

УДК 687.053.144

ДОСЛІДЖЕННЯ ШАРНІРНО-ВАЖІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ  
НИТКОПРИТЯГАЧА ШВЕЙНОЇ МАШИНИДворжак В. М., Писаренко Д. Д., Шевель С. О., Карпенко Р. В., Дикусар В. І.,  
Петрівський М. О.

Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета.** Вдосконалення методів дослідження цільових механізмів технологічних машин легкої промисловості із застосуванням прикладних САЕ-програм.

**Методика.** Дослідження базується на апараті векторної алгебри; аналітичних методах розрахунку плоских шарнірно-важільних механізмів другого класу другого порядку з обертальними кінематичними парами, методах комп'ютерного дослідження, візуалізації та анімації кінематичних схем механізмів.

**Результати.** Отримані математичні моделі, що описують функції положення характерних точок функціонально-досконалого механізму ниткопритягача швейної машини з додатковими вічками для верхньої нитки у функції кута повороту ведучого кривошипа. Отримані математичні моделі, що описують закон зміни просторового контуру верхньої нитки у функції кута повороту ведучого кривошипа. Побудовані графіки візуалізації положень механізму з контуром верхньої нитки.

**Наукова новизна** полягає у створенні математичних моделей у вигляді функцій радіус-векторів характерних точок, вільних векторів-ланок та векторів контуру верхньої нитки чотириланкового шарнірно-важільного механізму з додатковими вічками для верхньої нитки.

**Практична значимість** полягає у використанні одержаних результатів при геометричному синтезі та кінематичному дослідженні функціонально-досконалих механізмів ниткопритягачів та інших механізмів машин легкої промисловості.

**Ключові слова:** ниткопритягач, швейна машина, голкова нитка

Особливістю протікання процесу утворення стібків на швейних машинах, у яких застосовуються шарнірно-важільні механізми ниткопритягача, є виникнення надлишку верхньої нитки, що об'єктивно впливає із закону руху вічка, завдяки якому реалізується подача верхньої нитки. Для усунення цього надлишку у конструкціях швейних машин використовуються компенсатори натягу верхньої нитки. Однак, на великих швидкостях роботи ці компенсатори лише частково забезпечують усунення надлишку верхньої нитки, що є їхнім недоліком [1, 2].

Усунення цього недоліку певною мірою досягають застосуванням багатоланкових шарнірно-важільних механізмів другого або вищих класів, які, порівняно з існуючими чотириланковими механізмами ниткопритягача, дозволяють відтворювати складніші закони руху та траєкторії робочих органів. Разом з тим, використання багатоланкових механізмів та механізмів вищих класів ускладнює

конструкцію механізмів ниткопритягача, збільшує маса-інерційні параметри, погіршує їхні динамічні характеристики.

Відомі конструкції чотириланкових шарнірно-важільних механізмів ниткопритягача, у яких використовуються додаткові робочі органи. Наприклад, у роботі [2] пропонується чотириланковий шарнірно-важільний механізм ниткопритягача з вильчатими відростками шатуна та коромисла з вічками для верхньої нитки. Ефективність дії такого механізму зумовлюється зміною конфігурації як короткої, так і довгої гілок верхньої нитки, що призводить до значного зменшення надлишку верхньої нитки та наближення закону дійсної до закону необхідної подач верхньої нитки.

На основі подібних чотириланкових шарнірно-важільних механізмів можна отримувати функціонально-досконалі механізми ниткопритягача швейних машин.

### ***Постановка завдання***

Дослідити кінематику чотириланкового шарнірно-важільного механізму ниткопритягача швейної машини з вильчатими відростками шатуна та коромисла з вічками для верхньої нитки та закон дійсної подачі верхньої нитки вказаним механізмом, для чого створити математичні моделі, що описують функції положення характерних точок механізму та робочих точок – вічок для верхньої нитки, та створити математичні моделі, що описують зміну контуру верхньої нитки з урахуванням просторового розташування нерухомих нитконапрямлячів.

