

УДК 677.055

ДВОРЖАК В. М., МАНОЙЛЕНКО О. П.,
КРИКУН С. С., КЛІННІКОВ А. В.

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ВІДТВОРЕННЯ ФУНКЦІЇ ПОЛОЖЕННЯ МЕХАНІЗМОМ ТРЕТЬОГО КЛАСУ ДЛЯ КОЛИВАЛЬНОГО РУХУ ВУШКОВИХ ГОЛОК ОСНОВОВ'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ

Мета. Вдосконалення методів розрахунку та дослідження цільових механізмів машин для індустрії моди з використанням прикладних CAD-програм.

Методика. Використані апарат векторної алгебри; метод векторного перетворення координат для кінематичного розрахунку плоских механізмів зі структурними групами третього класу; аналітичний метод диференціювання для визначення похибки положення механізму третього класу з оберतालними кінематичними парами.

Результати. Отримані розрахункові вирази для визначення функції положення вушкових голок, визначені первинні похибки механізму, а також похибки положення, викликані безпосередньо первинними похибками механізму вушкових голок основов'язальної машини, який побудований на базі багатоланкового плоского механізму зі структурними групами 3-го класу 3-го порядку з оберतालними кінематичними парами, у функції кута повороту ведучого кривошипа. Визначені граничні значення похибок положення $\Delta_{\max}$ та $\Delta_{\min}$ гребінки з вушковими голками у проекціях на осі координат та за абсолютною величиною.

Наукова новизна. Виконаний порівняльний аналіз точності відтворення функції положення синтезованим шестиланковим механізмом третього класу та базовим восьмиланковим механізмом другого класу основов'язальної машини, у результаті якого встановлено, що синтезований механізм точніше відтворює функцію положення, ніж базовий механізм.

Практична значимість. Запропонований порядок розрахунку на точність синтезованого шестиланкового механізму 3-го класу з оберतालними кінематичними парами диференціальним методом для автоматизованого комп'ютерного розрахунку в CAD-програмах. Створені програмні блоки для автоматизованого комп'ютерного розрахунку на точність в Mathcad. Отримані результати можуть бути використані для моделювання, розрахунку та конструювання багатоланкових плоских механізмів зі структурними групами 3-го класу 3-го порядку з оберतालними кінематичними парами та подібних цільових важільних механізмів вищих класів машин для індустрії моди.

Ключові слова: основов'язальна машина; точність механізму; механізм 3-го класу; механізм вушкових голок.

Вступ. Одним з факторів, який визначає якість готової продукції, є точність її виробництва. Аналізування причин виникнення похибок виробництва дозволяє встановити допуск на ці похибки. На точність виготовлення трикотажних виробів безпосередньо впливає точність виготовлення цільових механізмів технологічних машин [1]. Характерною особливістю цільових механізмів основов'язальних машин є забезпечення доволі незначних переміщень робочим органам за складними законами руху із зупинками під час процесу петлетворення, які реалізуються багатоланковими шарнірно-важільними механізмами. Розрахунок на точність таких механізмів має впливати з умови забезпечення потрібного технологічного допуску на здійснення процесу петлетворення, тобто для забезпечення одночасного руху всіх робочих органів від цільових механізмів, які працюють у паралельній схемі [2].

Рациональний розподіл первинних похибок ланок цільових механізмів дозволить знизити витрати на дизайн та виробництво основов'язальних машин і в кінцевому випадку витрати на виготовлення основов'язаних полотен.

Постановка завдання. Дослідженню точності механізмів присвячено багато робіт, зокрема роботи Н. Г. Бруєвича [3, 4], Н. А. Калашникова [5], В. І. Сергєєва [6],

Н. Е. Кобринського [7], В. В. Сторожева [8, 9, 10], Ж. Усенбекова [11] та інших науковців. Розрахунок на точність виконують на всіх етапах створення машин, починаючи з проєктування і завершуючи випробовуванням дослідних зразків. При проведенні розрахунку на точність важливого механізму визначають або похибку веденої ланки за допустимими похибками його ланок, або розподілення за ланками заданої сумарної похибки веденої ланки. У зв'язку з чим, виділяють дві задачі аналізу точності: пряму, коли за заданими геометричними похибками визначають функції положення, і обернену, коли за заданою точністю відтвореної функції положення визначають допустимі відхилення розмірів ланок [1].

З практики відомо, що всі розміри ланок механізмів мають деякі відхилення від заданих розмірів. Це пов'язують з похибками виготовлення, складання, монтажу деталей та складальних одиниць, з пружними, температурними та іншими видами деформацій деталей, з похибками вимірювання тощо [1, 8, 9].

