

ПРОЄКТУВАННЯ ВИРОБІВ ТРУБЧАСТОЇ ФОРМИ З УРАХУВАННЯМ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРИКОТАЖУ

Трикотаж переплетення ластик різних рапортів характеризується підвищеними показниками розтяжності, що забезпечує можливість виготовлення виробів прилеглої силуетної форми без використання еластомерних ниток. У процесі розтягу трикотажу ластичних переплетень вздовж петельного ряду відбувається зміна просторової конфігурації нитки в структурі переплетення за рахунок наступних процесів: зміна взаємного положення остовів суміжних петель одного шару, зменшення кривизни петельних та голкових дуг, зменшення взаємного заходу остовів, що належать різним шарам трикотажу, а на більш пізніх стадіях розтягу – перетягування нитки з остовів у протяжки. Якщо у процесі експлуатації виробу трикотаж розтягується настільки, що починається перерозподіл нитки між окремими елементами його структури, повернення у початковий стан ускладнюється зростанням частки залишкової деформації. Це призводить до швидкого псування зовнішнього вигляду трикотажного виробу та спричиняє недостатньо комфортне облягання тіла при його експлуатації. Тому при проектуванні виробів трубчастої форми, що вдягаються на ділянку тіла з різними значеннями обхвата, розподіленими певним чином по довжині, необхідно забезпечити можливість автоматизованої оцінки рівня комфортності у процесі їх експлуатації.

У ході дослідження прийнято припущення про можливість геометричної оцінки комфортного деформування трикотажу. Розроблено алгоритм проектування трикотажного виробу трубчастої форми, що виготовляється переплетенням ластик. На базі запропонованого алгоритму створено комп'ютерну програму LastikTube, написану мовою програмування AutoLisp для роботи у середовищі AutoCAD. У якості вихідних даних для розрахунку програма використовує розмірні ознаки ділянки тіла, рапорт ластика, вид сировини, бажаний рівень деформації розтягу на ділянці з мінімальним обхватом. Результатом роботи програми є побудова тривимірної макромоделі виробу а також формування текстового файлу, що містить вихідні та розрахункові дані. Програма звертається до двох баз даних, які у ході подальших досліджень будуть розширені. Це база даних геометричних характеристик трикотажу ластичних переплетень та база даних круглов'язального обладнання.

Ключові слова: трикотаж, ластик, трубчасті вироби, автоматизоване проектування, тривимірне геометричне моделювання

T. YELINA, L. HALAVSKA

Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

DESIGN OF TUBULAR SHAPE PRODUCTS TAKING INTO ACCOUNT THE DEFORMATION PROPERTIES OF KNITWEAR

Rib knitted structure has an intrinsic elasticity that makes it possible to produce knitwear of an adjoining silhouette avoiding the use of elastomeric threads. In the process of stretching the rib knits in the coursewise direction its structure is undergoing some changes in configuration of the thread and structure elements, such as: changing the relative position of the adjacent loops of one layer, straightening loop heads and loop feet, reducing the mutual covering of loops belonging to different layers of knitwear, and in the later stages of the stretching process, pulling the thread from loop legs to loop feet. If during the end use of the product it is being stretched so much that the redistribution of the thread between different parts of the knitted structure elements begins, the return to the original state can be difficult due to increasing part of unrecovered elongation which causes rapid deterioration of the appearance of the product and uncomfortable pressure when using it. Therefore, when designing tubular rib knitted products worn on the body with different values of the girth measured along the length of the product, it is necessary to provide the possibility of a computer aided assessment of the comfort of the end use of the future product.

During the study, an assumption about the possibility of geometric evaluation of comfortable deformation level of knitwear was made. An algorithm for designing a tubular knitwear item with rib knit structure has been developed. Based on the proposed algorithm, a computer program LastikTube was developed, by means of AutoLisp programming language for work in AutoCAD environment. As input data for calculation the program uses three girths of a body part, the rib structure pattern information, yarn characteristics, desirable stretching in the part with the minimum perimeter. The result of the program calculation is a 3D macro-model of the product and a text file containing the source and calculation data. The program refers to two databases that will be expanded in the course of further research. This is a database of geometric characteristics of rib stitches and a database of circular knitting equipment.

