

УДК 677.055.548-192

**БЕРЕЗІН Л. М.**

Київський національний університет технологій та дизайну

## **ОСНОВИ ПАРАМЕТРИЧНОГО СИНТЕЗУ СИСТЕМИ ПАСИВНОЇ ПОДАЧІ НИТОК ШКАРПЕТКОВИХ АВТОМАТІВ**

**Мета.** Розробка основних положень параметричного синтезу системи пасивної подачі ниток шкарпеткових автоматів за умовою забезпечення заданого натягу ниток в зоні в'язання на основі розрахунків натягу за контуром лінії заправки.

**Методика.** Використовуються на основі формули Ейлера залежність між вхідним та вихідним натягами нитки, яка охоплює циліндричну поверхню, що враховує додатковий натяг нитки при її згині і положення проектування тракту руху ниток за мінімізацією сумарного кута охоплення ниткою елементів системи подачі нитки, а також метод додаткового аргументу.

**Результати.** Представлено розрахунки до параметричного синтезу системи пасивної подачі ниток з визначенням раціональних координат положень її основних елементів, які сприяють забезпеченню заданого натягу ниток на вході у в'язальну систему.

**Наукова новизна.** Полягає в подальшому розвитку теорії і методології розв'язку прикладних проектних задач щодо забезпечення натягу ниток на вході в в'язальну систему за сумарним кутом охоплення напрямних елементів в системі пасивної подачі ниток.

**Практична значимість.** Представлені рекомендації сприяють розробці організаційно-технічних заходів з удосконалення системи пасивної подачі ниток для шкарпеткових автоматів. Запропонований підхід також дозволяє на етапі проектування аналізувати та корегувати прийняті конструктивні рішення.

**Ключові слова:** проектування, розрахунок, система пасивної подачі ниток, формула Ейлера, натяг нитки.

**Вступ.** Оскільки надійність шкарпеткових автоматів характеризуються кількісним домінуванням відмов в системі подачі ниток в порівнянні з іншими механізмами, удосконалення саме цієї системи є актуальною проблемою. Відмови в системі подачі ниток шкарпеткових автоматах розділяють на функціональні та параметричні. До перших передусім відносять обриви ниток через невідповідність їх заданому натягу в зоні в'язання, до других - нерівномірність довжин утворюваних петель та відповідно довжин виробів через нестабільність натягу ниток, що прокладаються на голки.

Враховуючи попереднє та те, що переважна частка діючих шкарпеткових автоматів галузі облаштована системами пасивної подачі ниток, вважаємо за доцільне розгляд основних положень геометричного синтезу стосовно проектування цих систем з параметрами, які б забезпечували заданий натяг та стабільність ниток в зоні в'язання.

**Постановка завдання.** Вивченню умов проходження нитками окремих елементів пасивних систем та факторів впливу їх на натяг і стабільність натягу ниток по ділянках їх лінії заправки від паковок до робочих органів присвячені роботи [1] - [3]. Аналіз літературних джерел вказує на відсутність узагальнених положень параметричного синтезу пасивної системи подачі ниток, які б сприяли якості проектування системи та перевірки прийнятих конструктивних розробок. Метою статті є розробка основних положень параметричного синтезу системи пасивної подачі ниток шкарпеткових автоматів за умовою забезпечення заданого натягу ниток в зоні в'язання на основі розрахунків натягу за контуром лінії заправки.

**Результати дослідження.** До основних технологічних задач системи, що розглядається, відносять знімання ниток з паковки, переміщення ниток по конструктивним

елементам для зміни напрямку їх руху, забезпечення раціонального за величиною та сталістю натягу ниток, контроль ниток за потовщенням або стоншенням та фіксування обривів ниток або їх відсутність в системі. Типова схема заправної лінії пасивної системи подачі ниток на шкарпеткових автоматах представлена на рис. 1. За відповідною розрахунковою схемою (рис. 2) виконуємо аналіз натягу нитки за контуром заправної лінії системи подачі ниток та визначення її раціональних геометричних параметрів.