У цій роботі дослідимо точність механізму третього класу для коливального руху вушкових голок (рис. 1), метричні параметри якого були визначені в роботі [12]. У цьому механізмі розміри ланок відрізняються від номінальних розмірів і ця різниця складає так звану геометричну похибку, тобто визначає первинні похибки. Прийmemo такі допущення, що первинні похибки та похибки механізму є малими; первинні похибки є незалежними. Для аналізування точності механізму визначимо похибку положення, яка є різницею між положеннями точного (ідеального) і неточного (реального) механізмів.

Первинні похибки задаємо у вигляді допустимих відхилень розмірів ланок механізму. Похибки механізму визначимо аналітичним методом диференціювання, який полягає в складанні математичних моделей функцій положення та в диференціюванні їх в частинних похідних за незалежними параметрами механізму [1]. Використовуючи математичні моделі функцій положення механізму, які отримані в роботі [12], визначимо частинні похідні від функцій положення та самі похибки положення. З метою автоматизації розрахунків останні виконаємо в програмі Mathcad. Для оцінювання отриманих результатів розрахунку порівняємо їх з результатами, отриманими в роботі [13] для плоского восьмиланкового механізму коливального руху вушкових голок основ'язальної машини ОВ-7.

Результати дослідження. Положення веденої ланки механізму ρ функціонально пов'язане з розмірами всіх ланок та положенням ведучих ланок і є функцією цілого ряду незалежних змінних (незалежних параметрів r_i):

$$\rho = \varphi(r_1, r_2, r_3, \dots, r_n). \quad (1)$$

Характер функції φ визначається структурою та розмірами механізму.
Для ідеального механізму:

$$\rho = \varphi(r_1, r_2, r_3, \dots, r_n). \quad (2)$$

У дійсного механізму незалежні параметри r_n будуть відрізнятися від відповідних незалежних параметрів ідеального механізму r_{n0} на величину первинної похибки Δr_n :

$$\rho = \varphi(r_1, r_2, r_3, \dots, r_n) = \varphi([r_{10} + \Delta r_1], [r_{20} + \Delta r_2], [r_{30} + \Delta r_3], \dots, [r_{n0} + \Delta r_n]). \quad (3)$$

Для геометричних розмірів ланок механізму значення первинних похибок Δr_n повинні вкладатися в поле допусків. Це дозволяє вираз (3) розкласти в ряд Тейлора з урахуванням двох перших членів розкладу ряду [13]:

$$\rho \approx \varphi(r_{10}, r_{20}, r_{30}, \dots, r_{n0}) + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \varphi}{\partial r_i} \right)_0 \Delta r_i, \quad (4)$$

де $\varphi(r_{10}, r_{20}, r_{30}, \dots, r_{n0})$ – функція положення веденої ланки для механізму, що має рівняння дійсного механізму, але розміри ланок ідеального механізму;

$$\left(\frac{\partial \varphi}{\partial r_i} \right)_0 \Delta r_i = \Delta \rho_i \quad \text{– похибка механізму, яка викликана безпосередньо однією}$$

первинною похибкою та визначається добутком первинної похибки на частинну похідну від функції переміщення веденої ланки – коромисла 5 з робочою точкою P_8 (рис. 1) (згідно з рівнянням реального механізму), що взята по незалежному параметру для механізму, що розраховується. Кількість частинних похідних є такою, якою є кількість незалежних параметрів n у механізмі.