Keywords: knitwear, rib stitches, tubular knitwear, CAD, 3D geometric modeling

Вступ

Пружні властивості трикотажного одягу закладені у саму структуру матеріалу, адже складна просторова конфігурація нитки, пров'язаної у трикотаж, легко змінюється під дією розтягуючих зусиль та відновлюється після їх усунення. Так, наприклад, палички остовів петель, а також платинні та голкові дуги, що в умовно-рівноважному стані характеризуються певною кривизною, під дією прикладеного розтягуючого зусилля розпрямлюються; петельні стовпчики, що належать різним шарам трикотажу, змінюють взаємне положення; утворені при в'язанні ластиків великих рапортів закручені ділянки гладі розгортаються, а після його усунення повертаються у вихідне положення, що обумовлено проявом пружних властивостей та швидкооборотною складовою часткою деформації розтягу. При зростанні величини прикладеного розтягуючого зусилля на більш пізніх стадіях відбувається перерозподіл нитки між окремими

елементами структури (нитка перетягується з остовів у протяжки). Конфігурація нитки в структурі трикотажу залежить від обраного переплетення, а деформаційні властивості трикотажу в цілому – від виду переплетення, сировини, параметрів режимів в'язання та способів опорядження. Такі особливості трикотажу як текстильного матеріалу забезпечують можливість спрощення конструкції виробів прилеглої силуетної форми та окремих деталей виробу. Трикотажна оболонка приймає форму поверхні, на яку її вдягають, за рахунок того, що на ділянках зі збільшеним обхватом її периметр збільшується завдяки розтягу у межах швидкооборотних деформацій.

Постановка задачі

Сучасні технології дозволяють отримувати текстильні оболонки складної просторової форми різними способами. У виготовленні одягу традиційно найбільш розповсюдженим є метод розкרוювання плоских тканих або трикотажних полотен за контуром лекал, які за формою та розмірами близькі до розгортки підодягової поверхні. На сьогодні, разом зі швидким зростанням можливостей комп'ютерних засобів, з'являються нові методи проектування, що дозволяють не тільки побачити віртуальну модель у тривимірному просторі, але й досліджувати цю модель із застосуванням розрахунково-аналітичних комплексів. Поряд з цим все більшої популярності набувають безшовні технології в'язання, що передбачають отримання тривимірних одягових поверхонь без застосування розкрійних та швейних операцій. Різноманітні способи виготовлення безшовного одягу розглянуто у роботі Р.Ф. Каюмової [1]. Технології та обладнання для виготовлення безшовних трикотажних виробів проаналізовано у роботах [2,3]. У роботі [4] запропоновано способи виготовлення просторових текстильних оболонок методом ткацтва. Роботи [5 та 6] присвячено дослідженню тиску одягу на тіло людини та умов збереження відчуття комфорту у процесі експлуатації одягу. Вплив особливостей структури трикотажу деяких кулірних переплетень на їх властивості досліджено у роботі [7]. Роботи [9, 10, 12, 16, 15,17] направлені на вивчення властивостей трикотажу ластичних переплетень.

Ластик є одним з найбільш популярних подвійних кулірних переплетень, адже він забезпечує виробам, або окремим його ділянкам необхідну розтяжність та пружність, не створюючи при цьому зайвої компресії. Розтяжність трикотажу переплетення ластик таких рапортів як 1x1 та 2x2 складає близько 100%, а ластик з рапортом 3x3, 4x4, 5x5, 6x6 в залежності від виду сировини, може мати розтяжність 350% і навіть більше. У роботах, присвячених конструюванню трикотажних виробів, трикотаж розподіляють за групами розтяжності для визначення величини прибавок [0, стр. 50]. Оскільки майже всі ластики мають розтяжність більше 100%, їх відносять до третьої групи розтяжності, для якої рекомендовано сталі значення від'ємної прибавки по ширині, яке дорівнює – 2 см. Однак, характер деформацій ластичних переплетень різних рапортів залежить від багатьох факторів. Тому у конструюванні виробів прилеглої силуетної форми з трикотажу переплетення ластик, необхідно враховувати величину деформації розтягу виробу у процесі його експлуатації, на підставі якої визначати необхідну та достатню для забезпечення пружних деформацій ширину деталі або трубки полотна. У ході дослідження прийнято рішення про необхідність розробки прикладного програмного забезпечення для проектування виробів трубчастої форми ластичних переплетень. Трикотажним виробом трубчастої форми можна вважати трикотажну оболонку, яка у недеформованому стані має незмінну ширину вздовж твірної трубки, але при його вдяганні на поверхню він може приймати її форму та мати різний ступень розтягу на різних ділянках тіла. Надання виробу трубчастої форми може бути реалізовано безпосередньо у процесі в'язання (на круглих або плосков'язальних машинах) або шляхом зшивання протилежних кромek прямокутної деталі-напівфабрикату. У вигляді виробів трубчастої форми виготовляють зігріваючі наколінники, налокотники, гетри, майки-топи, мітенки.

