

## МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ФОРМИ ПРУЖНОЇ СИСТЕМИ ЗАПРАВКИ ТРИКОТАЖНИХ МАШИН

*В роботі наведені результати досліджень з вирішення важливого технологічного завдання – мінімізації натягу ниток на технологічному обладнанні на основі розробки САПР пружної системи заправки. Недосконалість структури пружної системи заправки не дозволяє здійснювати мінімізацію натягу в процесі роботи технологічного устаткування і призводить до порушення технологічного режиму, обривів. Отримані результати використовувалися для удосконалення технологічних процесів трикотажної промисловості.*

*Ключові слова: нитка, натяг, тертя, система ниткоподачі, пружна система заправки нитки, трикотажна машина.*

G.V. MELNIK

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

### MATHEMATICAL AND PROGRAMMATIC PROVIDING OF PLANNING OF FORM OF RESILIENT SYSTEM OF PRIMING OF KNITTINGS MACHINES

*Work is devoted the decision of important technological task are minimizations of pull of filaments on technological equipment on the basis of development CADD of the resilient system of priming. Imperfection of construction of the resilient system of priming and system of serve of filament does not allow to carry out minimization of pull in the process of work of knittings round knittings machines. The rapid increase of pull on the depth of the resilient system of priming is explained guiders of filament, by the large corners of scope a filament sending, by an unevenness on the diameter of cross-sectional of filament. Objects and research methods. The resilient system of priming is component part of the system of serve of filament of technological equipment of knitting industry. Imperfection of structure of the resilient system of priming does not allow to carry out minimization of pull in the process of work of technological equipment and results in violation of the technological mode, precipices. Above all things, the defect of form of the resilient system of priming influences on it, sending motions of filament, by the large corners of scope a filament sending, unevenness of filament on a diameter, that predefined by its structure and material, by the specific of making of filament, length of separate elements and their mutual location in relation to each other, and also unevenness of entrance pull. A theoretical basis at the solution of a scientific and technical problem are works of leading scientists in branches of production engineering of textile and knitted manufactures, textile materials technology, mechanics of a filament, theory of elasticity, mathematical modelling. In theoretical researches methods of theoretical mechanics, a strength of materials, design of experiments and statistical machining of results of researches are used. Practical value. The improvement of form of the resilient system of priming of filaments of knittings machines allows to minimize their pull, decrease the precipices of filament, that has an important value for the improvement of technological processes of knitting industry from position of increase of the productivity of technological equipment and quality of the produced products.*

*Keywords: filament, pull, friction, system of serve of filament, resilient system of priming of filament, knitting machine.*

#### Вступ

*Актуальність.* Робота присвячена вирішенню важливого технологічного завдання – мінімізації натягу ниток на технологічному обладнанні на основі розробки САПР пружної системи заправки. Недосконалість конструкції пружної системи заправки та системи ниткоподачі загалом не дозволяє здійснювати мінімізацію натягу в процесі роботи трикотажних круглов'язальних машини [1]. Стрибкове зростання натягу по глибині пружної системи заправки пояснюється недоліками конструкції компенсаторів, ниткоспрямовувачів, великими кутами охоплення ниткою напрямних, нерівномірністю по діаметру поперечного перетину нитки [2]. Вирішення цієї задачі має важливе значення для удосконалення технологічних процесів трикотажної промисловості з позиції підвищення продуктивності технологічного устаткування та якості готової продукції.

*Об'єкти і методи дослідження.* Пружна система заправки є складовою частиною системи ниткоподачі технологічного устаткування трикотажної промисловості. Недосконалість структури пружної системи заправки не дозволяє здійснювати мінімізацію натягу в процесі роботи технологічного устаткування і призводить до порушення технологічного режиму, обривам. В першу чергу, на це впливає недосконалість форми пружної системи заправки, нитконапрямних елементів, великими кутами охоплення ниткою напрямних, нерівномірність нитки по діаметру, що зумовлено її структурою і матеріалом, специфікою виготовлення нитки, довжиною окремих філаментів та їх взаємним розташуванням відносно один до одного, а також нерівномірність вхідного натягу [1]. Теоретичною основою при вирішенні науково-технічної проблеми є праці провідних вчених в галузях технології текстильного та трикотажного виробництв, текстильного матеріалознавства, механіки нитки, теорії пружності, математичного моделювання. У теоретичних дослідженнях використано методи теоретичної механіки, опору матеріалів, планування експерименту та статистичної обробки результатів досліджень.

