

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ МЕХАНІЗМУ ПРОГРАМНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ ГОЛКИ АБО ГУДЗИКА ЦИКЛОВИХ ШВЕЙНИХ НАПІВАВТОМАТІВ**

Б.В. Орловський, Г.В. Кошель

Київський національний університет технологій та дизайну. м. Київ

*Виконано дослідження точності позиціонування голки механізму поперечного переміщення з метою вдосконалення циклових механізмів у сучасних швейних напівавтоматах та з можливістю їх застосування в швейних напівавтоматах з електронним керуванням виконавчими механізмами.*

В циклових швейних напівавтоматах з гудзикотримачем пришивання гудзиків на одязі відбувається на одному з двох можливих структурних будов напівавтоматів. Або голка програмно переміщується на відстань між центрами отворів у гудзику від багатокрокового (кроково-ступеневого) кулачка-програмоносія, або гудзик програмно переміщується від такого ж кулачка-програмоносія відносно голки яка не має функціональної групи поперечного переміщення механізму голки [1,2,3].

### ***Об'єкти та методи дослідження***

Об'єктом дослідження є типові механізми поперечного переміщення голки або гудзикотримача циклових швейних напівавтоматів. Для виконання технологічної операції пришивання гудзиків та іншої фурнітури на швейних циклових напівавтоматах необхідно робочому органу задавати переміщення на задану величину з потрібною точністю позиціонування в крайніх положеннях. При вирішенні задач, що поставлені у цій роботі, був використаний диференційний метод визначення похибки функції положення важільного механізму за первинними похибками, що впливають з допусків на довжини ланок механізму.

### ***Постановка завдання***

Швейні машини-напівавтомати виконують пришивання гудзиків різноманітних типів завдяки можливості регулювання ширини стібка та кількості стібків, при цьому передбачена автоматична подача гудзиків [4]. Для керування виконавчими механізмами використовують багатокрокові та кроково-ступеневі кулачки-програмоносії, де кожна фаза-крок або фаза-ступень є окремим кулачковим механізмом з коромислово-роліковим штовхачем і вищою (IV класу) кінематичною парою [5], або здійснюється електронне керування [6]. В сучасних швейних напівавтоматах ведуча ланка механізму отримує рух від крокових двигунів з мікропроцесорної системи керування, що дозволяє спростити схему механізму, та забезпечити заданий рух робочого органа плоским передаточним важільним механізмом. Враховуючи тенденції розвитку автоматизації процесів швейного виробництва, різноманітність асортименту, що пришивається, підвищення швидкості роботи напівавтомату, сучасних вимог до якості виконання технологічної операції виникає необхідність вдосконалення швейного обладнання з метою можливості використовувати існуючі механізми на більш швидкісних режимах роботи технологічного обладнання, розширити функціональні можливості напівавтоматів з підвищенням точності положення робочого органу машини відносно отворів фурнітури.

### ***Результати та їх обговорення***

При пришиванні фурнітури слід враховувати особливість виконання технологічної операції, а саме, отвір гудзика при заповненні нитками значно зменшується і на останніх проколах збільшується складність виконання заколу, тому до положення голки відносно отворів гудзика висуваються жорсткі вимоги. Технологічний процес позиціонування голки вважається виконаним задовільно у випадку, коли дійсна похибка позиціонування робочого органу не перевищує максимальної межі для всього діапазону можливих регулювань. Це накладає

певні обмеження та висуває жорсткі вимоги щодо точності положення механізмів, які забезпечують позиціонування голки відносно отворів гудзика (або позиціонування фурнітуротримача відносно положення голки).

Одним з шляхів вдосконалення існуючого швейного обладнання є відмова від просторих механізмів та заміна їх плоскими механізмами з індивідуальним кроковим приводом та електронним керуванням виконавчими механізмами. Це стосується, насамперед, механізмів переміщення матеріалу і механізмів поперечного переміщення голки. А механізми вертикальних переміщень голки, човника (петельника/петельників) і ниткопритягувача залишаються класичними із системою керування типу розподільний вал. В першому випадку слід враховувати необхідність зменшення похибки положення робочого органу як від погрішностей на розміри ланок передаточного механізму, так і від погрішності на кут повороту крокового двигуна, а у другому випадку слід враховувати необхідність зменшення похибки положення робочого органу тільки від погрішностей на розміри ланок передаточного механізму.