Результати та обговорення

Зазвичай, розтяжність трикотажу кулірних переплетень у напрямку петельних рядів завжди більша ніж у напрямку петельних стовпчиків. Найменшу розтяжність по ширині мають переплетення, що містять у своїй структурі ділянки ниток, не пров'язані в петлі, що розташовуються у напрямку петельних рядів. Це такі переплетення як одинарний жакард, утокові переплетення з горизонтальним прокладанням утокових ниток, футеровані та інші. Найбільші показники розтяжності мають ластичні переплетення, особливо переплетення ластик таких рапортів як 3+3, 4+4, 5+5, оскільки вони мають у своїй структурі ділянки гладі у різних шарах трикотажу, яка схильна до закручування. У вільному стані такі ластики мають меншу ширину, ніж гладь та ластик 1+1, вироблені при тій самій кількості працюючих голок. Завдяки цьому трикотаж таких переплетень має здатність до одноосних деформацій вздовж лінії петельного ряду на 150-350% відносно початкової ширини при мінімальних зусиллях розтягу. Деформаційні властивості ластичних переплетень дозволяють використовувати їх у виготовленні одягу побутового та спортивного призначення. Дослідження геометричної трансформації, яка відбувається у процесі розтягу трикотажу ластичних переплетень по ширині, результати якого наведено у роботах [16, 17, 18], показало, що зміна конфігурації та положення окремих елементів структури трикотажу у процесі розтягу по ширині відбувається нерівномірно. Для вивчення характеру перерозподілу нитки у структурі трикотажу у роботах [16 – 18] запропоновано використовувати такі умовні позначення як Шр – ширина рапорту, С – ширина проєкції опуклої частини рапорту на площину полотна та S – ширина проєкції видимої ділянки увігнутої частини рапорту на площину полотна. Якщо розбити процес розтягу трикотажу по ширині на n дискретних станів Тm, де m – номер стану, можна сказати, що $0 \leq m \leq r$, де 0 – індекс вільного стану (без розтягу (рис. 1 а), а r – індекс стану максимального розтягу (рис. 1 в), у який приходить зразок перед початком руйнування [17 та 18]. У процесі

розтягу існує такий стан T_k , у якому ширина проєкції на площину полотна опуклої (C_k) частини рапорту дорівнює ширині проєкції його увігнутої частини (S_k) так, як показано на рис. 1б. Для різних видів сировини та рапортів ластика стан T_k характеризується різним значенням відносного видовження по ширині Δl_k , %.

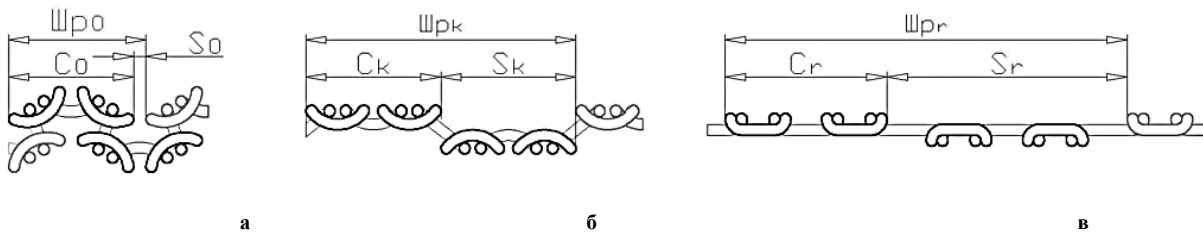


Рис. 1. Зміна положення та конфігурації окремих елементів структури трикоштажу ластичних переплетень у процесі розтягу вздовж петельного ряду

При проєктуванні трикоштажного виробу трубчастої форми необхідно враховувати відповідність його фізичних розмірів розмірним ознакам поверхні тіла людини, ступень розтягу на кожній ділянці з різною величиною обхвату та резерв розтяжності структури переплетення. На рис. 2 наведено блок-схему алгоритму проєктування трикоштажного виробу трубчастої форми, виготовленого переплетенням ластик без зміни кількості працюючих голок та параметрів режиму вязання.

