

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-365-39>

УДК 677.05:531.3

### НЕЙМАК ВІТАЛІЙ

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0003-1204-3932>

e-mail: [neimakvi@khmnu.edu.ua](mailto:neimakvi@khmnu.edu.ua)

### СМУТКО СВІТЛАНА

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-7344-3799>

e-mail: [smutkosv@khmnu.edu.ua](mailto:smutkosv@khmnu.edu.ua)

### РОМАНЕЦЬ ТАРАС

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-0848-0825>

e-mail: [romanetsta@khmnu.edu.ua](mailto:romanetsta@khmnu.edu.ua)

### СОКОЛАН ЮЛІЯ

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-0273-5719>

e-mail: [sokolanyul@khmnu.edu.ua](mailto:sokolanyul@khmnu.edu.ua)

## ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШВЕЙНИХ МАШИН

У цій роботі представлені результати дослідження механічних характеристик швейних машин. На даний час як на стадії проектування, так і експлуатації, важливим є визначення механічних параметрів машин легкої промисловості, зокрема швейного обладнання. Серед основних механічних параметрів перш за все виділяють приведений момент інерції, приведений момент опору і коефіцієнт корисної дії. Саме від цих параметрів залежать надійність роботи швейного обладнання і його довговічність.

На сьогоднішній день відсутні ефективні методи визначення перелічених параметрів з залученням математичного апарату і можливостей комп'ютерної техніки. Саме на вирішення вказаної проблеми направлена дана стаття.

**Ключові слова:** швейна машина, механічні характеристики, момент інерції, безпека машин.

NEIMAK VITALII, SMUTKO SVITLANA, ROMANETS TARAS, SOKOLAN IULIIA

Khmelnytskyi National University

## DETERMINATION OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF SEWING MACHINES

This paper presents the results of a study of the mechanical characteristics of sewing machines. Currently, both at the design and operation stages, it is important to determine the mechanical parameters of light industry machines, in particular sewing equipment. Among the main mechanical parameters, the reduced moment of inertia, the reduced moment of resistance and the efficiency are primarily distinguished. It is on these parameters that the reliability of the sewing equipment and its durability depend.

Depending on the type of drive motor, the active power consumed by the electric motor or the armature current is measured to determine the resistance moment. When using a DC motor in the drive, the resistance moment is calculated based on the armature current, and an asynchronous motor is calculated based on the power consumed and currents in the phases. The latter calculation option is used in relation to industrial sewing machines.

Based on the methods described above, various devices and stands have been developed for diagnosing sewing machines based on the resistance moment. Based on the analysis, it can be stated that the problem of determining the dynamic parameters of mechanical systems is relevant and has not been fully resolved at present. This is especially true for determining the moment of inertia, the resistance moment and the efficiency of complex mechanical systems such as sewing machines. Based on the analysis of the capabilities of modern measuring equipment, it can be stated that the above parameters can be determined using modern computer technology.

To date, there are no effective methods for determining the listed parameters using a mathematical apparatus and the capabilities of computer technology. This article is aimed at solving this problem.

**Keywords:** sewing machine, mechanical characteristics, moment of inertia, machine safety.

Стаття надійшла до редакції / Received 21.03.2026

Прийнята до друку / Accepted 14.04.2026

Опубліковано / Published 28.05.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© Неймак Віталій, Смутко Світлана, Романець Тарас, Соколан Юлія

### Постановка проблеми у загальному вигляді

#### та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Основні задачі розвитку швейного машинобудування вирішуються в двох напрямках. Перше полягає у розробці нового технологічного обладнання, друге – в освоєні та серійному виробництві. На даний час як на стадії проектування, так і експлуатації, важливим є визначення механічних параметрів машин легкої промисловості, зокрема швейного обладнання. Серед основних механічних параметрів перш за все виділяють приведений момент інерції, приведений момент опору і коефіцієнт корисної дії. Саме від цих параметрів залежать надійність та безпека роботи швейного обладнання. На сьогоднішній день відсутні ефективні методи визначення перелічених параметрів з залученням математичного апарату і можливостей комп'ютерної техніки [1].