Похибкою положення механізму прийнято вважати різницю між положенням ведених ланок дійсного та ідеального механізму при однаковому положенні ведучих ланок. Функція положення веденої ланки механізму  $\theta$  пов'язане з розмірами усіх ланок та положенням ведучих ланок, тобто є функцією ряду конструктивних незалежних змінних (незалежних параметрів  $q_i$ ) [7]:

$$\theta = \varphi(q_1, q_2, q_3, \dots, q_n), \quad (1)$$

У дійсного механізму незалежні параметри  $q_k$  будуть відрізнятися від відповідних незалежних параметрів ідеального механізму  $q_{k0}$  на величину первинної похибки  $\Delta q_k$ . Значення первинних похибок  $\Delta q_k$  невеликі по відношенню до величин параметрів ідеального механізму та регламентуються допусками на розміри ланок механізму. У загальному випадку для дійсного механізму отримаємо:

$$\theta = \varphi(q_1, q_2, q_3, \dots, q_n) = \varphi([q_{10} + \Delta q_1], [q_{20} + \Delta q_2], [q_{30} + \Delta q_3], \dots, [q_{n0} + \Delta q_n]) \quad (2)$$

Положення веденої ланки визначається сумою (згідно з [5]):

1) характеристики положення веденої ланки для механізму, який має рівняння положення дійсного механізму, але розміри ланок розрахункового механізму ( $\varphi(q_{10}, q_{20}, q_{30}, \dots, q_{n0})$ );

2) добутку первинних похибок на частинну похідну переміщення веденої ланки (за рівнянням дійсного механізму), що узятя по незалежному параметру для механізму,  $\left( \left( \frac{\partial \varphi}{\partial q_n} \right)_0 \Delta q_k = \Delta \theta_k \right)$ .

Як правило, величини первинних похибок  $\Delta q_k$  на розміри ланок механізму малі по відношенню до розмірів ланок ідеального механізму  $q_{k0}$  та вкладаються у поле допусків на їх розміри. Це дозволяє вираз (2) розкласти в ряд Тейлора з урахуванням двох перших членів розкладу:

$$\theta \approx \varphi(q_{10}, q_{20}, q_{30}, \dots, q_{n0}) + \sum_1^n \left( \frac{\partial \varphi}{\partial q_k} \right)_0 \Delta q_k. \quad (3)$$

При допустимих відхиленнях незалежних параметрів дійсного механізму від незалежних параметрів ідеального механізму функція положення зберігає свій вигляд, тобто  $\varphi = \varphi_0$ :

$$\Delta \theta = \sum_{k=1}^n \left( \frac{\partial \varphi}{\partial q_k} \right)_0 \cdot \Delta q_k = \sum_{k=1}^n \Delta \theta_k. \quad (4)$$

Виконаємо розрахунки для плоскої частини реального механізму поперечного переміщення голки 727 кл ПМЗ (Росія), що складається з ведучої ланки 2 та групи Ассура II класу II порядку 1 виду (рис. 1).

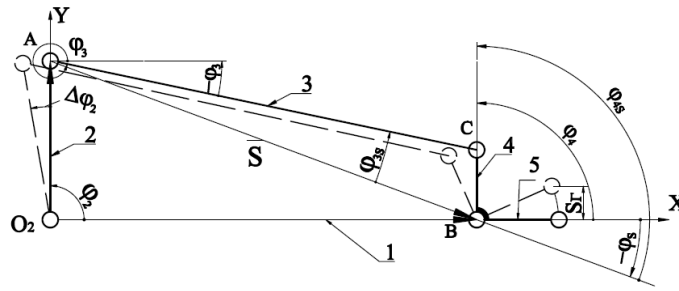


Рис.1. Розрахункова схема механізму поперечного переміщення голки

Функція положення голки залежить від таких незалежних параметрів  $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, \varphi_2$  та визначається виразами:

$$S_{max} = \Delta\varphi_{4min} \cdot \left(\frac{\pi}{180^\circ}\right) \cdot l_5; \quad (5)$$

$$S_{min} = \Delta\varphi_{4min} \cdot \left(\frac{\pi}{180^\circ}\right) \cdot l_5, \quad (6)$$

де  $\Delta\varphi_{4max}, \Delta\varphi_{4min}$  - похибка положення, яка визначається як сума усіх окремих похибок, викликаних допусками на розміри ланок з урахуванням, відповідно, верхньої та нижньої їх межі, град;

$l_5$  – довжина коромисла 5, мм.