### ***Результати досліджень***

Для дослідження візьмемо функціонально-досконалий механізм ниткопритягача, структура якого представлена в роботі [2]. Для створення математичної моделі механізму та контуру верхньої нитки введемо позначення всіх вхідних і розрахункових параметрів. Вектор  $P_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) визначатиме абсолютну координату відповідної точки механізму у правій системі координат (ПСК). Вектор  $P_{i,j}$ , ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$ ) визначатиме взаємне розташування двох точок механізму  $P_i$  і  $P_j$ . Значення  $l_{i,j}$  визначатиме довжину ланки механізму як відстань між двома її характерними точками. Кути між ланками механізму позначатимуться  $U_{i,j,k}$  ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m, k = 1, 2, \dots, q$ ), де середня цифра індексу відповідатиме вершині кута.

Відповідно до прийнятих позначень представимо механізм ниткопритягача у вигляді вільних векторів, які побудовані на його ланках (рис. 1).

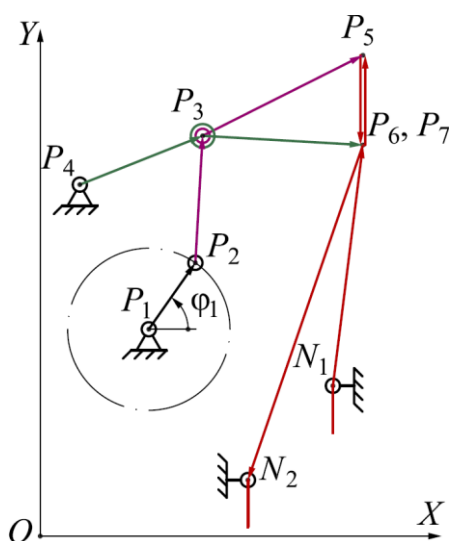


Рис. 1. Векторна схема механізму ниткопритягача

Математичні моделі радіус-векторів та вільних векторів, що описують положення характерних точок та ланок механізму, склалися за загальними виразами [3, 4]:

$$\rho_z(r, \alpha, l) := \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) & 0 \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot r \cdot \frac{l}{|r|}; \quad (1)$$

$$P_{i-j}(\varphi_1) := \rho_z(r_{i-j}(\varphi_1), \varphi_{i-j}, l_{i-j}); \quad P_j(\varphi_1) := P_{0-i}(\varphi_1) + P_{i-j}(\varphi_1), \quad (2)$$

де  $r$ ,  $r_{i-j}$  – вектор-ланка у початковому положенні;

$\alpha$ ,  $\varphi_{i-j}$  – кут повороту вектору-ланки;

$\varphi_1$  – узагальнена координата (кут кривошипа);

$l$ ,  $l_{i-j}$  – модуль вектору-ланки після повороту;

$P_{i-j}$  – вектор-ланка після повороту;

$P_{0-i}$  – радіус-вектор початкової точки;

$P_j$  – радіус-вектор характерної точки;

Визначимо вільні вектори рухомих ланок та радіус-вектори характерних точок механізму  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$  та робочих точок  $P_5$ ,  $P_6$ ,  $P_7$  у проєкціях на осі ПСК залежно від кута повороту ведучого кривошипа  $\varphi_1$ , використовуючи рекомендації [5-9].

$$P_{2x}(\varphi_1) := P_{1x} + l_{1-2} \cdot \cos(\varphi_1); \quad P_{2y}(\varphi_1) := P_{1y} + l_{1-2} \cdot \sin(\varphi_1); \quad (3)$$

$$P_{4-2x}(\varphi_1) := P_{2x}(\varphi_1) - P_{4x}; \quad P_{4-2y}(\varphi_1) := P_{2y}(\varphi_1) - P_{4y}. \quad (4)$$

$$l_{4\_2}(\varphi_1) := \sqrt{(P_{4\_2X}(\varphi_1))^2 + (P_{4\_2Y}(\varphi_1))^2}. \quad (5)$$