### Аналіз досліджень та публікацій

Найбільш доступні для практичного використання методи визначення моменту опору, засновані на вимірюваннях електричних параметрів електродвигуна приводу швейної машини з наступним розрахунком

моменту опору по отриманих даних. Ці методи пропонують використання стандартних електровимірювальних приладів і можуть бути освоєні на будь-якому підприємстві легкої промисловості. При діагностуванні технологічного обладнання, оснащеного індивідуальним електроприводом, не потребує спеціальних вимірювальних стендів, так як для вимірювань використовуються навантажувальні параметри власного приводного електродвигуна [2-5].

В залежності від типу приводного електродвигуна для визначення моменту опору вимірюють спожиту електродвигуном активну потужність або струм якоря. При використанні в приводі двигуна постійного струму момент опору розраховується по току якоря, а асинхронного двигуна – по спожитій потужності і струмам в фазах. Останній варіант розрахунку використовується стосовно до промислових швейних машин.

На основі викладених методів для діагностування швейних машин по моменту опору розроблені різноманітні прилади і стенди.

На основі зробленого аналізу можна констатувати, що проблема визначення динамічних параметрів механічних систем є актуальна і на даний час повністю не вирішена. Особливо це стосується визначення моменту інерції, моменту опору і коефіцієнту корисної дії складних механічних систем типу швейних машин. На основі аналізу можливостей сучасної вимірювальної техніки можна стверджувати про можливість визначення перелічених вище параметрів за допомогою сучасної комп'ютерної техніки.

### Формулювання цілей статті

**Метою роботи є:** визначення механічних характеристик швейних машин, зокрема приведенного моменту інерції, що дасть змогу під час проектування даного обладнання підвищити його надійність та довговічність.

### Виклад основного матеріалу

Знання величини приведенного моменту інерції швейної машини необхідне при вирішенні багатьох задач кінематики і динаміки, наприклад при визначенні необхідної потужності електродвигуна, часу розгону і вибігу, сил опору, кутових прискорень і швидкостей в залежності від кута оберту головного валу і т.д. Аналітичний метод визначення приведенного моменту інерції швейної машини є досить складним і трудомістким, тому на практиці часто використовують експериментальний метод. Метод падаючих ваг можна використати для експериментального визначення приведених моментів інерції машин.

Розглянемо методику визначення приведенного моменту інерції швейної машини відносно осі головного валу експериментальним способом – методом падаючих ваг.

В основу експериментального методу покладено використання математичного апарату.

При вирішенні задач переміщення механізмів машин, як правило використовують два види рівнянь динаміки машин [6].

1. Рівняння руху в формі моментів ( в формі рівняння Лагранжа)

$$M_p - M_o = J_n \varepsilon + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ_n}{d\varphi}, \quad (1)$$

де  $M_p$  - приведені моменти відповідно рушійних сил і сил опору;

$M_o$  - приведений момент інерції механізмів, який складається з  $J_n$  приведенного моменту інерції деталей що обертаються і моменту інерції шарнірно-важільних механізмів, є величиною змінною, так як швидкості руху деталей шарнірно-важільного механізму змінюються в межах одного оберту головного валу, при цьому змінюються положення центрів ваг важелів відносно осі головного валу;

$\varphi, \omega, \varepsilon$  - відповідно кут повороту, кутова швидкість і кутове прискорення ланки приведення.

Таким чином, для машин легкої промисловості, що мають в своєму складі важільні механізми, приведений до осі головного валу момент інерції – величина змінна в межах одного оберту головного валу і залежить від положення деталей ведених механізмів.