Набір вихідних даних для розрахунку включає величини обхвату окремих ділянок тіла, на яку буде одягнуто проєктований виріб у вигляді трубки ластичного переплетення на трьох рівнях O1, O2 та O3 та відстань по вертикалі між рівнями виміру обхватів L1 та L2 (рис. 3), вид сировини та рапорт ластичного переплетення. Перед початком розрахунку серед трьох значень обхватів обирається найвужча ділянка з обхватом O_{\min} та найширша з обхватом O_{\max} . Крім того, для розрахунку обирається бажаний інтервал варіювання попереднього розтягу на найвужчій ділянці виробу Δl_{\min} , %. Для більшості виробів він може знаходитись у межах значення відносного видовження від 0 (без розтягу) до 20 %. На базі вихідних даних виконується розрахунок відносного видовження на ділянці з максимальним значенням обхвату Δl_{\max} , %. Шляхом звернення у базу даних отримується значення Δl_k , для даного виду сировини та переплетення. У відповідності до прийнятого припущення вважаємо, що виконання умови (1) забезпечує збереження структури трикоштажу під час багатоциклових одноосних деформацій у межах швидкооборотних деформацій, що забезпечують комфортні умови експлуатації виробу.

$$\Delta l_{\max} \leq 0,7\Delta l_k \quad (1)$$

Виконання умови (1) для всіх заданих значень обхвату окремих ділянок тіла свідчить про те, що експлуатація виробу відбуватиметься у межах пружних деформацій. Це дозволяє перейти до визначення технічних характеристик в'язальної машини, необхідних для виготовлення виробу із заданим рівнем деформації структури переплетення на окремих його ділянках. У випадку, коли умова (1) не виконується, необхідно внести корективи у вихідні дані шляхом зменшення величини деформації розтягу на найвужчій ділянці, вибору переплетення ластик більшого рапорту, або іншого виду сировини доки не буде забезпечено комфортні умови експлуатації виробу внаслідок деформації структури трикоштажу ластичного переплетення. Після визначення необхідної кількості голок у циліндрі машини відбувається перевірка наявності в'язального обладнання з заданими характеристиками на оснащенні підприємства. Якщо таке обладнання відсутнє, користувачу пропонується зробити вибір з декількох варіантів: а) виготовлення деталі на плосков'язальній машині; б) використання машини більшого діаметру для в'язання виробу з підкроем та зтачуванням; в) вибір переплетення ластик іншого рапорту. Після успішного проходження перевірок, дані передаються у графічну програму для побудови тривимірної моделі з одночасним формуванням текстового файлу з вихідними даними та результатами розрахунку.

Для проєктування виробів трубчастої форми ластичних переплетень нами розроблено прикладне програмне забезпечення LastikTube, призначене для роботи у середовищі AutoCAD. Програма написана мовою програмування AutoLisp та виконує розрахунок ширини трубки полотна на підставі вихідних даних, а також в автоматизованому режимі забезпечує побудову тривимірної моделі ластичного виробу трубчастої форми, одягнутого на рельєфну поверхню із заданими розмірними ознаками. На рис. 3 наведено схему зняття мірок для проєктування гетри. У діалоговому режимі користувач вводить довжину ділянок виробу L1 та L2, см., значення обхватів O1, O2, O3, см. Сировину та рапорт переплетення можна обрати з тих, що наявні у базі даних програми. У текстовому вікні необхідно ввести значення у відсотках бажаної деформації розтягу виробу у найвужчому місці (у наведеному прикладі це на рівні O1).

Програма визначає ступень розтягу ластичної трубки на різних ділянках виробу. Для ластичної трубки обраного рапорту на підставі даних про периметр одягнутої поверхні на трьох рівнях програма, спираючись на базу даних властивостей трикоштажу ластичних переплетень з різних видів сировини, розраховує величину деформації розтягу на всіх ділянках та перевіряє, чи вписується значення деформування у межі рекомендованих показників розтягу для комфортної експлуатації виробу. Проведення дослідження, результати якого представлені у роботах [16, 17], дозволило сформулювати базу даних для опису

характеру зміни поверхні трикотажу ластичних переплетень під дією одновісної деформації розтягу у напрямку петельних рядів. Такі дані відображають особливості перерозподілу репрезентативного об'єму ниткової структури в оболонці внаслідок зменшення взаємного заходу ділянок окремих шарів трикотажу, зменшення закручуваності та перерозподілу нитки в елементах петельної структури, що відбувається на більш пізніх стадіях розтягу.