Визначаємо кут змінної величини  $U_{2\_4\_3}$  між векторами  $P_{4\_2}$  та  $P_{2\_3}$ :

$$U_{2\_4\_3}(\varphi_1) := \arccos\left(\frac{(l_{4\_2}(\varphi_1))^2 + l_{4\_3}^2 - l_{2\_3}^2}{2 \cdot l_{4\_2}(\varphi_1) \cdot l_{4\_3}}\right). \quad (6)$$

$$P_{3X}(\varphi_1) := P_{4X} + \frac{l_{4\_3}}{l_{4\_2}(\varphi_1)} \cdot [P_{4\_2X}(\varphi_1) \cdot \cos(W_{2\_3\_4} \cdot U_1(\varphi_1)) - P_{4\_2Y}(\varphi_1) \cdot \sin(W_{2\_3\_4} \cdot U_1(\varphi_1))]; \quad (7)$$

$$P_{3Y}(\varphi_1) := P_{4Y} + \frac{l_{4\_3}}{l_{4\_2}(\varphi_1)} \cdot [P_{4\_2X}(\varphi_1) \cdot \sin(W_{2\_3\_4} \cdot U_1(\varphi_1)) + P_{4\_2Y}(\varphi_1) \cdot \cos(W_{2\_3\_4} \cdot U_1(\varphi_1))]. \quad (8)$$

$$P_{4\_3X}(\varphi_1) := P_{3X}(\varphi_1) - P_{4X}; \quad P_{4\_3Y}(\varphi_1) := P_{3Y}(\varphi_1) - P_{4Y}; \quad (9)$$

де  $W_{2\_3\_4}$  – параметр, що визначає варіант складання діади механізму 2-3-4.

$$P_{2\_3X}(\varphi_1) := P_{3X}(\varphi_1) - P_{2X}(\varphi_1); \quad P_{2\_3Y}(\varphi_1) := P_{3Y}(\varphi_1) - P_{2Y}(\varphi_1); \quad (10)$$

$$P_{5X}(\varphi_1) := P_{3X}(\varphi_1) + \frac{l_{3\_5}}{l_{2\_3}} \cdot [-P_{2\_3X}(\varphi_1) \cdot \cos(U_{2\_3\_5}) + P_{2\_3Y}(\varphi_1) \cdot \sin(U_{2\_3\_5})]; \quad (11)$$

$$P_{5Y}(\varphi_1) := P_{3Y}(\varphi_1) + \frac{l_{3\_5}}{l_{2\_3}} \cdot [-P_{2\_3X}(\varphi_1) \cdot \sin(U_{2\_3\_5}) - P_{2\_3Y}(\varphi_1) \cdot \cos(U_{2\_3\_5})]; \quad (12)$$

$$P_{3\_5X}(\varphi_1) := P_{5X}(\varphi_1) - P_{3X}(\varphi_1); \quad P_{3\_5Y}(\varphi_1) := P_{5Y}(\varphi_1) - P_{3Y}(\varphi_1); \quad (13)$$

де  $U_{2\_3\_5}$  – кут між векторами  $P_{2\_3}$  та  $P_{3\_5}$ .

$$P_{6X}(\varphi_1) := P_{3X}(\varphi_1) + \frac{l_{3\_6}}{l_{4\_3}} \cdot [-P_{4\_3X}(\varphi_1) \cdot \cos(U_{4\_3\_6}) + P_{4\_3Y}(\varphi_1) \cdot \sin(U_{4\_3\_6})]; \quad (14)$$

$$P_{6Y}(\varphi_1) := P_{3Y}(\varphi_1) + \frac{l_{3\_6}}{l_{4\_3}} \cdot [-P_{4\_3X}(\varphi_1) \cdot \sin(U_{4\_3\_6}) - P_{4\_3Y}(\varphi_1) \cdot \cos(U_{4\_3\_6})]; \quad (15)$$