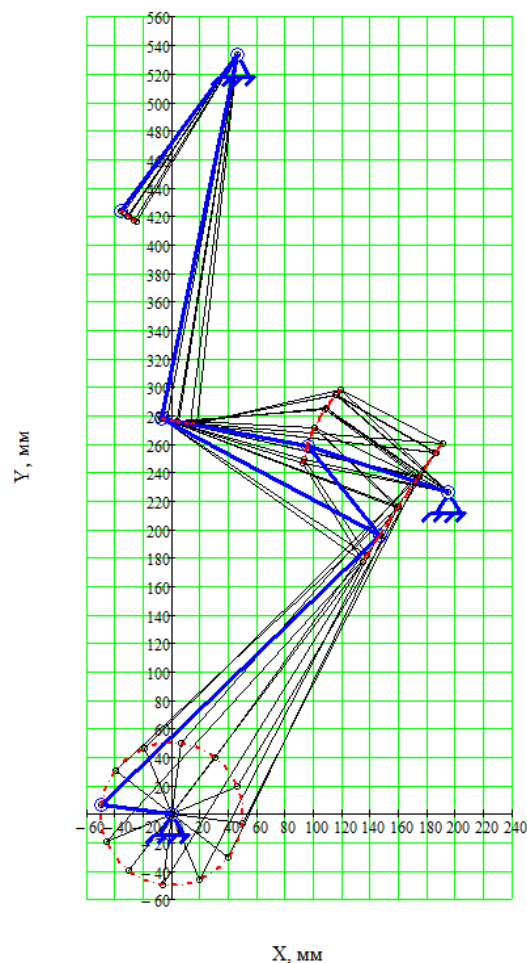
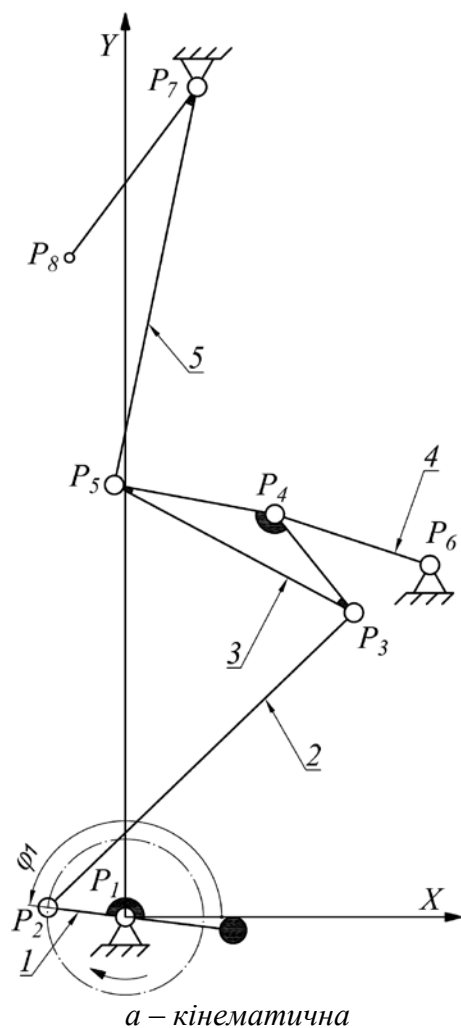


Рис. 1. Схеми шестиланкового плоского механізму зі структурними групами 3-го класу 3-го порядку за Ассуром для коливання вушкових голок основ'язальної машини

Похибку положення механізму в загальному вигляді визначатимемо за виразом [13]:

$$\Delta = \rho - \rho_0 = \Delta \rho = \varphi(r_{10}, r_{20}, r_{30}, \dots, r_{n0}) - \varphi_0(r_{10}, r_{20}, r_{30}, \dots, r_{n0}) + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \varphi}{\partial r_i} \right)_0 \Delta r_i. \quad (5)$$

Оскільки функція положення механізму зберігає вигляд при допустимому відхиленні незалежних параметрів реального механізму від відповідних незалежних параметрів ідеального механізму [13], то $\varphi = \varphi_0$ і рівність (5) можна записати таким чином:

$$\Delta = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \varphi}{\partial r_i} \right)_0 \Delta r_i = \sum_{i=1}^n \Delta r_i. \quad (6)$$

Для плоского шестиланкового механізму третього класу функція положення робочої точки P_8 (рис. 1) – вушка вушкової голки, залежить від кута повороту ведучого кривошипа φ_1 та 13 незалежних параметрів $l_{1-2}, l_{2-3}, l_{3-4}, l_{4-5}, l_{3-5}, l_{4-6}, l_{5-7}, l_{7-8}, U_{5-7-8}, X_6, Y_6, X_7, Y_7$ та описується виразом [12]:

$$P_8(u) = \begin{bmatrix} P_{7x} \\ P_{7y} \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} P_{7-5}(u)_x \cdot \cos(U_{5-7-8}) - P_{7-5}(u)_y \cdot \sin(U_{5-7-8}) \\ P_{7-5}(u)_x \cdot \sin(U_{5-7-8}) + P_{7-5}(u)_y \cdot \cos(U_{5-7-8}) \\ 0 \end{bmatrix} \cdot \frac{l_{7-8}}{l_{7-5}}, \quad (7)$$

де $u = (\varphi_1, l_{1-2}, l_{2-3}, l_{3-4}, l_{4-5}, l_{3-5}, l_{4-6}, l_{5-7}, l_{7-8}, U_{5-7-8}, X_6, Y_6, X_7, Y_7)$.