Для розрахунку на точність механізму поперечного переміщення голки використовуємо структурні параметри плоскої частини реального механізму поперечного переміщення голки 727кл. ПМЗ (Росія). Дослідження проводилось для шести миттєвих положень механізму, за початкове положення приймаємо положення при якому ведуча куліса 2 розташована під кутом  $\varphi_2=91,5^\circ$  до вісі  $O_2X$ .

Функція положення механізму поперечного переміщення голки  $\psi_1$  визначається структурою та розмірами ланок механізму:

$$\psi_1 = \arccos\left(\frac{l_3^2 + l_4^2 - l_1^2 - l_2^2 + 2l_1l_2 \cos \varphi_2}{2l_4\sqrt{l_1^2 + l_2^2 - 2l_1l_2 \cos \varphi_2}}\right) + \arctg\left(\frac{-l_2 \sin \varphi_2}{-l_2 \cos \varphi_2 + l_1}\right). \quad (7)$$

Таким чином похибка положення коромисла голководія 4:

$$\theta_{\varphi_4} = \sum_{k=1}^4 \Delta\theta_k = \left(\frac{\partial\psi_1}{\partial l_1}\right)_0 \Delta l_1 + \left(\frac{\partial\psi_1}{\partial l_2}\right)_0 \Delta l_2 + \left(\frac{\partial\psi_1}{\partial l_3}\right)_0 \Delta l_3 + \left(\frac{\partial\psi_1}{\partial l_4}\right)_0 \Delta l_4. \quad (8)$$

Визначаємо часткові похідні від функції положення механізму по незалежним параметрам – заданим довжинам ланок 1,2,3,4 на рис.1:

$$\frac{\partial\psi_1}{\partial l_1} = \frac{1}{2-C^2} - \frac{A}{B}; \quad (9)$$

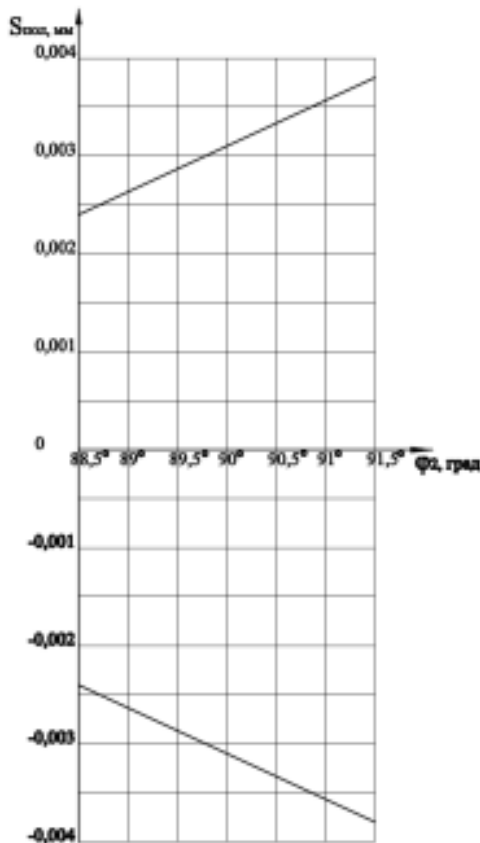
$$\frac{\partial\psi_1}{\partial l_2} = \frac{1}{(1+C^2) \cdot \arctg \varphi_2} - \frac{A}{B}; \quad (10)$$

$$\frac{\partial\psi_1}{\partial l_3} = \frac{1}{1-C^2} - \frac{2l_3}{B}; \quad (11)$$

$$\frac{\partial \psi_1}{\partial l_4} = \frac{1}{1-C^2} - \frac{2l_4}{B}, \quad (12)$$

$$\text{де } A = 2\sqrt{l_1^2 + l_2^2 - 2l_1l_2 \cos \varphi_2}; \quad B = \sqrt{1 - \left( \frac{l_3^2 + l_4^2 - l_1^2 - l_2^2 + 2l_1l_2}{2l_4\sqrt{l_1^2 + l_2^2 - 2l_1l_2 \cos \varphi_2}} \right)^2}; \quad C = \frac{l_2 \sin \varphi_2}{l_1 - l_2 \cos \varphi_2}.$$

Після підстановки значень (9)...(12), довжин ланок  $l_1, l_2, l_3, l_4$  і відхилень на їх розміри  $\Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3, \Delta l_4$  у вираз (8) для двох-трьох різних кутів  $\varphi_2$  повороту ведучої ланки 2 отримаємо функції



положення ідеального і реального механізмів в двох-трьох точках, по різниці ординат в яких можна зробити висновок про точність механізму.