$$P_{7X}(\varphi_1) := P_{3X}(\varphi_1) + \frac{l_{3\_7}}{l_{4\_3}} \cdot [-P_{4\_3X}(\varphi_1) \cdot \cos(U_{4\_3\_7}) + P_{4\_3Y}(\varphi_1) \cdot \sin(U_{4\_3\_7})]; \quad (16)$$

$$P_{7Y}(\varphi_1) := P_{3Y}(\varphi_1) + \frac{l_{3\_7}}{l_{4\_3}} \cdot [-P_{4\_3X}(\varphi_1) \cdot \sin(U_{4\_3\_7}) - P_{4\_3Y}(\varphi_1) \cdot \cos(U_{4\_3\_7})]; \quad (17)$$

де  $U_{4\_3\_6}$  та  $U_{4\_3\_7}$  – кути між вектором  $P_{4\_3}$  та відповідними векторами  $P_{3\_6}$  та  $P_{3\_7}$ .

Для дослідження закону зміни контуру верхньої нитки, заправленої у швейній машині у вічки ниткопритягачів  $P_5$ ,  $P_6$ ,  $P_7$ , визначаємо також проекції точок  $P_6$  та  $P_7$  на вісь аплікат ПСК:

$$P_{6Z}(\varphi_1) := -l_{5\_6}; \quad P_{7Z}(\varphi_1) := l_{5\_7}; \quad (18)$$

де  $l_{5_6}$  та  $l_{5_7}$  – відстані між вічком  $P_5$  та відповідними вічками  $P_6$  та  $P_7$ , вимірюваними уздовж осі аплікат.

Таким чином, вирази (3) та (7) описують радіус-вектори характерних точок механізму, за якими виконується комп'ютерне моделювання кінематичної схеми. На рис. 2, використовуючи рекомендації [10], побудований графік візуалізації кінематичної схеми механізму суміщений із контуром верхньої нитки.

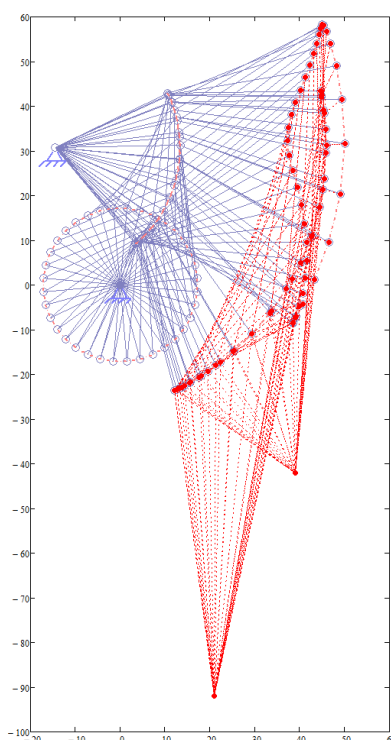


Рис. 2. Графік візуалізації положень механізму та контуру верхньої нитки

Вирази (11), (12), (14)-(18) описують радіус вектори вічок ниткопритягачів механізму, за якими здійснюється дослідження зміни контуру верхньої нитки. Вирази (9) та (10) забезпечують визначення функцій положення рухомих ланок механізму.