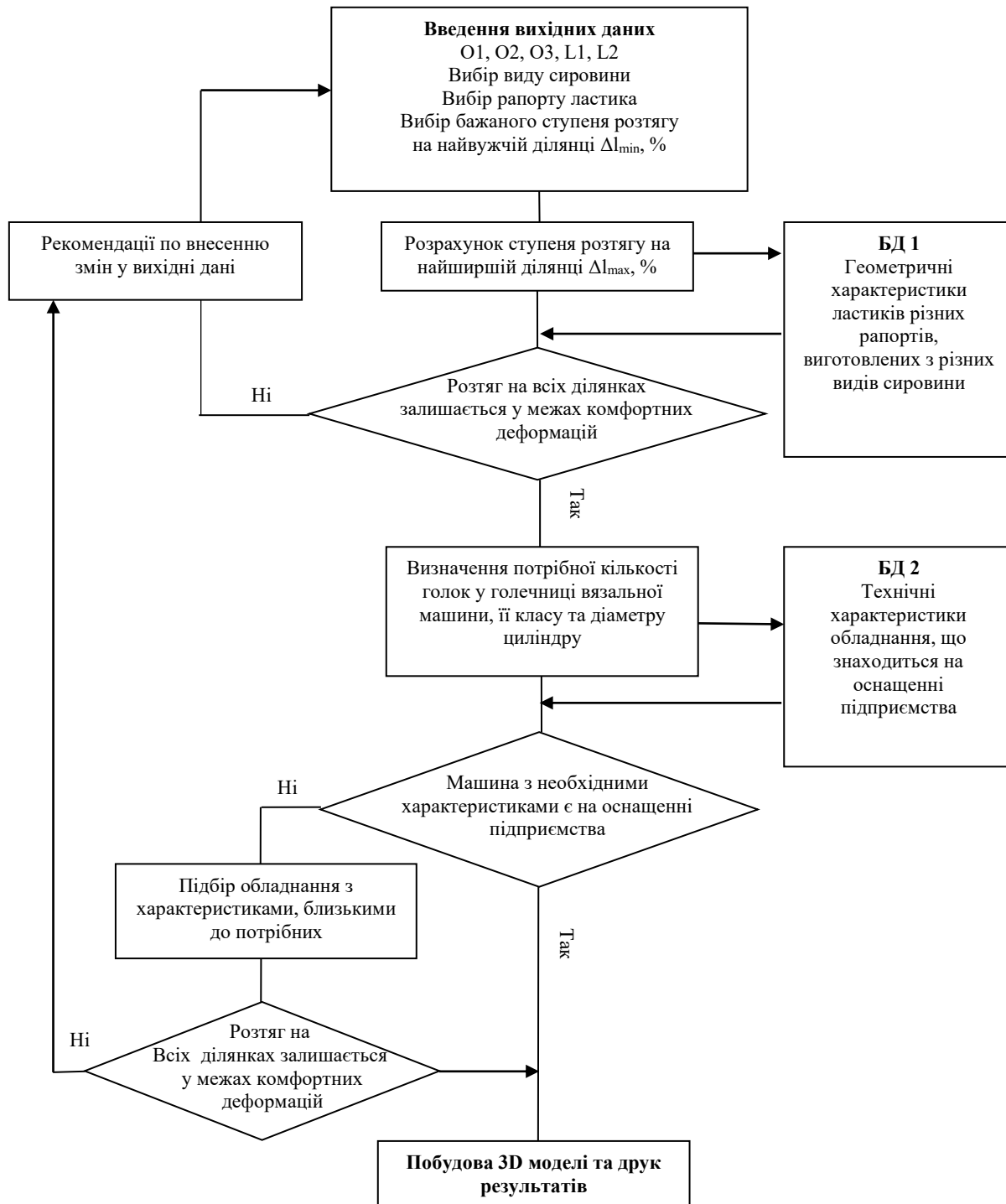


Рис. 2. Блок-схема алгоритму проєктування трикотажного виробу трубчастої форми, що виготовляється переплетенням ластик

Одним з таких популярних виробів трубчастої форми є спортивні гетри для гімнастики та танців. У якості вихідних даних для розрахунку необхідно вводити такі розмірні ознаки (рис. 3) як: довжина ділянок виробу $L1$ та $L2$, обхват ноги на рівні голітки $O1$, обхват ноги на рівні литки $O2$, обхват ноги під коліном $O3$, а також рапорт переплетення та вид сировини. Оскільки гетри повинні добре триматися на нозі, навіть на найбільш вузьких ділянках, структура трикотажу повинна знаходитись у розтягнутому стані. Тому у якості вихідних даних пропонується обирати також показник бажаної деформації розтягу на найбільш вузькій ділянці, у нашому прикладі, на рівні виміру $O1$.