*Практичне значення.* Удосконалення форми пружної системи заправки ниток трикотажних машин дозволяє мінімізувати їх натяг, зменшити обриви нитки, що має важливе значення для удосконалення технологічних процесів трикотажної промисловості з позиції підвищення продуктивності технологічного устаткування та якості готової продукції [1, 2].

#### Постановка завдання

Визначити вхідні дані для проектування, до яких необхідно віднести: величину натягу нитки перед

зоною в'язання, довжину нитки в зоні ниткоподачі, координати точок входу та виходу з робочої зони трикотажної машини.

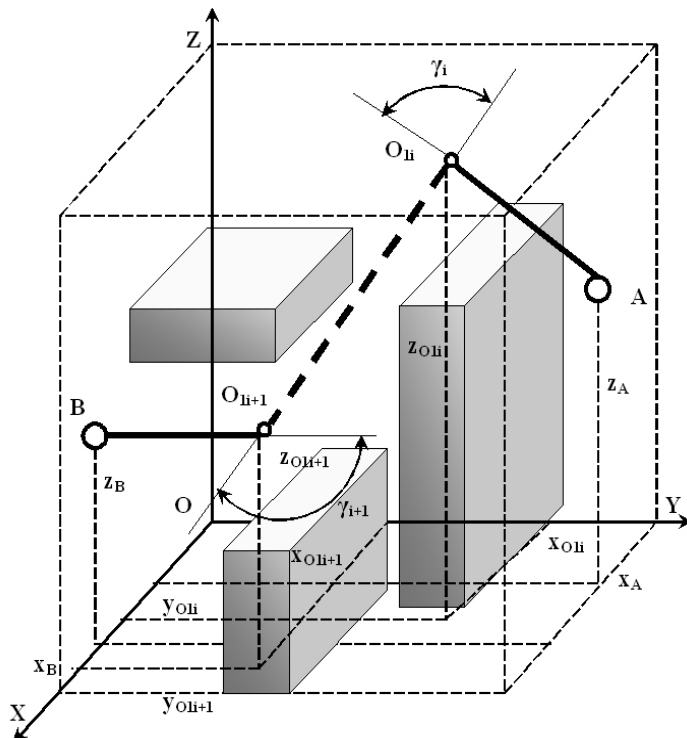


Рис. 1. Графічна схема робочої зони трикотажної машини

Розробити алгоритм та відповідне програмне забезпечення для побудови форми ниткотракту пружної системи заправки для трьох типів круглов'язальних трикотажних машин та отримати значення відносного натягу бавовняної 27,6 текс, вовняної 29 текс та віскозної 28,8 текс пряжі по конструктивним зонам до та після модернізації на основі мінімізації натягу в робочій зоні.

**Основна частина**

Розробка оптимальної форми пружної системи заправки трикотажних машин можна ефективно здійснювати з використанням ЕОМ. На рис.1 представлена загальна графічна схема робочої зони трикотажної машини. Її розміри визначаються як її конструкцією, так і функціональним призначенням. Розробка програмного забезпечення, блок-схема якого представлена на рис. 2, необхідно з визначення габаритних розмірів проектованої пружної системи заправки. Її розміри визначаються як її конструкцією, так і функціональним

призначенням.

Наступним етапом буде визначення координат закритих зон. Під цим терміном будемо мати на