Для побудови діаграми дійсної подачі верхньої нитки визначимо вільні вектори  $P_{N1_6}$ ,  $P_{6_5}$ ,  $P_{5_7}$  та  $P_{7_{N2}}$ , що визначають просторовий контур нитки, який складається з чотирьох ділянок (рис. 1). Товщиною нитконапрямлячів  $N_1$  та  $N_2$  та вічок ниткопритягачів  $P_5$ ,  $P_6$ ,  $P_7$  нехтуємо.

$$P_{N1_6}(\varphi_1) := P_6(\varphi_1) - N_1; \quad P_{6_5}(\varphi_1) := P_5(\varphi_1) - P_6(\varphi_1); \quad (19)$$

$$P_{5_7}(\varphi_1) := P_7(\varphi_1) - P_5(\varphi_1); \quad P_{7_{N2}}(\varphi_1) := N_2 - P_7(\varphi_1). \quad (20)$$

Миттєве значення довжини контуру нитки  $l_F$ :

$$l_F(\varphi_1) := |P_{N1\_6}(\varphi_1)| + |P_{6\_5}(\varphi_1)| + |P_{5\_7}(\varphi_1)| + |P_{7\_N2}(\varphi_1)|; \quad (21)$$

Приріст довжини контуру, що вимірюється від контуру нитки у початковому положенні ведучого кривошипа при  $\varphi_0$ :

$$\Delta l(\varphi_1) := l_F(\varphi_1) - l_F(\varphi_0); \quad (22)$$

Визначаємо поточне значення дійсної подачі  $P_\delta(\varphi_1)$  голкової нитки урахуванням параметра  $\Delta P \approx 6$  мм [1], який характеризує подовження нитки:

$$P_\delta(\varphi_1) = \Delta l(\varphi_1) + \Delta P; \quad (23)$$

На рис. 3, використовуючи рекомендації [10], побудований графік закону дійсної подачі верхньої нитки згідно з виразом (23).

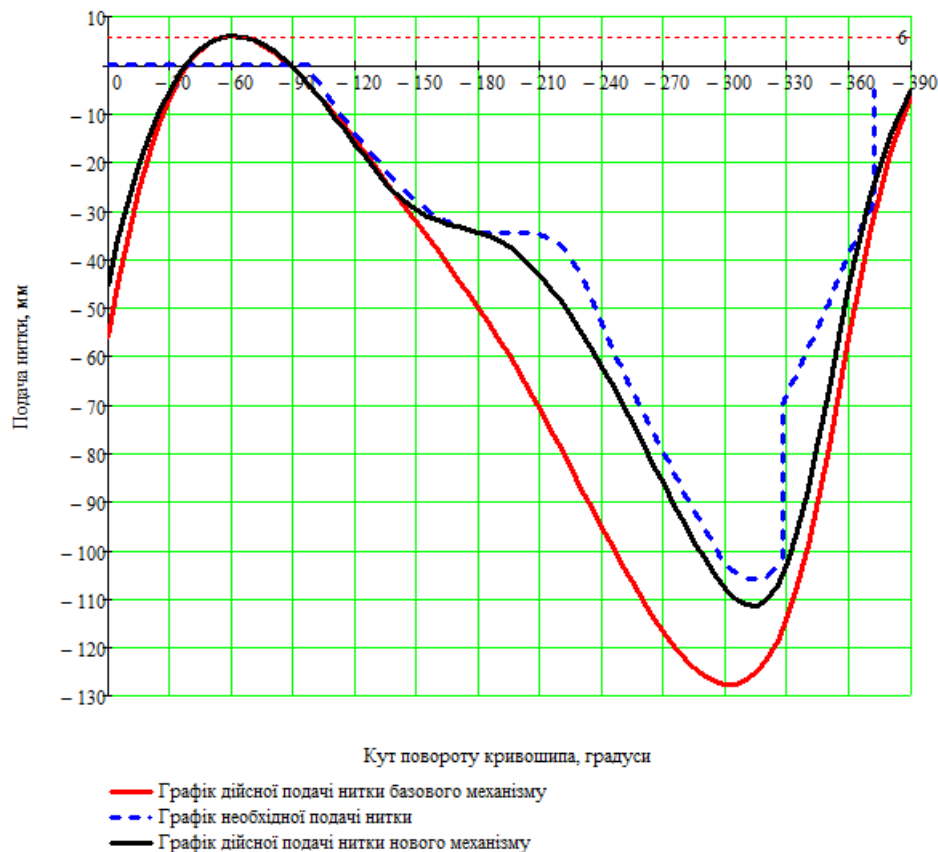


Рис. 3. Графіки подачі верхньої нитки

Слід зазначити, що вираз (23) входить до цільової функції при оптимізаційному синтезі механізму ниткопритягача.