Вектор коромисла P_{7-5} визначаємо з виразів:

$$P_{7-5}(u) = \begin{bmatrix} l_{1-2} \cdot \cos(u) + l_{2-3} \cdot \cos(\varphi_{2-3}(u)) \\ l_{1-2} \cdot \sin(u) + l_{2-3} \cdot \sin(\varphi_{2-3}(u)) \\ 0 \end{bmatrix} + P_{3-5}(u) - P_7; \quad (8)$$

$$P_{3-5}(u) = \begin{bmatrix} l_{3-4} \cdot \cos(\varphi_{3-4}(u)) \cdot (\cos(U_{4-3-5}) - \sin(U_{4-3-5})) \\ l_{3-4} \cdot \sin(\varphi_{3-4}(u)) \cdot (\sin(U_{4-3-5}) + \cos(U_{4-3-5})) \\ 0 \end{bmatrix} \cdot \frac{l_{3-5}}{l_{3-4}}, \quad (9)$$

де φ_{2-3} та φ_{3-4} – кути відповідних ланок: шатуна 2 та шатуна 3, які визначаються в роботі [12] методом чисельного розв'язку системи векторних рівнянь замкнутості векторних контурів за кінематичною схемою механізму;

U_{4-3-5} – кут, який визначає взаємне розміщення плеч шатуна 3: 3_4 та 3_5 .

Отже, використовуючи вираз (6), складемо вираз для визначення похибки положення вушкової голки механізму:

$$\begin{aligned} \Delta = \sum_{i=1}^{13} \Delta \rho_i = & \left(\frac{\partial P_8(u)}{\partial l_{1-2}} \right)_0 \Delta l_{1-2} + \left(\frac{\partial P_8(u)}{\partial l_{2-3}} \right)_0 \Delta l_{2-3} + \left(\frac{\partial P_8(u)}{\partial l_{3-4}} \right)_0 \Delta l_{3-4} + \left(\frac{\partial P_8(u)}{\partial l_{4-5}} \right)_0 \Delta l_{4-5} + \\ & + \left(\frac{\partial P_8(u)}{\partial l_{3-5}} \right)_0 \Delta l_{3-5} + \left(\frac{\partial P_8(u)}{\partial l_{4-6}} \right)_0 \Delta l_{4-6} + \left(\frac{\partial P_8(u)}{\partial l_{5-7}} \right)_0 \Delta l_{5-7} + \left(\frac{\partial P_8(u)}{\partial l_{7-8}} \right)_0 \Delta l_{7-8} + \\ & + \left(\frac{\partial P_8(u)}{\partial U_{5-7-8}} \right)_0 \Delta U_{5-7-8} + \left(\frac{\partial P_8(u)}{\partial X_6} \right)_0 \Delta X_6 + \left(\frac{\partial P_8(u)}{\partial Y_6} \right)_0 \Delta Y_6 + \left(\frac{\partial P_8(u)}{\partial X_7} \right)_0 \Delta X_7 + \left(\frac{\partial P_8(u)}{\partial Y_7} \right)_0 \Delta Y_7. \end{aligned} \quad (10)$$

Значення первинних похибок геометричних параметрів механізму були визначені за симетричним допуском 7-го квалітету ($\pm IT7/2$) [14]. Допуск кута U_{4-3-5} установки гребінки при відстані $l_{7-8} = 136,8$ мм між віссю колювання вала з гребінкою та вушка вушкової голки

прийнятий таким, що дорівнює $\Delta U_{4_3_5} = \pm 30''$. При дослідженні механізму на точність за початкове положення головного вала взяте таке, при якому починається рух вперед гребінок з вушковими голками після завершення зупинення за спинками крючкових голок (початковий кут ведучого кривошипа становить $\varphi_0 = 173^\circ$). Значення вхідних параметрів механізму разом зі значеннями первинних похибок представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Вхідні значення геометричних параметрів та первинних похибок механізму

Параметри механізму		Первинні похибки	
Позначення	Значення, мм	Позначення	Значення, мкм
l_{1_2}	50	Δl_{1_2}	± 12
l_{2_3}	272,5	Δl_{2_3}	± 26
l_{3_4}	81	Δl_{3_4}	± 17
l_{4_5}	104,5	Δl_{4_5}	± 17
l_{3_5}	174	Δl_{3_5}	± 20
l_{4_6}	104,5	Δl_{4_6}	± 17
l_{5_7}	261	Δl_{5_7}	± 26
l_{7_8}	136,8	Δl_{7_8}	± 20
$U_{5_7_8}$	-25°	$\Delta U_{5_7_8}$	$\pm 1/120^\circ$
X_6	195	ΔX_6	± 23
Y_6	226	ΔY_6	± 23
X_7	46	ΔX_7	± 12
Y_7	533	ΔY_7	± 35

За результатами розрахунку отримані значення похибок $\Delta \rho_i$ положення механізму, що викликані безпосередньо кожною з первинних похибок, та значення похибки положення Δ у функції кута повороту ведучого кривошипа за 13-ма незалежними параметрами, а також граничні значення похибок положення $\Delta_{\max}$ та $\Delta_{\min}$ гребінки з вушковими голками у проекціях на осі координат та за абсолютною величиною (рис. 2, рис. 3).