2. Рівняння руху в формі закону кінетичної енергії:

$$\int_{\varphi_0}^{\varphi_i} M_p d\varphi - \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} M_o d\varphi = \frac{J_{ni}\omega_i^2}{2} - \frac{J_{no}\omega_o^2}{2}, \quad (2)$$

або

$$A_{pi} - A_o = T_i - T_o = \Delta T_{oi}, \quad (3)$$

де  $\varphi_o, \omega_o$  - початкові значення кута повороту  $\varphi$  і кутової швидкості валу приведення;

$\varphi_i, \omega_i$  - довільно вибрані значення кута повороту  $\varphi$  і значення кутової швидкості при  $\varphi = \varphi_i$ ;

$A_{pi} = \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} M_p d\varphi$  - робота рушійних сил при повороті валу приведення на кут  $\varphi = \varphi_i - \varphi_0$ ;

$A_o = \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} M_o d\varphi$  - робота сил опору при повороті валу приведення на кут  $\varphi = \varphi_i - \varphi_0$ ;

$T_o = \frac{J_{no}\omega_o^2}{2}$  кінетична енергія, яку має механізм в початковому положенні при  $\varphi = \varphi_0$ ;

$T_i = \frac{J_{ni}\omega_i^2}{2}$  кінетична енергія, яку має механізм в  $i$ -му положенні при  $\varphi = \varphi_i$ .

В даному випадку зручно використати рівняння руху в формі закону кінетичної енергії. Це пояснюється тим, що визначення змінної частини моменту інерції  $\frac{dJ_n}{d\varphi}$  в рівнянні моментів представляє деякі складності.

В випадку використання ваг  $Q_1$  і  $Q_2$ , для приведення в рух швейної машини трос, що перекинутий через блок при малих прискореннях, згідно (1), можна записати:

$$Q_1 r(\varphi_i - \varphi_o) - M_c(\varphi_i - \varphi_o) = \frac{J_{ni}\omega_{i1}^2}{2} - \frac{J_{no}\omega_{o1}^2}{2}; \quad (4)$$

$$Q_2 r(\varphi_i - \varphi_o) - M_o(\varphi_i - \varphi_o) = \frac{J_{ni}\omega_{i2}^2}{2} - \frac{J_{no}\omega_{o2}^2}{2}, \quad (5)$$

де  $M_{p1} = Q_1 r$  - момент рушійних сил при використанні ваги  $Q_1$ ;

$M_{p2} = Q_2 r$  - момент рушійних сил при використанні ваги  $Q_2$ ;

$r$  - радіус шківів швейної машини.

Розв'язуючи спільно рівняння (4) і (5), з метою виключення з них моменту сил опору, знаходимо:

$$Q_1 r(\varphi_i - \varphi_o) - Q_2 r(\varphi_i - \varphi_o) = \frac{J_{ni}}{2}(\omega_{i1}^2 - \omega_{i2}^2) - \frac{J_{no}}{2}(\omega_{o1}^2 - \omega_{o2}^2), \quad (6)$$

або

$$2r(Q_1 - Q_2)(\varphi_i - \varphi_o) = J_{ni}(\omega_{i1}^2 - \omega_{i2}^2) - J_{no}(\omega_{o1}^2 - \omega_{o2}^2). \quad (7)$$

Якщо розбити повний оберт головного валу на велику кількість рівних частин, наприклад на  $m$  рівних частин, то можна рахувати, що на кожному малому куті повороту ( $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{n}$  - радіан) швидкість можна буде визначити з виразу:

$$\omega_i = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t_i}. \quad (8)$$

Тоді, приймаючи початок зрушення з місця за початкове положення, в випадку  $\varphi_o = 0$ ;  $\omega_{1o} = \omega_{2o} = 0$  можна записати:

$$2r(Q_1 - Q_2)\Delta\varphi_1 = J_{n1} \left[ \left( \frac{\Delta\varphi_1}{\Delta t_{11}} \right)^2 - \left( \frac{\Delta\varphi_1}{\Delta t_{21}} \right)^2 \right]. \quad (9)$$