### Висновки

Отримані математичні вирази дозволяють виконати комп'ютерне моделювання

функціонально-досконалого механізму ниткопритягача, дослідження його кінематики та закону зміни контуру верхньої нитки. Результати можуть бути використані при геометричному синтезі подібних механізмів.

## Список використаних джерел

1. Пищиков В. О. Проектування швейних машин / В. О. Пищиков, Б. В. Орловський – К. : Видавничо-поліграфічний дім «Формат», 2007. – 320 с.
2. Орловський Б. В., Пищиков В. О., Мачульський В. Б., винахідники. Човникова швейна машина. Український патент, № 19352, 2006.
3. Писаренко Д. Д. Дослідження механізму ниткопритягача швейних машин / Д. Д. Писаренко, В. М. Дворжак // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг: тези доповідей IV-ої Міжнар. наук.-практ. конф. (22 жовтня 2020 р., м. Київ) – Київ : КНУТД, 2020. – С. 54.
4. Карпенко Р. В. Кінематика в'язального механізму машин типу ОВ / Р. В. Карпенко, М. О. Петрівський, С. О. Шевель, В. М. Дворжак // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг: тези доповідей IV-ої Міжнар. наук.-практ. конф. (22 жовтня 2020 р., м. Київ). – Київ : КНУТД, 2020. – С. 92-93.
5. Орловський Б. В. Метричний синтез оберненого кулісного механізму ниткопритягача швейної машини. Повідомлення 1 [електронний ресурс] / Б. В. Орловський, В. М. Дворжак, Є. С. Радченко // Технології та дизайн. – 2011. – № 1. – Режим доступу до журн.: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/td/2011\\_1/2011-1.html](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/td/2011_1/2011-1.html).
6. Орловський Б. В. Метричний синтез оберненого кулісного механізму ниткопритягача швейної машини. Повідомлення 2 [електронний ресурс] / Б. В. Орловський, В. М. Дворжак, Є. С. Радченко //

## References

1. Pyshchykov, V.O. & Orlovskiy, B.V. (2007). *Proektuvannia shveinykh mashyn* [Design of sewing machines]. Kyiv [in Ukrainian].
2. Orlovskiy, B.V., Pyshchykov, V.O., Machulskiy, V.B., inventors (2006). *Chovnykova shveina mashyna* [Shuttle sewing machine]. Ukrainian patent, no. 19352.
3. Pysarenko, D.D., Dvorzhak, V.M. (2020). *Doslidzhennia mekhanizmu nytkoprytiahacha shveinykh mashyn* [Research of the mechanism of a thread attractor of sewing machines]. Proceedings from Mechatronic systems: innovations and engineering '20: IV Mizhnarodna naukovo-praktychna konferenciia (22 zhovtnia 2020 r., m. Kyiv) – 4nd International Scientific and Practical Conference. (p. 54). Kyiv [in Ukrainian].
4. Karpenko, R.V. Petrivskiy, M.O., Shevel, S.O., Dvorzhak, V.M. (2020). *Kinematyka viazalnoho mekhanizmu mashyn typu OV* [Kinematics of knitting mechanism of OB type machines]. Proceedings from Mechatronic systems: innovations and engineering '20: IV Mizhnarodna naukovo-praktychna konferenciia (22 zhovtnia 2020 r., m. Kyiv) – 4nd International Scientific and Practical Conference. (p. 55). Kyiv [in Ukrainian].
5. Orlovskyy, B.V., Dvorzhak, V.M. & Radchenko, Ye.S. (2011). *Metrychnyy syntez obrnenoho kulisnoho mekhanizmu nytkoprytyahuvacha shveynoyi mashyny. Povidomlennya 1* [Metric synthesis is wrapped in a wedge-shaped manner to the mechanism of the sewing machine. Priority 1]. Kyiv: Tekhnolohiyi ta dyzayn, 1. Retrieved from: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/td/2011\\_1/2011-1.html](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/td/2011_1/2011-1.html) [in

