29

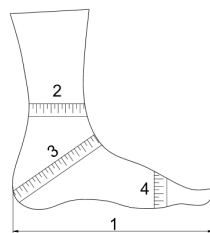


Рис. 5. Розмірні ознаки, необхідні для проєктування адаптивної шкарпетки

Ширина в'язання на ділянках 1, 3 та 5 (рис. 2 та 4) буде однаковою, але кількість працюючих голок однієї голечниці на ділянці Г₅, виробленої переплетенням ластик 3x3, буде дорівнювати 3/5 від кількості голок Г₁, задіяних у виготовленні ділянок 1 та 3. Цю умову можна записати як (2):

$$Г_5 = \frac{3}{5} Г_1 \quad (2)$$

Для надання виробу об'ємної форми, зокрема для формування пагомилка шкарпетки

ділянки 1 та 5 напівфабрикату (рис. 4), вироблені відповідно переплетенням ластик 1x1 та ластик 3x3, зшити вздовж лінії кромки у трубку на кетельній машині Hague D280E (рис.2). Для нетравматичного вдягання та знімання шкарпетки ділянка пагомілка повинна розтягуватись до максимального периметра обхвата кінцівки O_{max} таким чином, щоб напруження ниток не перевищувало обраного граничного значення. Наприклад, якщо умовне напруження в нитках не повинно перевищувати 0,6 мН/текс, з таблиці 1 бачимо, що відносне видовження трикотажу переплетень ластик 1x1 та ластик 3x3 при виконанні зазначеної умови не повинно перевищувати 149 та 213 % відповідно. Позначимо табличні значення відносного видовження, підібрані для ділянок 1 та 5 як P_1 та P_5 , а коефіцієнти розтяжності трикотажу на цих ділянках – відповідно C_1 та C_5 , які можна розрахувати за формулами (3) та (4):

$$C_1 = \frac{P_1 + 100}{100} \quad (3)$$

$$C_5 = \frac{P_5 + 100}{100} \quad (4)$$

$$\Gamma_1 \cdot A_0 \cdot C_1 + \Gamma_5 \cdot A_0 \cdot C_5 = O_{max} \quad (5)$$

де A_0 – петельний крок трикотажу ластик 1+1 в умовно-рівноважному стані.

Підставивши (2) у (5), отримуємо вираз (6):

$$\Gamma_1 \cdot A_0 \cdot C_1 + \frac{3}{5} \Gamma_1 \cdot A_0 \cdot C_5 = O_{max} \quad (6)$$

З виразу (6) визначаємо необхідну кількість працюючих голок:

$$\Gamma_1 = \frac{O_{max}}{A_0 \cdot (C_1 + \frac{3}{5} C_5)} \quad (7)$$

Експериментально визначене значення петельного кроку трикотажу переплетення ластик 1x1 в умовно-рівноважному стані становить 2,6 мм. Значення кількості голок у заправці, розраховані за формулами 2-7 для кожного з табличних значень відносного видовження, наведені у таблиці 1. Оптимальну кількість голок однієї голечниці у заправці для в'язання ластика 1x1 за умови забезпечення умовного навантаження на нитку 0,2÷0,3 мН/текс, необхідно обирати в інтервалі від 39 до 45. Скориговуємо до парного значення та обираємо 40 голок + 2 кромочні для кетельного шва.

Завдяки підвищеним показникам розтяжності ділянка 5 напівфабрикату

шкарпетки, що покриває верхню частину стопи й гомілкостопа, є елементом, який забезпечує антропометричну відповідність шкарпетки носі нетипового розміру та її утримання від проковзування. На рис. 7 наведено адаптивну шкарпетку у готовому вигляді, надіту на манекен, що імітує кінцівку з набряком.



Рис. 7. Шкарпетка адаптивна

Для виготовлення адаптивних шкарпеток запропонованої конструкції для людей з чутливою до подразнень шкірою, у тому числі хворих на цукровий діабет, рекомендується використовувати пряжу та нитки з гіпоалергенними та антимікробними властивостями.

Висновки.