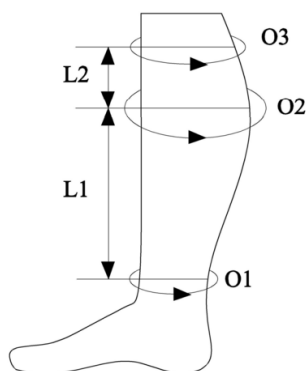


Рис. 3. Розмірні ознаки, що використовуються у якості вихідних даних для програми LastikTube

Даний показник користувач вводить у відсотках відносно зміни ширини трубки. У наведеному на рис. 4 прикладі цей показник обрано на рівні 10%. Результати роботи програми складаються з трьох частин. Це текстова частина, графічне представлення розподілу репрезентативного об'єму ниткової структури по поверхні трубки, вдягнутої на ногу із заданими розмірними ознаками, та тривимірна макромодель виробу, що відображає форму текстильної оболонки без деталізації на рівні ниток. На рис. 5 наведено модель жіночого трикотажного виробу, побудована за двома варіантами розрахунку з підбором фотозображень відповідних зразків з бази даних програми.



а

Вихідні та Розрахункові дані:
 Сировина – бамбукова пряжа 29x2 текс,
 Переплетення ластик 2x2:
 Довжина виробу - 350мм.
 Обхват ноги на рівні 1 - 29см
 Обхват ноги на рівні 2 - 43см
 Обхват ноги на рівні 3 - 40см
 Розтяг трикотажу на рівні гомілки - 10%
 Максимальний розтяг трикотажу - 63.1034%
 Кількість рапортів - 52
 Ширина опуклої частини рапорту на рівні 1 (С1) - 4.5мм
 Ширина рапорту на рівні 1 (Шр1) - 5.5мм
 Ширина опуклої частини рапорту на рівні 2 (С2) - 4.9мм
 Ширина рапорту на рівні 2 (Шр2) - 8.2мм
 Ширина опуклої частини рапорту на рівні 3 (С3) - 4.9мм
 Ширина рапорту на рівні 3 (Шр3) - 7.9мм
 Розрахункова ширина трубки полотна- 13см
 Рекомендоване обладнання 2АНК 14-5 (діаметр 3,5 дюйма), 156 голок в
 циліндрі

б

Рис. 4. Результати роботи програми LastikTube; а - тривимірна макромодель гетри; б-вихідні та розрахункові дані

Програма LastikTube дозволяє не тільки підібрати необхідний рапорт та параметри структури виробу, але й побудувати макромоделі, які в подальшому можуть бути використані для моделювання фізико-механічних властивостей трикотажу в умовах його експлуатації. Але для розширення сфери застосування розробленого програмного продукту необхідно сформуванню бази даних деформаційних характеристик трикотажу ластичних переплетень з різних видів сировини.



Рис. 5. Тривимірна модель трубчастої ділянки жіночої майки-топу з бамбукової сировини, виробленої переплетенням ластик 2x2 (а) та 6x6 (б), одягнутої на поверхню, побудовану відповідно до розмірних ознак 48-го розміру

Отримані у ході попередніх досліджень [16, 17] дані занесено у комп'ютерну програму LastikTube для формування внутрішньої бази деформаційних властивостей трикотажу ластичних переплетень. Макромоделі виробів, згенеровані у ході роботи програми, в подальшому можуть бути використані для

прогнозування споживних властивостей виробу у розрахункових інженерно-аналітичних комплексах, що забезпечують можливості реалізації віртуальних експериментів з дослідження таких фізико-механічних властивостей як деформаційні, теплопровідність, повітропроникність та інші.

Висновки: У ході дослідження проведено аналіз методів проектування та виготовлення трикотажних виробів прилеглого силуету для поверхонь складної просторової форми. Встановлено, що трикотаж ластичних переплетень може забезпечити високі показники розтяжності та пружності без створення надлишкової компресії. Асортимент трикотажних виробів включає вироби трубчастої форми, такі як гетри, майки-топи, наколінники, мітенки, які можуть бути виготовлені на двофонтурному кругловязальному обладнанні ластичними переплетеннями без зміни параметрів режиму в'язання. Однак характер деформації розтягу трикотажу залежить від виду та рапорту переплетення, виду сировини, параметрів режиму в'язання. У ході дослідження запропоновано спосіб оцінки рівня комфортності розтягу трикотажного виробу трубчастої форми, виробленого переплетенням ластик різних рапортів. На підставі отриманих результатів розроблено алгоритм та комп'ютерну програму для автоматизованого проектування трикотажних виробів трубчастої форми з урахуванням деформаційних властивостей трикотажу. Результати роботи програми включають текстовий файл з вихідними та розрахунковими даними, графічне представлення розподілу репрезентативного об'єму ниткової структури по поверхні трубки та тривимірну макромодель виробу, що відображає форму текстильної оболонки без деталізації на рівні ниток. У ході подальших досліджень сфера застосування розробленого програмного продукту може бути розширена за рахунок поповнення баз даних програми.