- Технології та дизайн. – 2012. – № 1. – Режим доступу до журн.: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/td/2012\\_1/2012-1.html](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/td/2012_1/2012-1.html).
7. Дворжак В. М. Аналітичне дослідження динаміки типових двокривошипних механізмів технологічних машин легкої промисловості / В. М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2017. – № 5. – С. 54-64.
  8. Дворжак В. М. Аналітичне дослідження динаміки типових кулісних механізмів технологічних машин легкої промисловості / В. М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2018. – № 3 (122). – С. 9-18.
  9. Безрядін В. М. Дослідження двокривошипного чотириланкового механізму ниткопритягувача швейної машини / В. М. Безрядін, В. М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2017. – № 6. – С. 26-34.
  10. Дворжак В. М. Візуалізація схемотехнічного моделювання механізмів технологічних машин [Електронний ресурс] / В. М. Дворжак, Д. Л. Литвяк, І. С. Мелашченко, В. В. Мочоник // Технології та дизайн. – 2018. – № 4 (29). – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/td\\_2018\\_4\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2018_4_9).
  6. Orlovskyy, B.V., Dvorzhak, V.M. & Radchenko, Ye.S. (2011). *Metrychnyy syntez obernenoho kulisnoho mekhanizmu nytkoprytyahuvacha shveyanoi mashyny. Povidomlennya 2* [Metric synthesis is wrapped in a wedge-shaped manner to the mechanism of the sewing machine. Priority 2]. Kyiv: Tekhnolohiyi ta dyzayn, 1. Retrieved from: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/td/2012\\_1/2012-1.html](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/td/2012_1/2012-1.html) [in Ukrainian].
  7. Dvorzhak, V.M. (2017). *Analychne doslidzhennia dynamiky typovykh dvokryvoshypnykh mekhanizmiv tekhnolohichnykh mashyn lehkoï promyslovosti* [Analytical study of dynamics of typical two-crank mechanisms of technological light industry machines]. Kyiv: Bulletin of the KNUTD, 5, 54-64 [in Ukrainian].
  8. Dvorzhak, V.M. (2018). *Analychne doslidzhennia dynamiky typovykh kulisnykh mekhanizmiv tekhnolohichnykh mashyn lehkoï promyslovosti* [Analytical study of the dynamics of typical rocker mechanisms of technological machines of light industry]. Kyiv: Bulletin of the KNUTD, 3 (122), 9-18 [in Ukrainian].
  9. Bezriadin, V.M., Dvorzhak, V.M. (2017). *Doslidzhennia dvokryvoshypnoho chotyrylankovoho mekhanizmu nytkoprytyahuvacha shveinoï mashyny* [Research of the two-crank four-link mechanism of the thread attractor of the sewing machine]. Kyiv: Bulletin of the KNUTD, 6, 26-34 [in Ukrainian].
  10. Dvorzhak, V. M., Lytviak D. L., Melashchenko I. S., Mochonyk V. V. (2018). *Vizualizatsiia skhemotekhnichnoho modeliuвання mekhanizmiv tekhnolohichnykh mashyn* [Visualization of circuit modeling of mechanisms of technological machines]. Kyiv: Tekhnolohiyi ta dyzayn, 4 (29). Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/td\\_2018\\_4\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2018_4_9) [in Ukrainian].