У ході роботи розглянуто наукові публікації, ринкові пропозиції та патентно-технічну документацію, присвячені вирішенню проблеми розробки функціональних панчішно-шкарпеткових виробів. Встановлено, що представлені на ринку моделі шкарпеток не є адаптивними та не забезпечують нетравматичне використання для людей, антропометричні виміри нижніх кінцівок яких значно перевищують типові розмірні ознаки. У ході дослідження розроблено конструкцію, алгоритм проектування та технологію виготовлення адаптивної домашньої шкарпетки для осіб, що мають збільшені розмірні ознаки стопи та гомілки. Проаналізовано технологічні можливості в'язальних машин та надано рекомендації щодо вибору обладнання. Для різних функціональних зон шкарпетки рекомендовано використовувати переплетення ластик 1x1 та ластик 3x3, що забезпечують задану величину умовної

напруженості ниток при експлуатації шкарпетки на нозі нетипових розмірних ознак. З'єднання кромки напівфабрикату для

надання виробу об'ємної форми пропонується здійснювати на кетельній машині.

Список літератури:

1. Гайдамака В.К., Кизимчук О.П. Основи технології виробів заданої форми: підручник. Київ: Кафедра, 2013. 216 с.
2. Ровинская Л.П., Друзгальская Н.М., Безкостова С.Ф. Чулочно-носочные изделия: справ. Москва: Легпромбытиздат, 1989. 224 с.
3. Ровинская Л.П., Зыбина Н.Ф. Проектирование технологических параметров трикотажных полотен и чулочно-носочных изделий: учебное пособие. Санкт-Петербург: СПГУТД, 2002. 107 с.
4. Darwish H., Abdel-Megied Z., El Geiheini A. Physical mechanical properties of medical socks proposed for diabetic foot syndrome sampled from the market. *Autex Research Journal*. 2019. Vol. 19, №1. P. 17-25.
5. Какие бывают носки для диабетиков. О диабете. Медицинский портал. URL: <https://medtechnika-nt.ru/diabet/kakie-byvayut-noski-dlya-diabetikov.html> (дата обращения: 4.02.2021)
6. Носки для диабетических и чувствительных ног Diabetic Socks. Сайт интернет-магазина «Relaxsan». URL: <https://www.relaxsan.ru/diabetic-socks/> (дата обращения: 4.02.2021)
7. Вигелина О.А., Ровинская Л.П. Исследование давления участка «борт» мужского носка на ногу человека. *Известия вузов. Технология легкой промышленности*. 2013. №1. С. 92 – 94.
8. Кальде Франц-Йозеф винахідник. Панчоха, шкарпетка або подібний до них виріб та спосіб його виготовлення. Патент на винахід. UA 70338, A41B, опубл. 15.10.2004, бюл. № 10/2004
9. Shull & al. Socks having areas of varying stretchability and methods of manufacturing same. United States Patent. US 8572766 B2 A41B, from 5.11.2013
10. Єліна Т.В., Галавська Л.Є. винахідники. Шкарпетка адаптивна безбортова. Патент на корисну модель № 146338, 2021

References:

1. Haidamaka, V.K. & Kyzymchuk, O.P. (2013). *Osnovy tekhnolohii vyrobiv zadanoi formy : pidruchnyk [Basics of hole garment knitting technology: textbook]* Kyiv: Kafedra [in Ukrainian].
2. Rovinskaia, L.P., Druzgalskaia, N.M., & Bezkostova, S.F. (1989). *Chulochno-nosochnye izdeliia: sprav. [Hosiery: a reference book]*. M.: Legprombytizdat [in Russian].
3. Rovinskaia, L.P. & Zybina, N.F. (2002). *Proektirovanie tekhnologicheskikh parametrov trikotazhnykh poloten i chulochno-nosochnykh izdelii: uchebnoe posobie [Design of technological parameters of knitted fabrics and hosiery: a tutorial]*. SPb.: SPGUTD [in Russian].
4. Darwish, H., Abdel-Megied, Z., El Geiheini, A. (2019). *Physical Mechanical Properties Of Medical Socks Proposed For Diabetic Foot Syndrome Sampled From The Market* *Autex Research Journal*, Vol. 19, No 1, 17-25.
5. Kakie byvaiut noski dlia diabetikov. O diabete. Meditsinskiy portal. [What are the socks for diabetics? About diabetes. Medical portal.]. URL: <https://medtechnika-nt.ru/diabet/kakie-byvayut-noski-dlya-diabetikov.html> (Last accessed: 4.02.2021) [in Russian].
6. Noski dlya diabeticheskikh i chuvstvitel'nykh nog Diabetic Socks. Sayt internet-magazina «Relaxsan». [Socks for diabetic and sensitive feet Diabetic Socks. Relaxsan online store website.] URL: <https://shoe-care.com.ua/product/reflexa-diabetic/> (Last accessed: 4.02.2021) [in Russian].
7. Vigelina, O.A. & Rovinskaia, L.P. (2013). *Issledovanie davleniia uchastka «bort» muzhskogo noska na nogu cheloveka [Investigation of the pressure of the cuff of the male sock on the human's leg]*. *Izvestiia vuzov. Tekhnologiiia legkoi promyshlennosti - Proceedings of universities. Light industry technology*. SPb. №1. [in Russian].
8. Kalde Franz-Josef, Inventor. (2004). *Panchokha, shkarpetka abo podobnyi do nykh vyrib ta sposib yoho vyhotovlennia [Stocking, a sock or a similar product and a method of*