З рівняння (9) визначаємо приведений момент інерції в кінці першого відрізка кута першого оберту  $\frac{2\pi}{n} = \Delta\varphi_1 = \varphi_1$ :

$$J_{n1} = \frac{2r(Q_1 - Q_2)\Delta t_{11}^2 \Delta t_{21}^2}{\Delta\varphi_1(\Delta t_{21}^2 - \Delta t_{11}^2)}, \quad (10)$$

де  $\Delta t_{11}^2; \Leftrightarrow \Delta t_{21}^2$  - час повороту валу приведення на кут  $\Delta\varphi_1$  при використанні ваг відповідно величиною  $Q_1$  і  $Q_2$ .

Повторюючи аналогічні підстановки і перетворення на всіх наступних поворотах, одержимо приведений момент інерції відносно осі вала приведення (головний вал швейної машини)

### Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Розглянуто основні механічні параметри що впливають на надійність та ефективність роботи швейного обладнання. Розроблено методи визначення механічних характеристик машин та механізмів легкої промисловості, зокрема приведення моменту інерції швейної машини. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні нових машин та удосконаленні існуючих.

### Література

1. Пишиков, В. О. Проектування швейних машин [Текст] : навч. посіб. для студ. вищих навч. закладів / В. О. Пишиков, Б. В. Орловський. — К. : Формат, 2007. — 320 с.
2. Спосіб вимірювання крутного моменту електродвигуна : пат. CN №107543640A [Електронний ресурс]. – Оpubл. 2017. – Режим доступу: <https://patents.google.com/patent/CN107543640A>.
3. Датчик крутного моменту (Torque sensor) : пат. EP №2734822A1 [Електронний ресурс]. – Оpubл. 2014. – Режим доступу: <https://patents.google.com/patent/EP2734822A1>.
4. Пристрій для вимірювання крутного моменту (Torque measuring unit) : пат. US №20060005637A1 [Електронний ресурс]. – Оpubл. 2006. – Режим доступу: <https://patents.google.com/patent/US20060005637>.
5. Спосіб визначення навантажувального моменту електропривода : пат. CN (аналогічні рішення) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://patents.google.com>.
6. Арндаренко В. М. Теорія механізмів і машин в прикладах і задачах [Електронний ресурс]. – Полтава, 2020. – Режим доступу: <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/62e7af1f-3e97-400d-8443-0a87140daa84/content>.

---

**References**

1. Pyshchikov, V. O. Proektuvannia shveinykh mashyn [Tekst] : navch. posib. dlia stud. vysshchykh navch. zakladiv / V. O. Pyshchikov, B. V. Orlovskiy. — K. : Format, 2007. — 320 s.
2. Sposib vymiriuvannia krutnoho momentu elektrodvyhuna : pat. CN №107543640A [Elektronnyi resurs]. — Opubl. 2017. — Rezhym dostupu: <https://patents.google.com/patent/CN107543640A>.
3. Datchyk krutnoho momentu (Torque sensor) : pat. EP №2734822A1 [Elektronnyi resurs]. — Opubl. 2014. — Rezhym dostupu: <https://patents.google.com/patent/EP2734822A1>.
4. Prystii dlia vymiriuvannia krutnoho momentu (Torque measuring unit) : pat. US №20060005637A1 [Elektronnyi resurs]. — Opubl. 2006. — Rezhym dostupu: <https://patents.google.com/patent/US20060005637>.
5. Sposib vyznachennia navantazhuvalnoho momentu elektropryvoda : pat. CN (analohichni rishennia) [Elektronnyi resurs]. — Rezhym dostupu: <https://patents.google.com>.
6. Arendarenko V. M. Teoriia mekhanizmiv i mashyn v prykladakh i zadachakh [Elektronnyi resurs]. — Poltava, 2020. — Rezhym dostupu: <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/62e7af1f-3e97-400d-8443-0a87140daa84/content>.