**Dvorzhak Volodymyr**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1693-9106>ResearcherID: [P-5907-2018](https://orcid.org/0000-0002-1693-9106)[v\\_dvorjak@ukr.net](mailto:v_dvorjak@ukr.net)Kyiv National University  
of Technologies and Design**Pysarenko Dmytro**[pisarenkodima83@gmail.com](mailto:pisarenkodima83@gmail.com)Kyiv National University  
of Technologies and Design**Shevel Stepan**[stepan9716@ukr.net](mailto:stepan9716@ukr.net)Kyiv National University  
of Technologies and Design**Karpenko Roman**[r.karpenko478@gmail.com](mailto:r.karpenko478@gmail.com)Kyiv National University  
of Technologies and Design**Dykusar Vladyslav**[vladislav.sportsmen90@gmail.com](mailto:vladislav.sportsmen90@gmail.com)Kyiv National University  
of Technologies and Design**Petrivskiy Maksym**[brizing@ukr.net](mailto:brizing@ukr.net)Kyiv National University  
of Technologies and Design**Исследование шарнирно-рычажного механизма нитепритягивателя швейной машины****Дворжак В. Н., Писаренко Д. Д., Шевель С. А., Карпенко Р. В., Дикусар В. И., Петровский М. О.**

Киевский национальный университет технологий и дизайна

**Цель.** Совершенствование методов исследования целевых механизмов технологических машин легкой промышленности с применением прикладных САЕ-программ.**Методика.** Исследование базируется на аппарате векторной алгебры; аналитических методах расчета плоских шарнирно-рычажных механизмов второго класса второго порядка с вращательными кинематическими параметрами, методах компьютерного исследования, визуализации и анимации кинематических схем механизмов.**Результаты.** Получены математические модели, описывающие функции положения характерных точек функционально-совершенного механизма нитепритягивателя швейной машины с дополнительными глазками для верхней нитки в функции угла поворота ведущего кривошипа. Получены математические модели, описывающие закон изменения пространственного контура верхней нитки в функции угла поворота ведущего кривошипа. Построены графики визуализации положений механизма с контуром верхней нитки.**Научная новизна** заключается в создании математических моделей в виде функций радиус-векторов характерных точек, свободных векторов-звеньев и векторов контура верхней нитки четырехзвенного шарнирно-рычажного механизма с дополнительными глазками для верхней нитки.**Практическая значимость** заключается в использовании полученных результатов при геометрическом синтезе и кинематическом исследовании функционально-совершенных механизмов нитепритягивателей и других механизмов машин легкой промышленности.**Ключевые слова:** нитепритягиватель, швейная машина, игольная нитка

*Investigation of the hinge-lever mechanism of the thread tightening machine of the sewing machine*

*Dvorzhak V. M., Pysarenko D. D., Shevel S. O., Karpenko R. V., Dykusar V. I., Petrivskiyi M. O.*

*Kyiv National University of Technology and Design*

**Purpose.** *Improvement of methods of research of target mechanisms of technological machines of light industry with the use of applied CAE-programs.*

**Methodology.** *The study is based on the apparatus of vector algebra; analytical methods for calculating flat hinge-lever mechanisms of the second class of the second order with rotating kinematic pairs, methods of computer research, visualization and animation of kinematic schemes of mechanisms.*

**Findings.** *Mathematical models describing the position functions of the characteristic points of the functionally perfect mechanism of the thread puller of the sewing machine with additional meshes for the upper thread as a function of the angle of rotation of the leading crank. Mathematical models describing the law of change of the spatial contour of the upper thread as a function of the angle of rotation of the leading crank are obtained. Graphs of visualization of positions of the mechanism with a contour of the top thread are constructed.*

**Originality** *lies in the creation of mathematical models in the form of functions of radius vectors of characteristic points, free vectors-links and contour vectors of the upper thread of a four-link hinge-lever mechanism with additional cells for the upper thread.*

**Practical value** *lies in the use of the obtained results in geometric synthesis and kinematic study of functionally perfect mechanisms of thread pullers and other mechanisms of light industry machines.*

**Keywords:** *thread tensioner, sewing machine, needle thread*