11. ГОСТ 8847-85. Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных. Москва: Издательство стандартов, 1986. 22 с.
12. Шалов И.И., Кудрявин Л.А. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР. Москва: Легпромбытиздат, 1989. 288 с.
13. Магазин моделей фірми Stoll. Інформація по продукту «1410072 / KW_TT_501_AC» Stoll-knit and wear® mit Ausstanzen. Шкарпетки з ластиком 2x2. URL: <https://patternshop.stoll.com/shop/pattern/3458/1410072/kw-tt-501-ac> (Last accessed: 4.02.2021)
14. Фомин П.Д. Коттонные машины и технология плоскочулочного производства: учебник. Москва: Гизлегпром, 1953. 512 с.
15. Sock knitting resources and ideas for machine knitting. URL: <https://alessandrina.com/2019/12/09/sock-knitting-resources-and-ideas-for-machine-knitting> (Last accessed: 4.02.2021)
16. Hong H., Filho A.A., Fangueiro R, & M D de Araujo. The development of 3D shaped knitted fabrics for technical purposes on a flat knitting machine. Indian Journal of Fiber & Textile Research. 1994. Vol. 19, №3, P. 189-194
17. ГОСТ 11215-65. Чулочно-носочные изделия. Измерения для проектирования изделий. Москва: Издательство стандартов, 1980. 40 с.
9. Shull & al. Inventors. (2013) Socks having areas of varying stretchability and methods of manufacturing same. United States Patent. US 8572766.
10. Yelina T.V., Halavska L.Ye. (2021). Shkarpetka adaptivna bezbortova [Adaptive cuff-less sock]. UA 146338. [In Ukrainian]
11. GOST 8847-85. Polotna trikotazhnye. Metody opredeleniia razryvnykh kharakteristik i rastiashimosti pri nagruzkakh, menshe razryvnykh. [State Standard 8847-85. Knitted fabrics. Methods for determination of breaking characteristics and extensibility under loads less than breaking loads. Moscow, Publishing house of standards, Publ. 1986. 22 p. [in Russian].
12. Shalov, I.I. & Kudriavin, L.A. (1989). Osnovy proektirovaniia trikotazhnogo proizvodstva s elementami SAPR [Basics of designing knitwear production with CAD elements]. – M.: Legprombytizdat.
13. Stoll pattern shop. Product information «1410072 / KW_TT_501_AC» Stoll-knit and wear® mit Ausstanzen. URL : <https://patternshop.stoll.com/shop/pattern/3458/1410072/kw-tt-501-ac> (Last accessed: 4.02.2021).
14. Fomin P.D. (1953). Kottonnye mashiny i tehnologija ploskochulochnogo proizvodstva : uchebnik [Cotton machines and technologies of flat stocking production] Moscow: Hizehprom, [in Russian].
15. Sock knitting resources and ideas for machine knitting. URL: <https://alessandrina.com/2019/12/09/sock-knitting-resources-and-ideas-for-machine-knitting> (Last accessed: 4.02.2021).
16. Hong, H., Filho, A.A., Fangueiro, R, & M D de Araujo (1994). The development of 3D shaped knitted fabrics for technical purposes on a flat knitting machine. Indian Journal of Fiber & Textile Research. Vol. 19, September 1994, pp. 189-194
17. GOST 11215-65. Chulochno-nosochnye izdeliia. Izmereniia dlia proektirovaniia izdelii. [State Standard 11215-65. Hosiery. Measurements for designing]. Moscow, Publishing house of standards, Publ. 1980. 40 p. [in Russian].