Література

1. Каюмова Р.Ф. К вопросу создания бесшовной одежды: прошлое и будущее // МНИЖ. 2018. №6-1 (72).
2. Hong, H., Filho, A.A., Figueiro, 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
3. Скляр Н.М. Тенденції розвитку технології та устаткування для виготовлення безшовного трикотажу / Н.М. Скляр // Вісник КНУТД. – 2007, №6. – С.135-140.
4. Лаврис Е.В. Объемные цельнотканые оболочки: классификация и методы изготовления. / Е.В.Лаврис // Дизайн. Материалы. Технология. – С.Пб.: СПГУТД. – 2009, № 1(8). – С.70-72.
5. Mengnal G. Pressure and comfort perception in the system “female body–dress” / G. Mengnal, V.E. Kuzmichev // *AUTEX Research Journal*, Vol. 13, No 3, September 2013, pp. 71 – 78.
6. Нахайчук О.В., Захарова Е.А., Мізрах А.А., Горобчишина В.С. Прогнозування тиску текстильних матеріалів в системі «фігура-сукня». Вісник Хмельницького національного університету. – 2020, № 2, с.135-140
7. Умарова М.Н., Турахужаева Н.Н. Изучение влияния структуры трикотажного полотна на его свойства. *Universum: Технические науки*. – 2020, № 2 (71), с. 11-15.
8. Гайдамака В.К., Кизимчук О.П. Основи технології виробів заданої форми: підручник. К.: Кафедра, 2013. 216 с.
9. Галавська Л.Є. Теоретичні аспекти визначення розтяжності та закручуваності подвійного неповного трикотажу. / Л.Є. Галавська // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2015. – №2. – С. 107-110.
10. Галавська Л.Є. Дослідження розтяжності та закручуваності подвійного неповного трикотажу. / Л.Є. Галавська // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2015. – №3. – С. 80-85.
11. Шалов И.И. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР: Учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп./ Л.А. Кудрявин, И.И. Шалов - М.: Легпромбытиздат, 1989.- 288 с.
12. Застанченко О. Ю. Вивчення характеру перерозподілу нитки у трикотажі ластичних переплетень під дією розтягуючих зусиль / О. Ю. Застанченко. Т. В. Єліна, Л. Є. Галавська // Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції текстильних та фешн технологій KyivTex&Fashion (31 жовтня 2019 р., м. Київ). - Київ : КНУТД, 2019. – С. 207-210.
13. Дианич М.М., Семак Б.Д. Ассортимент трикотажных изделий из смеси волоконю.-К.: Техніка, 1983. – 144 с., ил.,- Библиогр.: с.142-143
14. Максудов Н.Б. Анализ деформационных свойств высокоэластичных трикотажных полотен для проектирования спортивных одежды / Н.Б. Максудов, Ф.У. Нигматова, Ж.К. Юлдашев, Р.Р. Абдувалиев//Технические науки: электрон. научн. журн. -2018, № 9(54). – С.12-16.
15. Єліна Т.В. Створення параметричної моделі поверхні трикотажу переплетення ластик 2+2 / Т.В. Єліна, Л.Є. Галавська, О.П. Манойленко // Вісник КНУТД. – 2019, №2 (132) . - С 80-89
16. Зубрицька Г.В. Вивчення процесу одноосної деформації трикотажу переплетення ластик 2+2 під дією розтягуючого зусилля / Г.В. Зубрицька, Т.В. Єліна, Л.Є. Галавська // Вісник ХНУ №3(285). 2020. – С. 222-226.
17. Єліна Т.В. Вивчення процесу одноосного розтягу трикотажу переплетення ластик різних рапортів / Т.В. Єліна, А.В. Пухова, В.П. Романюк, Л.Є. Галавська // Вісник КНУТД – 2020, №4, с.
18. Омельченко В.Д. Конструювання трикотажних виробів та основи швейно-трикотажного виробництва: навч. посіб. / В.Д. Омельченко, Л.Є. Галавська, Т.І. Розсоха. – К.: Кафедра, 2016. – 440 с.