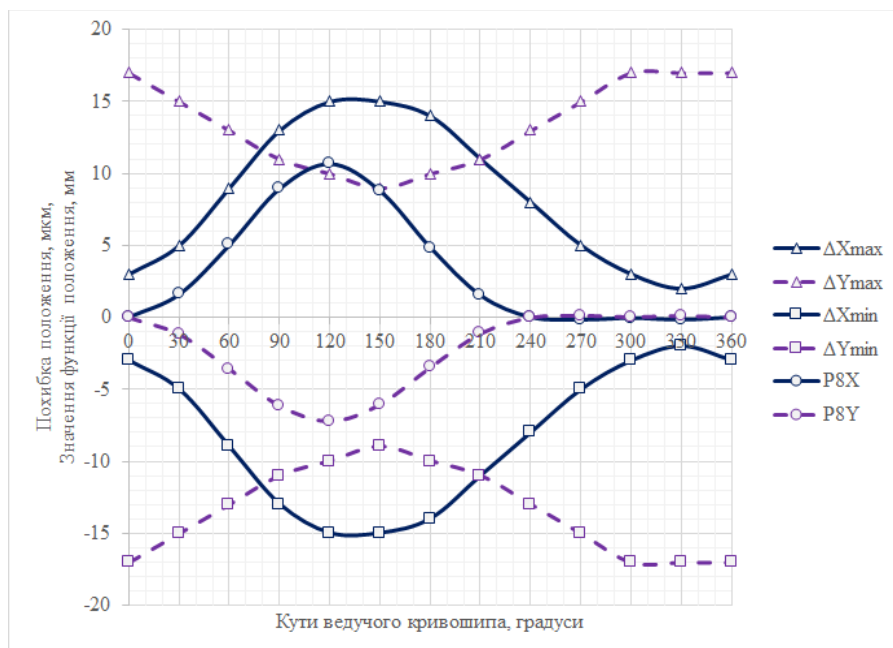


Рис. 2. Графіки значень похибки положення механізму в проекціях на координатні осі, суміщені з функцією положення робочої точки P8 в проекціях на координатні осі