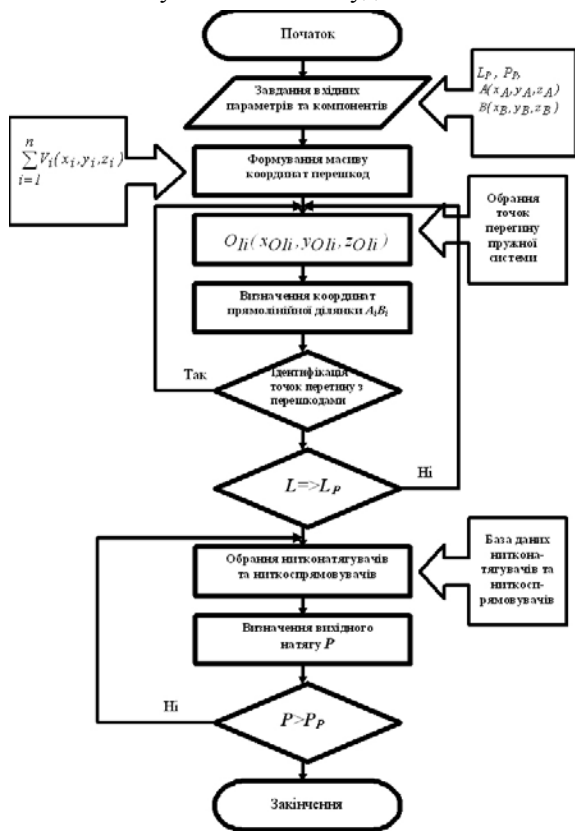


Рис. 2. Блок-схема алгоритму побудови форми пружної системи заправки

увазі ті ділянки, через які нитка не може проходити. Це різні елементи станини трикотажної машини, допоміжні механізми. До цих зон можна віднести ділянки загального простору робочої зони трикотажної машини, де необхідно забезпечити нормальні умови обслуговування трикотажної машини.

До вхідних даних, при розробці основ математичного та програмного забезпечення САПР форми пружної системи заправки трикотажних машин, необхідно віднести величину натягу нитки перед зоною в'язання, довжину нитки в зоні ниткоподачі, координати точок входу та виходу з робочої зони трикотажної машини.

При побудові форми пружної системи заправки трикотажних машин, на початковому етапі, приймаємо нульовий варіант, коли нитка після вихідного глазка А (після балону) не має точок перегину і потрапляє в точку В (зона в'язання). У випадку, коли пряма АВ перетинає закриті зони, програма обирає із сформованого масиву першу точку перегину. Після цього знову будується нова пряма, яка єднає останню точку з точкою виходу В. Знову виконується перевірочний розрахунок. Коли умова не виконується, обирається наступна точка перегину. Отримана форма пружної системи заправки трикотажних машин перевіряється на предмет заданої довжини нитки. Цю вимогу необхідно виконати для забезпечення необхідної жорсткості нитки при розтягненні.

Після формування пружної системи заправки обираються нитконапрямні та нитконатягувальні елементи системи ниткоподачі. Для цього використовуються підпрограми визначення вихідного натягу для нитконатягувачів.

Далі, згідно з наведеною блок-схемою (рис. 2), здійснюється перевірка отриманого значення

вихідного натягу в точці В з заданим. У випадку його підвищеного значення необхідно зменшити величину кута охоплення глазків нитконатягувача чи змінити форму пружної системи заправки трикотажної машини. Число нитконатягувачів в розрахунках приймалося рівним одному. Це пояснюється тим, що існуючі нитконатягувачі можуть змінити величину натягу в досить широких межах. На рис.3 представлена розрахункова схема для визначення кута охоплення для *i*-направляючої в точці перегину. Система рівнянь для його визначення має вигляд

$$\begin{aligned}
 O_{li}E_i &= z_{Oli} - z_{Bi}, \quad O_{li}K_i = z_{Oli} - z_{Ai}, \quad \beta_i = \beta_{1i} + \beta_{2i}, \quad \alpha_i = \alpha_{1i} + \alpha_{2i}, \quad \gamma_i = \alpha_i + \beta_i, \\
 E_iB_i &= \sqrt{(x_{Oli} - x_{Bi})^2 + (y_{Bi} - y_{Oli})^2}, \quad K_iA_i = \sqrt{(x_{Ai} - x_{Oli})^2 + (y_{Oli} - y_{Ai})^2}, \\
 O_{li}B_i &= \sqrt{(x_{Oli} - x_{Bi})^2 + (y_{Bi} - y_{Oli})^2 + (z_{Oli} - z_{Bi})^2}, \\
 O_{li}A_i &= \sqrt{(x_{Oli} - x_{Ai})^2 + (y_{Ai} - y_{Oli})^2 + (z_{Oli} - z_{Ai})^2}, \\
 O_{li}B_i &= \frac{R_i}{\sin \beta_{1i}} = \frac{O_{li}E_i}{\sin \beta_{2i}}, \quad O_{li}A_i = \frac{R_i}{\sin \alpha_{1i}} = \frac{O_{li}K_i}{\sin \alpha_{2i}}, \quad \alpha_{1i} = \arcsin\left(\frac{R_i}{O_{li}A_i}\right), \\
 \alpha_{2i} &= \arcsin\left(\frac{O_{li}K_i}{O_{li}A_i}\right), \quad \beta_{1i} = \arcsin\left(\frac{R_i}{O_{li}B_i}\right), \quad \beta_{2i} = \arcsin\left(\frac{O_{li}E_i}{O_{li}B_i}\right),
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$x_{Oli}, y_{Oli}, z_{Oli}$  – координати *i*-циліндричної напрямної;  $x_{Ai}, y_{Ai}, z_{Ai}$  – координати *i* – точки перегину;  $x_{Bi}, y_{Bi}, z_{Bi}$  – координати *i+1* – точки перегину;  $R_i$  – радіус *i*-циліндричної напрямної;  $\gamma_i$  – сумарний кут охоплення ниткою *i*-циліндричного ниткоспрямовувача.