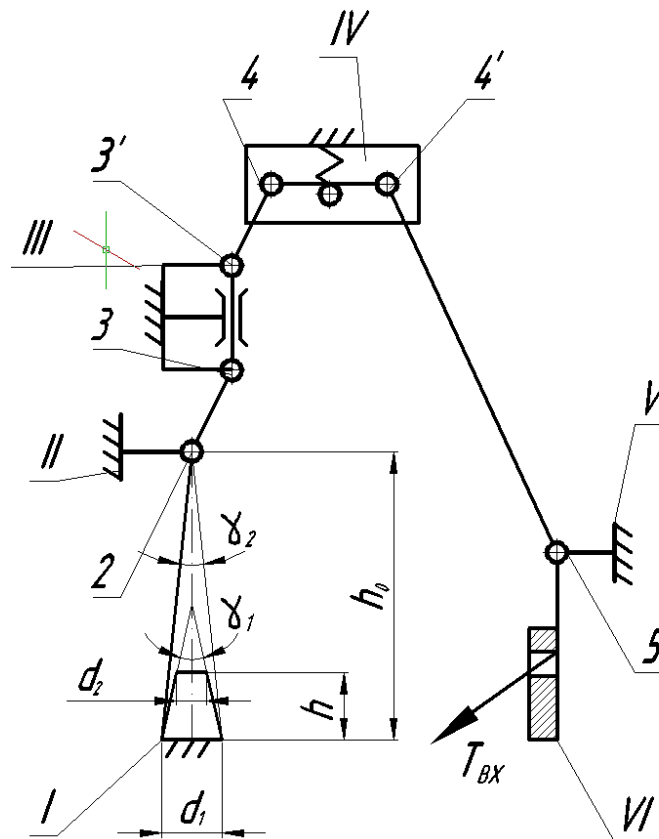


Рис. 1. Типова система пасивної подачі ниток: I – паковка; II та V – нитконапрямлячі; III – регулятор натягу нитки; IV – контролюючий пристрій; VI – нитковод; 2, 3, 3', 4, 4', 5 – вічка нитконапрямлячів;  $\gamma_1$  – кут конусності паковки;  $\gamma_2$  – кут балона паковки;  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $h$  – розміри паковки;  $h_0$  – висота розміщення вічка 2 від основи паковки;  $T_{вх}$  – вхідний натяг в в'язальну систему

Дослідження умов змотування нитки з паковки в залежності від розміщення вічка першого ниткопровідника наведено в [4]. Для унеможливлення дотикання нитки до бокової поверхні паковки, що викликає додатковий її натяг, регламентовано розміщення вічка 2 нитконапрямляча II на вісі паковки таким чином, щоб забезпечити умову  $\gamma_2 < \gamma_1$ , де  $\gamma_1$  - кут конусності паковки;  $\gamma_2$  - кут, який утворений ниткою при змотуванні її з нижньої основи паковки. Тоді прийнявши  $\gamma_2 = \gamma_1 - \Delta\gamma$ , де  $\Delta\gamma = 2...3^\circ$ , висота розміщення вічка 2 від нижньої основи паковки становить  $h_0 = 0,5d_1 \text{ctg} 0,5\gamma_2$  при розрахованому куті  $\gamma_1 = 2 \text{arctg} \frac{d_1 - d_2}{2h}$  та заданих розмірах паковки  $d_1$ ,  $d_2$  і  $h$ .