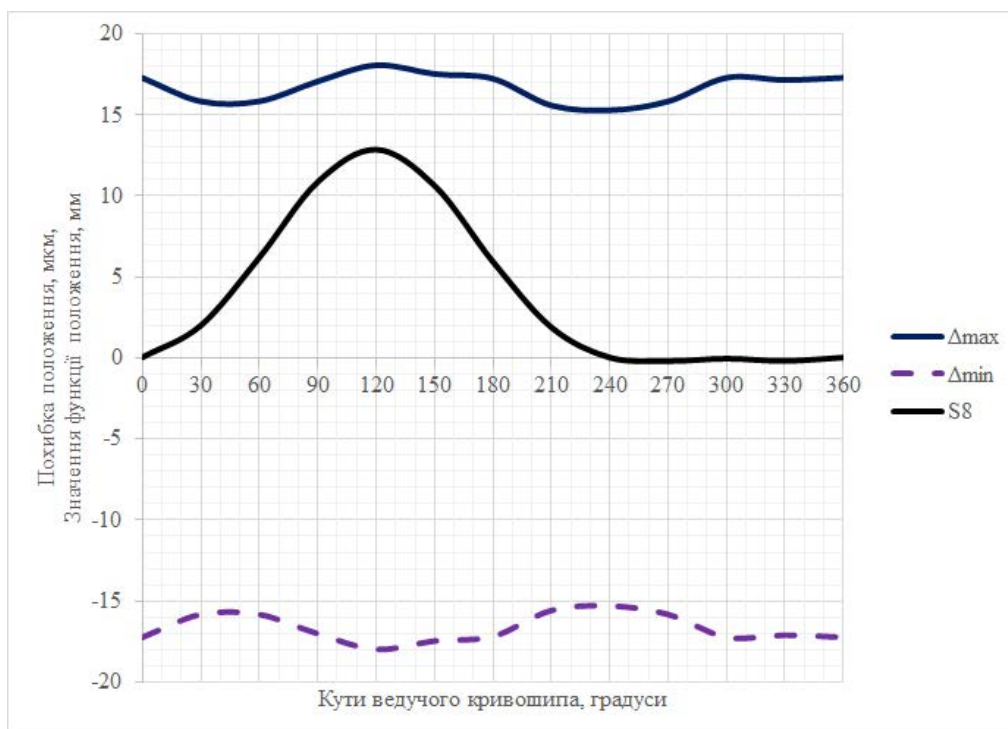


Рис. 3. Графіки абсолютних граничних значень похибки положення механізму, суміщені з функцією переміщення робочої точки S_8

Аналіз отриманих результатів показав, що найбільша похибка положення складає $\Delta \approx \pm 18$ мкм. Це відбувається на етапі прокладання ниток основи, коли вушкові голки здійснюють зсув перед крючковими голками. При цьому, отримане максимальне значення похибки положення більше ніж у 3 рази менше, ніж у роботі [13]. Отже, можна вважати, що синтезований шестиланковий механізм на базі механізму третього класу точніше відтворює закон руху робочих органів ніж восьмиланковий механізм базової основов'язальної машини ОВ-7.

Висновки. Визначені первинні похибки плоского шестиланкового механізму 3-го класу для коливання вушкових голок основов'язальної машини. Визначені значення похибок положення механізму, що викликані безпосередньо кожною з первинних похибок, та значення похибки положення у функції кута повороту ведучого кривошипа за диференціальним методом з використанням програми Mathcad. На основі аналізу отриманих результатів зроблений висновок про те, що закон руху робочих органів синтезованого шестиланкового механізму третього класу реалізується у три рази точніше ніж закон руху восьмиланкового механізму базової основов'язальної машини ОВ-7.

Результати можуть використовуватись для розрахунків раціональних допусків ланок механізмів при забезпеченні найменшої собівартості та оптимального терміну служби механізму.

References

1. Kimori, I. J. (2008) Issledovanie osnovnykh mekhanizmov shvejnoj mashiny na baze sinteza tochnosti [Study of basic sewing machines based on high precision synthesis]. Moscow. 145 p. [in Russian].
2. Dvorzhak, V. M. (2008) Udoskonalennia ta syntezy mekhanizmu prokachky vushkovykh holok

Література

1. Кимори Й. Д. Исследование основных механизмов швейной машины на базе синтеза точности: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2008. 145 с.
2. Дворжак В. М. Удосконалення та синтез механізму проочки вушкових голок