Система (1) використовується для реалізації алгоритму при побудові точок перегину. Реалізація алгоритму дозволила удосконалити форму пружної системи заправки для трьох трикотажних машин. В таблицях позначення Д – відповідає результатам до удосконалення, а позначення П – після удосконалення форми пружної системи заправки.

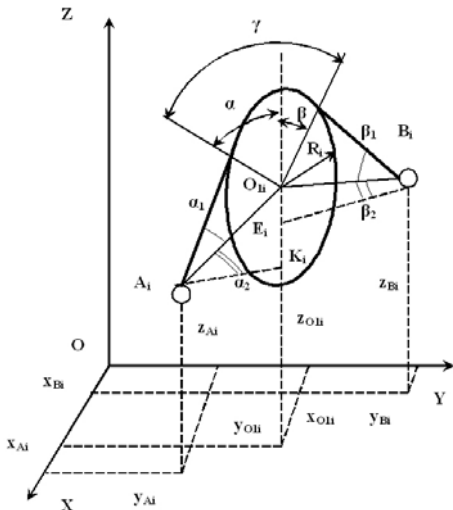


Рис. 3. Розрахункова схема

Кругло панчішний автомат 34 класу Dana-8 має 8 систем і використовується для виготовлення жіночих панчіх. Пружна система заправки круглопанчішного автомату складається з наступних ділянок: 1 – нитка з

бобіни проходить скрізь глазок Г1 і потрапляє в нитконатягувач Н з вантажними шайбами; 2 – після нитконатягувача Н потрапляє в глазок Г2; 3 – після направляючого глазка Г2 потрапляє в направляючий глазок Г3; 4 – після глазка Г3 потрапляє в нитковід НВ; 5 – після нитковіда НВ потрапляє в зону в'язання.

Глазок Г1 розташовується на вісі бобіни на відстані 240 мм від її нижньої основи. Нитконатягувач Н розташований нижче глазка Г1 на відстані 330 мм. Глазок Г2 знаходиться нижче вихідного отвору нитконатягувача Н на відстані 300 мм. Глазки Г2 та Г3 віддалені між собою на 70 мм. Глазок Г3 розташований на 35 мм нижче глазка Г2. Відстань між точкою

входу нитки в нитковід НВ та глазком Г3 становить 60 мм. Результати розрахунку зміни відносного натягу наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Зміна відносного натягу для круглопанчішного автомату 34 класу Dana-8**

Зона	Відносний натяг по зонам P/Po					
	Бавовняна пряжа, 27,6 текс		Вовняна пряжа, 29 текс		Віскозна пряжа, 28,8 текс	
	Д	П	Д	П	Д	П
В	1	1	1	1	1	1
Г1Н	1,35	1	1,16	1	1,28	1
НГ2	1,97	1,44	1,54	1,21	1,68	1,36
Г2Г3	2,59	1,73	1,98	1,46	2,31	1,55
Г3НВ	2,87	2,01	2,39	1,87	2,59	1,91
НВ	3,02	2,34	2,74	2,18	2,89	2,21

Кругло шарпетковий автомат НОР-18 має наступну структуру пружної системи заправки. Нитка з бобіни потрапляє у вхідний отвір пальцевого нитконатягувача Н1. Після пальцевого нитконатягувача Н1 потрапляє в стійковий нитконатягувач Н2. Скрізь глазок Г1 нитка потрапляє скрізь глазок Г2 в нитковід НВ.