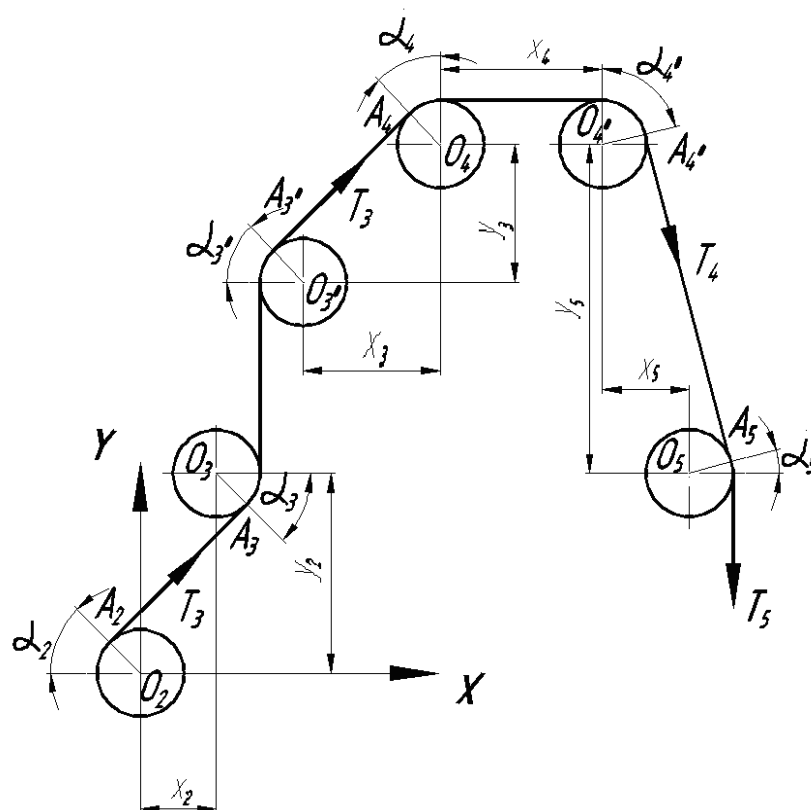


Рис. 2. Розрахункова схема системи пасивної подачі ниток: 2, 3, 3', 4, 4', 5 – вічка нитконапрямлячі;  $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$  – кути обхвату;  $T_i$  – натяги нитки на ділянках заправної лінії;  $x_i$  та  $y_i$  – горизонтальні та вертикальні відстані між осями вічок;  $O_2, O_3, O_3', O_4, O_4'$  та  $O_5$  – центри циліндричних поверхонь вічок

Натяг нитки при сході з паковки кінцевого намотування є несталим через зміну форми на розмірів балону, що утворює нитка, періодично збільшуючись з пониженням місця сходу нитки та поступово при зменшенні розмірів паковки в процесі змотування. Для зменшення впливу на натяг нитки перелічених факторів доцільно збільшувати відстань  $h_o$  до вічка 2. В переважній більшості шкарпеткових автоматів величина  $h_o$  є регульованою та перевищує 700 мм.

Основне призначення регуляторів натягу є створення необхідного для технологічного процесу натягу ниток. В залежності від різновиду сировини перевагу при переробці бавовняних та еластичних ниток, які мають малий коефіцієнт жорсткості на розтяг, віддають тарілчастим регуляторам натягу, при капронових нитках – кульковим [5]. Натяг нитки при проходженні тарілчастих натяжних пристроїв, враховуючи рівняння Ейлера та додатковий її натяг від згину, характеризується рівнянням:

$$T_3 = T_2 \cdot e^{f(\alpha_2 + \alpha_3)} + \frac{EJ}{2r^2} (e^{f(\alpha_2 + \alpha_3)} - 1) + 2f_n N, \quad (1)$$

де  $T_2$  та  $T_3$  - натяг нитки на вході та виході тарілчастого регулятора натягу;

$\alpha_2, \alpha_3$  - кути охоплення вічок 3 та 3';

$f$  - коефіцієнт тертя нитки з поверхнями вічок 3 та 3';

$f_n$  - коефіцієнт тертя нитки з поверхнями тарілочок натяжного пристрою;

$r$  - радіус циліндричної поверхні вічка, яка охоплена ниткою;

$EJ$  - параметр, що характеризує жорсткість нитки до згину;  
 $E$  - модуль пружності першого роду матеріалу нитки;  
 $J$  - момент інерції площі поперечного перерізу нитки відносно нейтральної вісі;  
 $N$  - нормальний тиск при взаємодії тарілочок.