- osnovoviazalnykh mashyn [Improvement and synthesis of the mechanism of oscillation eyelets of basic knitting machines]. Kyiv. 260 p. [in Ukrainian].
3. Bruevich, N. G. (1946). Tochnost mekhanizmov [Mechanism accuracy]. Moscow; Leningrad: GITTL [in Russian].
 4. Bruevich, N. G., Sergeev, V. I. (1976). Osnovy nelinejnoj teorii tochnosti i nadezhnosti ustrojstv [Fundamentals of the nonlinear theory of accuracy and reliability of devices]. Moscow: Nauka. 136 p. [in Russian].
 5. Kalashnikov, N. A. (1950). Tochnost v mashinostroenii i ee zakony [Precision in mechanical engineering and its laws]. Moscow: Mashgiz. 148 p. [in Russian].
 6. Sergeev, V. I. (1971). Instrumentalnaya tochnost kinemateskikh i dinamicheskikh sistem [Instrumental accuracy of kinematic and dynamic systems]. Moscow: Nauka [in Russian].
 7. Kobrinskii, N. E. (1946). Kinemateskie oshibki ploskikh mekhanizmov, vyzyvaemykh zazorami v kinemateskikh parakh [Kinematic errors of planar mechanisms caused by gaps in kinematic pairs]. Moscow: Izvestia AN [in Russian].
 8. Storozhev, V. V. (1973). Ocenka tochnosti mekhanizmov peremeshcheniya obrabatyvaemykh detalej. [Assessment of the accuracy of mechanisms for moving workpieces]. *Izvestia vuzov*. TLP, 6: 34–36 [in Russian].
 9. Storozhev, V. V., Komysarov, A. Y. (1974). Ocenka tochnosti mekhanizmov peremeshcheniya obrabatyvaemykh detalej. Soobshchenie 2. [Assessment of the accuracy of mechanisms for moving workpieces. Message 2]. *Izvestia vuzov*. TLP, 3: 54–56 [in Russian].
 10. Zakaraia, M. M., Gusarov, V. V. and Storozhev, V. V. (1990). Analiz strukturnykh oshibok v mekhanizмах peremeshcheniya materiala mashin besposadochnogo shva [Analysis of Structural Errors in the Material Movement Mechanisms of Non-Stop Weld Machines]. *Collection of scientific papers TsNIEEIllegprom*. P. 109–114 [in Russian].
 11. Usenbekov, Zh. (1977) Issledovanie tochnosti vypolneniya operacij na shvejnykh mashinakh s uchyotom pozicionirovaniya obekta obrabotki [Study of the accuracy of performing operations on sewing machines, taking into account the positioning of the processing object]. Moscow. 169 p. [in Russian].
 12. Dvorzhak, V. M., Chudinovych, Yu. Yu., Chmykhalo, S. H. (2017). Rozrobka i doslidzhennia mekhanizmu kolyvalnoho rukhu vushkovykh holok dla osnovoviazalnoi mashyny [Design and study of the mechanism of oscillatory movement of ear needles for the knitting machine]. *Tekhnolohiyi ta dyzayn*, No. 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2017_3_14 [in Ukrainian].
 13. Orlovski, B. V., Dvorzhak, V. M. (2006). Rozrakhunok na tochnist tipovoho vosmylankovoho mekhanizmu osnovov'язальних машин: дис. ... канд. техн. наук. Київ, 2008. 260 с.
 3. Бруевич Н. Г. Точность механизмов. М.; Л.: ГИТТЛ, 1946.
 4. Бруевич Н. Г., Сергеев В. И. Основы нелинейной теории точности и надежности устройств. М.: Наука, 1976. 136 с.
 5. Калашников Н. А. Точность в машиностроении и ее законы. М.: Mashgiz, 1950. 148 с.
 6. Сергеев В. И. Инструментальная точность кинематических и динамических систем. М.: Наука, 1971.
 7. Кобринский Н. Е. Кинематические ошибки плоских механизмов, вызываемых зазорами в кинематических парах. *Известия АН СССР, ОТН*. 1946.
 8. Сторожев В. В. Оценка точности механизмов перемещения обрабатываемых деталей. *Известия вузов. ТЛП*. 1973. № 6. С. 34–36.
 9. Сторожев В. В., Комиссаров А. И. Оценка точности механизма перемещения обрабатываемых деталей. Сообщение 2. *Известия вузов. ТЛП*. 1974. № 3. С. 54–56.
 10. Закарая М. М., Гусаров А. В., Сторожев В. В. Анализ структурных ошибок в механизмах перемещения материала машин беспосадочного шва. *Сб. научных трудов ЦНИИЭИлегпром*, 1990. С. 109–114.
 11. Усенбеков Ж. Исследование точности выполнения операций на швейных машинах с учётом позиционирования объекта обработки: Дис. ... канд. техн. наук. Москва, 1977. 169 с.
 12. Дворжак В. М., Чудінович Ю. Ю., Чмихало С. Г. Розробка і дослідження механізму коливального руху вушкових голок для основов'язальної машини. *Технології та дизайн*. 2017. № 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2017_3_14.
 13. Орловський Б. В., Дворжак В. М. Розрахунок на точність типового

prokachky vushkovykh holok osnovoviazalnoi mashyny [Calculation of the accuracy of a typical eight-link mechanism for pumping the eyelets of the warp knitting machine]. *Problemy legkoj i tekstilnoj promyshlennosti Ukrainy* = *Problems of light and textile industry of Ukraine*, 2: 70–72 [in Ukrainian].

14. Anuriev, V. I. (1980). *Spravochnik konstruktora-mashinostroitel'ya*. T. 1 [Handbook of the designer-machine builder. Vol. 1]. Moscow: Mashinostroenie. 728 p. [in Russian].

восьмиланкового механізму прокачки вушкових голок основов'язальної машини. *Проблеми легкої і текстильної промисловості України*. 2006. № 2. С. 70–72.

14. Анурьев В. И. *Справочник конструктора-машиностроителя*. Т. 1. М.: Машиностроение, 1980. 728 с.