Відстані відповідних ділянок між елементами пружної системи заправки дорівнювали: Н1Н2 – 205

мм; Н2Г1 – 280 мм; Г1Г2 – 275 мм; Г2НВ – 70 мм. Результати розрахунку зміни відносного натягу наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

**Зміна відносного натягу для круглошкарпеткового автомату НОР-18**

Зона	Відносний натяг по зонам Р/Ро					
	Бавовняна пряжа, 27,6 текс		Вовняна пряжа, 29 текс		Віскозна пряжа, 28,8 текс	
	Д	П	Д	П	Д	П
В	1	1	1	1	1	1
Н1Н2	1,75	1,26	1,43	1,19	1,55	1,22
Н2Г1	3,77		3,26		3,54	
Г1Г2	4,09	1,89	3,51	1,56	3,82	1,74
Г2НВ	4,53	2,22	3,89	1,93	4,06	2,01
НВ	5,12	2,61	4,54	2,37	4,91	2,47

Пружна система заправки двофонтурної в'язальної інтерлок машини ODVI виглядає наступним чином. Нитка скрізь спрямовувач П1 потрапляє в глазки Г1 та Г2. Огинаючи спрямовувач П2 скрізь отвір глазка Г3 потрапляє в спрямовувач П3. Після спрямовувача П3 нитка скрізь отвори глазків Г4 та Г5, нитковід НВ потрапляє в зону в'язання. Відстані відповідних ділянок між елементами пружної системи заправки дорівнювали: П1Г1 – 190 мм; Г1Г2 – 50 мм; Г2П2 – 75 мм; П2Г3 – 255 мм; Г3П3 – 230 мм; П3Г4 – 645 мм; Г4Г5 – 65 мм. Результати розрахунку зміни відносного натягу наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

**Зміна відносного натягу для двофонтурної в'язальної інтерлок машини ODVI**

Зона	Відносний натяг по зонам Р/Ро					
	Бавовняна пряжа, 27,6 текс		Вовняна пряжа, 29 текс		Віскозна пряжа, 28,8 текс	
	Д	П	Д	П	Д	П
В	1	1	1	1	1	1
П1Г1	1,32	1,30	1,25	1,19	1,27	1,26
Г1Г2	1,41		1,34		1,34	
Г2П2	1,48		1,37		1,39	
П2Г3	1,97	1,68	1,59	1,37	1,72	1,49
Г3П3	2,47	2,32	2,01	2,23	2,27	2,27
П3Г4	2,93		2,60		2,77	
Г4Г5	3,05	2,42	2,82	2,35	2,89	2,39
Г5НВ	3,48	2,71	3,21	2,55	3,32	2,63

**Висновки**

Визначені вхідні дані для проектування, до яких необхідно віднести величину натягу нитки перед зоною в'язання, довжину нитки в зоні ниткоподачі, координати точок входу та виходу з робочої зони трикотажної машини. Розроблено алгоритм та відповідне програмне забезпечення для побудови форми ниткотракту пружної системи заправки круглов'язальних трикотажних машин на основі мінімізації натягу в робочій зоні. Для трьох типів круглов'язальних трикотажних машин отримані значення зміни відносного натягу бавовняної 27,6 текс, вовняної 29 текс та віскозної 28,8 текс пряжі по конструктивним зонам до та після модернізації.

**Література**

1. Щербань В.Ю. Механіка нити / В.Ю. Щербань, О.Н. Хомяк, Ю.Ю. Щербань. – К. : Бібліотека офіційних видань, 2002. – 196 с.
2. Щербань В.Ю. Оптимізація процесу взаємодії нитки з напрямними з урахуванням анізотропії фрикційних властивостей / В.Ю. Щербань, М.І. Шолудько, О.З. Колиско, В.Ю. Калашник // Вісник ХНУ. – 2015. – № 3. – С. 30–33.

Рецензія/Peer review : 26.12.2016 р.

Надрукована/Printed :4.2.2017 р.

Рецензент : д.т.н., професор В.Г. Здоренко