Визначення моменту інерції  $J$  та модулю пружності  $E$  нитки теоретично неможливе, оскільки її будова, форма та розміри поперечного перерізу несталі. Усереднені значення цих величин для більшості типів ниток, які визначено експериментально, наведено в [6].

Умовою фіксації стану нитки контролюючим пристроєм IV при перевищенні допустимого максимального натягу нитки (наприклад, при її затяжці на паковці) є забезпечення кута між вхідною та вихідною вітками нитки не більше 90 градусів. Окрім того, для усунення можливості помилкового спрацьовування контролюючого пристрою через зміну форми балону паковки або нахльостування нитки при змотуванні, висувається вимога створення попереднього вхідного натягу нитки порядку 1...2 сН.

У відповідності до [6] співвідношення між натягами нитки на вході  $T_3$  та виході  $T_4$  контролюючого пристрою мають вид аналогічний до формули (1) без урахування натягу нитки від дії натяжного пристрою та відповідних кутах охоплення  $\alpha_3$  та  $\alpha_4$  вічок 4 та 4'. Аналогічно за формулою (1) обчислюється натяг  $T_5$  нитки після проходження вічка 5 з кутом охоплення  $\alpha_4$ .

Оскільки згідно з рівнянням Ейлера, чим більше перегинів має нитка на своєму шляху до нитководу VI, тим більшого натягу вона зазнає, то бажано, щоб заправна лінія нитки мала мінімальне число згинів. Враховуючи також, що коефіцієнт тертя нитки з матеріалом нитконапрямлювачів  $f = const$ , то очевидно, що при проектуванні тракту нитки особливу увагу необхідно приділяти кутам охоплення  $\alpha_i$  ниткою нитконапрямлювачів, які відповідно залежать від місць розміщення нитконапрямлювачів.

В якості прикладу для визначення кута  $\alpha_2$  розглядаємо рух нитки між вічками 2 та 3 (рис. 2). Проектуючи ламану лінію  $O_2A_2A_3O_3$  на координатні вісі  $x_{O_2}y$ , маємо наступну систему рівнянь:

$$\begin{cases} -r_2 \cos \alpha_2 + A_2A_3 \sin \alpha_2 - r_3 \cos \alpha_2 - x_2 = 0; \\ r_2 \sin \alpha_2 + A_2A_3 \cos \alpha_2 + r_3 \sin \alpha_2 - y_2 = 0, \end{cases} \quad (2)$$

де  $x_2$  та  $y_2$  - горизонтальна та вертикальна відстані між осями вічок 2 та 3;

$A_2A_3$  - довжина нитки між точками дотику до вічок 2 та 3;

$r_2$  та  $r_3$  - радіуси циліндричної поверхні вічок 2 та 3.

Помноживши перше рівняння системи (2) на  $\cos \alpha_2$ , друге на  $-\sin \alpha_2$  та склавши їх, після перетворень отримаємо рівняння виду:

$$r_2 + r_3 = -x_2 \cos \alpha_2 + y_2 \sin \alpha_2. \quad (3)$$

Розв'язок рівняння (3) виконуємо методом додаткового аргументу [7] та отримуємо

$$\alpha_2 = \arcsin \frac{x_2}{\sqrt{x_2^2 + y_2^2}} + \arcsin \frac{r_2 + r_3}{\sqrt{x_2^2 + y_2^2}}. \quad (4)$$

Очевидно, що  $\alpha_2 = \alpha_3$ .

Виконавши аналогічні дії, маємо:

- для ділянки між вічками 3 та 4

$$\alpha_3' = \arcsin \frac{y_3}{\sqrt{x_3^2 + y_3^2}} + \arcsin \frac{r_3 + r_4}{\sqrt{x_3^2 + y_3^2}}, \quad (5)$$

тоді  $\alpha_3' = 90^\circ - \alpha_4$ ;

- для ділянки між вічками 4' та 5

$$\alpha_5 = \arcsin \frac{y_5}{\sqrt{x_5^2 + y_6^2}} + \arcsin \frac{r_5 - r_6}{\sqrt{x_5^2 + y_6^2}}, \quad (6)$$

відповідно  $\alpha_5 = 90^\circ - \alpha_4'$ .