DVORZHAK VOLODYMYR

Candidate of Technical Sciences (PhD), Associate Professor, Department of Applied Mechanics and Machines,
Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-1693-9106>
Researcher ID: P-5907-2018
E-mail: dvorzhak.vm@knutd.edu.ua

KRYKUN YEVHENII

Student, Department of Applied Mechanics and Machines,
Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine
E-mail: asda19898@gmail.com

MANOILENKO OLEKSANDR

Candidate of Technical Sciences (PhD), Associate Professor, Head of the Department of Applied Mechanics and Machines,
Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5670-4977>
E-mail: manojlenko.op@knutd.edu.ua

KLINNIKOV ANTON

Student, Department of Applied Mechanics and Machines, Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine
E-mail: derto662@gmail.com

ДВОРЖАК В. М., МАНОЙЛЕНКО О. П., КРИКУН Е. С., КЛИННИКОВ А. В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна, Украина

**АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ФУНКЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ
МЕХАНИЗМОМ ТРЕТЬЕГО КЛАССА ДЛЯ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ
УШКОВЫХ ИГЛ ОСНОВОВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЫ**

Цель. Совершенствование методов расчета и исследования целевых механизмов машин для индустрии моды с использованием прикладных CAD-программ.

Методика. Применены аппарат векторной алгебры; метод векторного преобразования координат для кинематического расчета плоских механизмов со структурными группами третьего класса; аналитический метод дифференцирования для определения погрешности положения механизма третьего класса с вращательными кинематическими парами.

Результаты. Получены расчетные выражения для определения функции положения ушковых игл, определены первичные ошибки механизма, а также ошибки положения, вызванные непосредственно первичными ошибками механизма ушковых игл основовязательной машины, построенного на базе многосвязного плоского механизма со структурными группами 3-го класса 3-го порядка с вращательными кинематическими парами в функции угла поворота ведущего кривошипа. Определены предельные значения ошибок положения $\Delta_{\max}$ и $\Delta_{\min}$ гребенки с иглами в проекциях на оси координат и по абсолютной величине.

Научная новизна. Проведен сравнительный анализ точности воспроизведения функции положения синтезированным шестизвенным механизмом третьего класса и базовым восьмизвенным механизмом второго класса основовязательной машины, в результате которого установлено, что синтезированный механизм точнее воспроизводит функцию положения, чем базовый механизм.

Практическая значимость. Предложен порядок расчета на точность синтезированного шестизвенного механизма 3-го класса с вращательными кинематическими парами

дифференциальным методом для автоматизированного компьютерного расчета в CAD-программах. Созданы программные блоки для автоматизированного компьютерного расчета на точность в Mathcad. Полученные результаты могут быть использованы для моделирования, расчета и конструирования многозвенных плоских механизмов со структурными группами 3-го класса 3-го порядка с вращательными кинематическими парами и подобных целевых рычажных механизмов высших классов машин для индустрии моды.

Ключевые слова: основовазальная машина; точность механизма; механизм 3-го класса; механизм ушковых игл.

DVORZHAK V. M., MANOILENKO O. P., KRYKUN Ye. S., KLINNIKOV A. V.

Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

ANALYSIS OF THE ACCURACY OF REPRODUCING THE POSITION FUNCTION BY THE MECHANISM OF THE THIRD CLASS FOR THE OSCILLATIONAL MOVEMENT OF THE EYE NEEDLE OF THE BOND KNITTING MACHINE

Purpose. Improving methods of calculation and research of target mechanisms of machines for the fashion industry using CAD applications.

Methodology. Used the apparatus of vector algebra; method of vector transformation of coordinates for kinematic calculation of plane mechanisms with structural groups of the third class; analytical method of differentiation to determine the position error of the third class mechanism with rotating kinematic pairs.

Findings. The calculated expressions for determining the function of the position of the eyelets, the primary errors of the mechanism, as well as positional errors caused directly by the primary errors of the mechanism of the eyelets of the warp knitting machine, which is built on a multi-link flat mechanism with structural groups with rotating kinematic pairs, as a function of the angle of rotation of the drive crank. The error limits of the position Δ_{max} and Δ_{min} of the comb with eye needles in the projections on the coordinate axis and in absolute value are determined.

Originality. A comparative analysis of the accuracy of the position function reproduction was performed by the synthesized six-link mechanism of the third class and the basic eight-link mechanism of the second class of the warp knitting machine.

Practical Value. The procedure for calculating the accuracy of the synthesized six-link mechanism of the 3rd class with rotating kinematic pairs by the differential method for automated computer calculation in CAD programs is proposed. Software blocks for automated computer accuracy calculation in Mathcad have been created. The obtained results can be used for modeling, calculation and construction of multi-link flat mechanisms with structural groups of the 3rd class of the 3rd order with rotating kinematic pairs and similar target lever mechanisms of higher classes of machines for the fashion industry.

Keywords: basic knitting machine; precision mechanism; 3rd class mechanism; eye needle mechanism.