

УДК:  
677.052.9:621.

812-192

**РУБАНКА М.М.**

Київський національний університет технологій та дизайну

## **ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ ДЕТАЛЕЙ В'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН**

*На основі аналізу особливостей роботи в'язальних машин встановлена доцільність підвищення надійності та довговічності різьбових з'єднань їх деталей та вузлів. Запропоновано нову конструкцію різьбового з'єднання з використанням болтів, гайок та засобів, що запобігають їх само-відгвинчуванню, зумовленого вібрацією та динамічними навантаженнями. Запропоновано метод розрахунку різьбових з'єднань з засобом від само-відгвинчування гайки, виконаного у вигляді втулки з конічною поверхнею, розташованою в гайці. Представлена умова надійності та довговічності роботи запропонованого різьбового з'єднання.*

**Ключові слова:** в'язальна машина, різьбове з'єднання, надійність різьбового з'єднання, засіб від само-відгвинчування гайки.

### **IMPROVEMENT OF RELIABILITY OF THREADED CONNECTIONS OF KNITTING MACHINE ELEMENTS RUBANKA M.M**

*Kyiv National University of Technologies and Design*

*Based on analysis of knitting machines working features, the expediency of improvement of reliability and durability of threaded connections of their elements and units was determined. It was proposed the new construction of threaded connection using bolts, nuts and devices that prevent their self-unfastening, caused by vibration and dynamic loads. It was proposed the new method of calculation the threaded connections with device against self-unfastening of nuts, designed as a bolster with a conical surface, located inside the nut. It was presented the condition for reliability and durability of presented threaded connection.*

**Keywords:** knitting machine, threaded connection, reliability of threaded connection, device against self-unfastening of nuts.

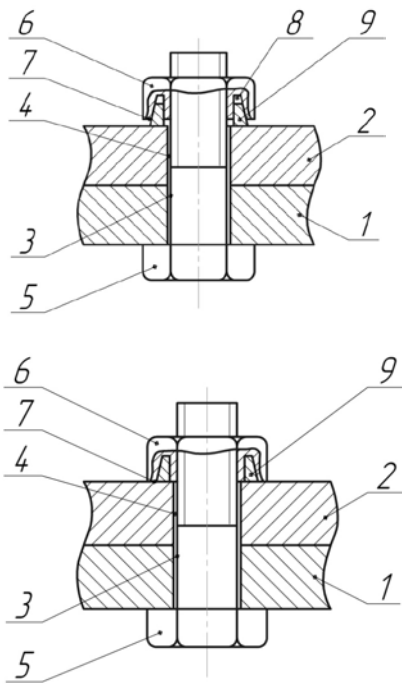
**Вступ.** Надійність та довговічність роботи в'язальних машин в значній мірі залежить від надійності з'єднання їх деталей. В сучасних вузлах та механізмах в'язальних машин більшість з'єднань деталей здійснюється за допомогою різьбових з'єднань. Недоліком відомих засобів, що запобігають само-відгвинчуванню різьбових з'єднань [1-5], є складність технологій їх виконання (корончаті гайки та ін.) та використання додаткових елементів (шплінти, штифти та ін.), що знижує ефективність їх використання (збільшення виробничих витрат на виготовлення). Враховуючи доцільність підвищення надійності та довговічності роботи різьбових з'єднань деталей в'язальних машин, проблема розробки нових конструкцій засобів, що запобігають само-відгвинчуванню різьбових з'єднань, та методів вибору їх робочих параметрів є актуальною для сучасного машинобудування, зокрема легкого.

**Постановка завдання.** Завданням досліджень є підвищення надійності та довговічності роботи різьбових з'єднань деталей та вузлів в'язальних машин шляхом розробки нової більш досконалої

конструкції засобу для запобігання само-відгвинчування гайки з'єднання та розробка методу його розрахунку.

**Результати дослідження.** Відоме різьбове з'єднання, що містить деталі з отворами, болт, встановлений в отвори, та корончату гайку, нагвинчену на болт [5]. Виконання засобу, що запобігає само-відгвинчуванню різьбового з'єднання у вигляді корончатої гайки та шплінта ускладнює конструкцію з'єднання та не дозволяє здійснити необхідну затяжку гайки, що призводить до зниження надійності роботи з'єднання.

Автор пропонує нову більш досконалу конструкцію різьбового з'єднання, представленого на рис. 1. На відміну від відомих з'єднань нове з'єднання обладнане конічною сталеву втулкою, розташованою в гайці, причому гайка зі сторони опорної поверхні містить конічне кільцеве гніздо, розташоване концентрично осі гайки, а конічна сталева втулка розташована в конічному кільцевому гнізді таким чином, що її кінець виступає за межі опорної поверхні.