Найбільш узагальненим фактором, що задається при проектуванні системи пасивної подачі нитки, є сумарний кут  $\alpha_\Sigma$  охоплення ниткою всіх елементів системи, через який безпосередньо визначають вхідний натяг нитки  $T_{ax}$  в зоні в'язання. Відповідно задача проектування тракту руху нитки полягає в мінімізації  $\alpha_\Sigma$  при використанні рівнянь (4) - (6) з урахуванням плоского розміщення його елементів за координатами  $x_i$  та  $y_i$ . Таким чином, задаючи на етапі проектування відстані між спрямовуючими елементами ( $x_i$  та  $y_i$ ) та радіуси поверхонь вічок, які огинаються ниткою, можливо розрахувати будь-який кут охоплення  $\alpha_i$  та сумарний кут  $\alpha_\Sigma$  в цілому. Запропонований метод також дозволяє аналізувати геометрії діючих та проектних ліній заправок ниток.

**Висновки.** Представлено положення теорії та методології розв'язку прикладних задач по забезпеченню системами пасивної подачі ниток їх доцільного натягу на вході в в'язальну систему на основі параметричного синтезу за сумарним кутом охоплення напрямних елементів стосовно шкарпеткових автоматів. Запропонований підхід сприяє розробці організаційно-технічних заходів з удосконалення системи пасивної подачі ниток, а також дозволяє аналізувати та корегувати прийняті конструктивні рішення.

### Література

1. Далидович А. С. Рабочие процессы трикотажных машин: ученик для студентов вузов [Текст] / А. С. Далидович, А. Н. Костылева. – М.: Легкая индустрия, 1976. – 368 с.
2. Кудрявин Л. А. Основы технологии трикотажного производства: учеб. пособие для вузов [Текст] / Л. А. Кудрявин, И. И. Шалов. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 496 с.
3. Каган В. М. Взаимодействие нити с рабочими органами текстильных машин [Текст] / В. М. Каган. – М.: Легкая и пищевая пром.-сть, 1984. – 119с.
4. Мойсеенко Ф. А. Проекування в'язальних машин. [Текст] / Ф. А. Мойсеенко. – Х.: Основа, 1994. – 336 с.
5. Цитович И. Г. Теоретические основы стабилизации процесса вязания [Текст] /

### References

1. Dalydovych, A. S., & Kostyleva, A.N. (1976). *Rabochye protsessy trykotazhnykh mashyn: uchenyk dlia studentov vuzov* [Work processes of knitwear machines: a student for university students]. Moscow: Lehkaia yndustryia Publ. [in Russian].
2. Kudriavyn, L. A., & Shalov, Y. Y. (1991). *Osnovy tekhnolohyy trykotazhnoho proyzvodstva: ucheb. posobyе dlia vuzov* [Fundamentals of technology knitted production: Textbook. Manual for high schools]. Moscow: Lehprombytyzdat Publ. [in Russian].
3. Kahan, V. M. (1984). *Vzaymodeistviye nyty s robochymy orhanamy tekstylnykh mashyn* [Interaction of the thread with the robotic organs of textile machines]. Moscow: Lehkaia y pyshchevaia prom.-st. [in Russian].
4. Moiseienko, F. A. (1994). *Proektuvannia v'iazalnykh mashyn* [Designing knitting machines]. Kharkiv: Osнова Publ. [in Ukrainian].
5. Tsytovyeh, Y. H. (1984). *Teoretycheskye osnovy stabylyzatsyy protsesa v'iazanyi* [Theoretical basis of