**Рис. 2.** Залежність похибки положення голки від точності на виготовлення ланок механізму

Значення первинних похибок  $\Delta q_n$  для ланок механізму поперечного переміщення голки, як було прийнято вище, повинні вкладатися в поле допусків на їхні геометричні розміри та розподілятися по закону Гаусса (симетрично розташованими відносно номінального значення).

В сучасному швейному машинобудуванні допуски на довжини ланок, а також відстань між опорними стійками беруться у вигляді симетричного допуску за 7-мим квалітетом ( $\pm IT7/2$ ) [4]. Згідно з результатами розрахунку на точність побудовані графічні залежності похибки положення  $S_{голк}$  механізму від точності на виготовлення ланок для різних кутів  $\varphi_2$  повороту ланки 2 (рис. 2). Отримані значення похибки положення дозволяють стверджувати про те, що найбільша похибка положення механізму  $S_{голк} = \pm 0,0038$

виникає при максимальному куті  $\varphi_2 = 91,5^\circ$  повороту ведучої куліси 2, але вона вкладається в поле допусків на геометричні розміри ланок. Таким чином розрахунок на точність механізму поперечного переміщення голки довів можливість застосування плоскої частини реального механізму поперечного переміщення голки в сучасних умовах, застосувавши замість просторової частини «квазі-механізму», електронне керування виконавчими механізмами.

### Висновки.

Проведені дослідження точності позиціонування робочого органу механізму з метою вдосконалення механізмів поперечного переміщення голки у сучасних швейних напівавтоматах з можливістю їх застосування з електронним керуванням виконавчими механізмами. Їх аналіз, надає можливість стверджувати про доцільність вдосконалення існуючих механізмів з метою спрощення схеми механізму, забезпечення заданого руху робочому органу плоским механізмом, використання існуючого механізму на більш швидкісних режимах роботи технологічного обладнання та розширення функціональних можливостей напівавтоматів з підвищенням точності [9] положення робочого органу машини відносно отворів фурнітури.

Література

1. Пищиков В.О., Орловський Б.В. Синтез багатокрокових кулачкових програмоносіїв швейних машин-напівавтоматів.-Вісник КНУТД, №5 (т.2),2010, с. 107-114.
- 2.Пищиков В.О., Орловський Б.В. Особливості проектування багатокрокових кулачкових програмоносіїв швейних машин-напівавтоматів.-Вісник КНУТД, №3, 2011, с.16-21.
3. Пищиков В.О., Орловський Б.В. Кінематичне дослідження програмоносіїв швейних машин-напівавтоматів.– К.: Вісник КНУТД, №4, 2011, с.48-54.
- 4.Интернет сайт фірм Juki, Siruba, Durkoop-Adler – режим доступу [www.juki.com](http://www.juki.com), [www.siruba.com](http://www.siruba.com), [www.durkoop-adler.com](http://www.durkoop-adler.com).
5. Пищиков В.О., Орловський Б.В. Проектування швейних машин: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів.-Київ: Видавничо-поліграфічний дім «Формат» , 2007. - 320 с.
6. Орловський Б.В. Роботизация швейного производства – К.: Техніка, 1986.-159с.
7. Архипов Н. Н. Основы конструирования и расчёта типовых машин и аппаратов лёгкой промышленности /Н. Н. Архипов, П. С. Карпачев, и др. под ред. проф. М. М. Майзеля. – М.: Машгиз, 1963. – 599 с.
8. Артоболевский И. И. Теория механизмов / Артоболевский И. И. - М.: «Наука», 1965. – 776 с.
9. Сторожев В.В. Машины и аппараты лёгкой промышленности.-М.: Академия, 2010.-400 с.