References

1. Kayumova R.F. K voprosu sozdaniya besshovnoy odezhdy: proshloe i budushchee // MNIZh. 2018. №6-1 (72).
2. 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
3. Skliar N.M. Tendentsii rozvytku tekhnologii ta ustatkuvannia dia vyhotovlennia bezshovnoho trykotazhu / N.M. Skliar // *Visnyk KNUTD*. – 2007, №6. – С.135-140.
4. Lavris E.V. Ob'emnye tsel'notkanye obolochki: klassifikatsiya i metody izgotovleniya. /E.V.Lavris // *Dizayn. Materialy. Tekhnologiya*. – S.Pb.: SPGUTD. – 2009, – № 1(8). – S.70-72.
5. Mengnal G. Pressure and comfort perception in the system “female body–dress” / G. Mengnal, V. E. Kuzmichev // *AUTEX Research Journal*, Vol. 13, No 3, September 2013, pp. 71 – 78.
6. Nakhaichuk O.V., Zakharova E.A., Mizrakh A.A., Horobchysyna V.S. Prohnozuvannia tysku tekstylnykh materialiv v systemi «fihura-suknia». *Herald of Khmelnytskyi National University*. – 2020, № 2, s. 135-140.
7. Umarova M.N., Turakhuzhaeva N.N. Izuchenie vliyaniya struktury trikotazhnogo polotna na ego svoystva. *Universum: Tekhnicheskie nauki*. – 2020, № 2 (71), s. 11-15.
8. Haidamaka V.K., Kyzymchuk O.P. *Osnovy tekhnologii vyrobiv zadanoi formy: pidruchnyk*. K. : Kafedra, 2013. 216 s.
9. Halavska L.Ye. Teoretychni aspekty vyznachennia roztiazhnosti ta zakruchuvanosti podviinoho nepovnoho trykotazhu. / L. Ye. Halavska // *Herald of Khmelnytskyi National University*. – 2015. – №2. – S. 107-110.
10. Halavska L.Ye. Doslidzhennia roztiazhnosti ta zakruchuvanosti podviinoho nepovnoho trykotazhu. / L.Ye. Halavska // *Herald of Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky*. – 2015. – №3. – S. 80-85.
- 11/ Shalov I.I. *Osnovy proektirovaniya trikotazhnogo proizvodstva s elementami SAPR: Ucheb. dlya vuzov.- 2-e izd., pererab. i dop./ L.A. Kudryavin, I.I. Shalov - M.: Legprombytizdat, 1989.- 288 s.*
12. Zastanchenko O. Yu. Vyvchennia kharakteru pererozpodilu nytky u trykotazhi lastychnykh perepletenu pid diieiu roztiahuiuchykh zusyly / O. Yu. Zastanchenko. T. V. Yelina, L. Ye. Halavska // *Zbirnyk materialiv III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii tekstylnykh ta feshn tekhnologii KyivTex&Fashion (31 zhovtnia 2019 r., m. Kyiv)*. - Kyiv : KNUTD, 2019. - S. 207-210.
13. Dianich M.M., Semak B.D. *Assortiment trikotazhnykh izdeliy iz smesi volokonyu.-K.: Tekhnika, 1983. – 144 s., il.,- Bibliogr.: s. 142-143*
14. Maksudov N.B. Analiz deformatsionnykh svoystv vysokoelastichnykh trikotazhnykh poloten dlya proektirovaniya sportivnykh odezhdy / N.B. Maksudov, F.U. Nigmatova, Zh.K. Yuldashev, R.R. Abduvaliev//*Tekhnicheskie nauki: elektron. nauchn. zhurn.* -2018, № 9(54). – S.12-16.
15. Yelina T.V., Stvorennia parametrychnoi modeli poverkhni trykotazhu perepletennia lastyk 2+2/ Yelina T.V., Halavska L.Ye., Manoilenko O.P., // *Visnyk KNUTD*. – 2019, №2 (132) - S 80-89
16. Zubrytska H.V. Vyvchennia protsesu odnoosnoi deformatsii trykotazhu perepletennia lastyk 2+2 pid diieiu roztiahuiuchoho zusyillia // H.V. Zubrytska, T.V. Yelina, L.Ye. Halavska // *Herald of Khmelnytskyi national University №3(285)*. 2020. – S. 222-226.
- 17.Yelina T.V. Vyvchennia protsesu odnovisnoho roztiahu trykotazhu perepletennia lastyk riznykh raportiv // T.V. Yelina, A.V. Pukhova, V.P. Romaniuk, L.Ye. Halavska./ *Visnyk KNUTD* – 2020, №4, s.
18. Omelchenko V.D. *Konstruiuvannia trykotazhnykh vyrobiv ta osnovy shveino-trykotazhnogo vyrobnytstva: navch. posib.* / V.D. Omelchenko, L.Ye. Halavska, T.I. Rozsokha. – K.: Kafedra, 2016. – 440 s.

Надійшла / Paper received : 13.12.2020 p. Надрукована/Printed :04.01.2021 p.