И. Г. Цитович. – М. :Легкая и пищевая пром.-сть, 1984. – 135 с.  
6. Лазаренко В. М. Процессы петлеобразования: Монография [Текст] / В. М. Лазаренко. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 136 с.  
7. Корн Г. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1974. – 832 с.

stabilization of the knitting process]. Moscow: Lehkaia y pyshchevaia prom.-st. [in Russian].  
6. Lazarenko, V. M. (1986). *Protsessы petleobrazovanyia: Monohrafiya* [Loopback processes: Monograph]. Moscow: Lehprombytyzdat. [in Russian].  
7. Korn, H., & Korn, T. (1974). *Spravochnyk po matematyke (dlia nauchnykh rabotnykov y ynzhenеров)* [A handbook on mathematics (for scientists and engineers)]. Moscow: Nauka. [in Russian].

## ОСНОВЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА СИСТЕМЫ ПАСИВНОЙ ПОДАЧИ НИТЕЙ НОСОЧНЫХ АВТОМАТОВ

БЕРЕЗИН Л. Н.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** *Разработка основных положений параметрического синтеза системы пассивной подачи нитей носочных автоматов по условию обеспечения заданного натяжения нитей в зоне вязания на основе расчетов натяжений по контуру линии заправки.*

**Методика.** *Используется на основе формулы Эйлера зависимость между входным и выходным натяжениями нитки, огибающей цилиндрическую поверхность, которая учитывает дополнительное натяжение нити при ее изгибе, положения проектирования тракта движения нитей по минимизации суммарного угла охвата нитью элементов системы подачи нитки, а также метод дополнительного аргумента.*

**Результаты.** *Представлены расчеты для параметрического синтеза системы пассивной подачи нитей с определением рациональных координат положения ее основных элементов, которые способствуют обеспечению заданного натяжения нитей на входе в вязальную систему.*

**Научная новизна.** *Заключается в дальнейшем развитии теории и методологии решения прикладных проектных задач по обеспечению целесообразного натяжения нитей на входе в вязальную систему, используя суммарный угол охвата направляющих элементов в системе пассивной подачи нитей.*

**Практическая значимость.** *Представленные рекомендации способствуют разработке организационно-технических мероприятий по усовершенствованию системы пассивной подачи нитей для носочных автоматов. Предложенный подход также позволяет на этапе проектирования анализировать и корректировать принятые конструктивные решения.*

**Ключевые слова:** *проектирование, расчет, система пассивной подачи нитей, формула Эйлера, натяжение нити.*

**BASES OF PARAMETRIC SYNTHESIS OF THE PASSIVE SYSTEM OF THREAD  
SUPPLY OF THE AUTOMATIC HALF-HOSE MACHINE**

**BEREZIN L. N.**

*Kiev National University of Technologies & Design*

**Purpose.** *Development of the basic provisions of the parametric synthesis of the passive system of thread supply of the automatic half-hose machine by the condition of a given thread tension in the knitting zone on the basis of calculations of thread tension along the contour of the refueling line.*

**Methodology.** *Is used the dependence between the input and output tension of a thread on the basis of Euler's formula, which take into account also the additional tension of a thread at bending, the design basics for the tract of movement thread at minimizing the total wrap angle by elements of the thread supply system and also the method of additional argument.*

**Findings.** *Presented by calculations for the parametric synthesis of the passive system of thread supply for the definition of rational coordinates of the positions of its a basic elements, which contribute the provide of a given thread tension at the entrance to the knitting system.*

**Originality.** *Consists in subsequent development of theory and methodology of deciding of the applied design tasks for providing of sufficient thread tension at the entrance to the knitting system when used the total wrap angle by the elements of the thread supply passive system*

**Practical value.** *Are presented the practical recommendations that contribute to the development of organizational and technical measures for improve the passive system of thread supply for the automatic half-hose machine. The proposed approach also allows analyzing and correcting the adopted design decisions at the design stage.*

**Keywords:** *design, calculation, passive system of thread supply, Euler's formula, thread tensions.*