**Рис. 1.** Різьбове з'єднання: а – в момент початку затяжки гайки; б – після затяжки гайки

Додаткове обладнання різьбового з'єднання конічною сталеву втулкою, розташованою в гайці, дозволяє здійснити надійність з'єднання деталей шляхом необхідної достатньої затяжки гайки та усунення її само-відгвинчування.

Запропоноване різьбове з'єднання містить деталі 1, 2, кожна з яких має отвір відповідно 3, 4, болт 5, встановлений в отвори 3, 4 деталей 1, 2, гайку 6 з опорною поверхнею 7 і конічним кільцевим гніздом 8, нагвинчену на болт 5, та конічну сталеву втулку 9, встановлену в конічне кільцеве гніздо 8 гайки 6.

Різьбове з'єднання здійснюється та працює таким чином. В отвори 3, 4 деталей 1, 2 встановлюється болт 5, на кінець якого нагвинчується гайка 6 з конічним кільцевим гніздом 8, в яке попередньо встановлена конічна сталеву втулку 9. Конічна сталеву втулку 9 розташована в гайці 6 таким чином, що її частина виступає за межі опорної поверхні 7 гайки. Далі гайка 6 нагвинчується на болт 5 до межі, необхідної для створення достатньої міцності і герметичності з'єднання деталей 1, 2. При цьому конічна сталеву втулку 9, оскільки воно виступає за межі опорної поверхні 7 гайки 6, деформується, щільно обтискуючи різьбу болта, що надійно запобігає само-відгвинчуванню гайки.

Умова надійності роботи запропонованого різьбового з'єднання наступна [5]:

$$\sqrt{\left(\frac{2T}{d}\right)^2 + Q^2} \leq \pi d l p f, \quad (1)$$

де  $T$  - крутний момент гайки;  
 $d$  - внутрішній діаметр сталеву втулки;  
 $Q$  - осьова сила, що діє на втулку при затяжці гайки;  
 $l$  - робоча довжина (висота) втулки;  
 $p$  - питомий тиск в зоні взаємодії втулки з болтом, згідно з [5]:

$$p = \frac{\Delta \cdot 10^2}{d \left( \frac{c_1}{E_1} + \frac{c_2}{E_2} \right)} \text{ Н/мм}^2; \quad (2)$$

де  $\Delta$  - розрахунковий натяг з'єднання втулки з болтом;

$c_1, c_2$  - коефіцієнти [5],

$$c_1 = \frac{d^2 + d_1^2}{d^2 - d_1^2} - \mu_1; \quad c_2 = \frac{d_2^2 + d^2}{d_2^2 - d^2} + \mu_2; \quad (3)$$

де  $E_1, E_2$  - модулі пружності матеріалів втулки та гайки;

$d_1, d_2$  - зовнішній діаметр різьби та середній зовнішній діаметр втулки;

$\mu_1, \mu_2$  - коефіцієнти Пуассона гайки та втулки;

$f$  - коефіцієнт тертя пари втулка-гайка.

Згідно з теорією гвинтової пари [5]:

$$T_{en} = T = Q \frac{d_p}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + T_{on}, \quad (4)$$

де  $T_{en}$  - крутний момент гвинтової пари;

$d_p$  - середній діаметр різьби;

$\alpha$  - кут підйому різьби,  $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{s}{\pi d_p}$ ;

$s$  - крок різьби;

$\rho$  - приведений кут тертя різьби;

$T_{on}$  - момент сил тертя опори (торця) гайки,

$$T_{on} = \frac{1}{3} Q f_1 \frac{D_1^3 - D_2^3}{D_1^2 - D_2^2}; \quad (5)$$

де  $f_1$  - коефіцієнт тертя пари гайка-деталь з'єднання;

$D_1, D_2$  - зовнішній та внутрішній діаметри торця гайки.

З метою забезпечення зручності експлуатації різьбового з'єднання доцільно задовольняти умову:

$$\beta \geq 1, \gamma = 1, \operatorname{arctg} f_2, \quad (6)$$

де  $\beta$  - кут нахилу конічної поверхні втулки;  $\gamma$  - кут тертя пари втулка-гайка;

$f_2$  - коефіцієнт тертя пари втулка-гайка.

**Висновки.** Виконані дослідження показують наступне:

- встановлено, що з метою підвищення надійності та довговічності роботи в'язальних машин, доцільно удосконалювати різьбові з'єднання їх деталей;

- запропоновано нову конструкцію різьбового з'єднання з використанням болтів, гайок та засобів, що запобігають їх самовідгвинчуванню, зумовленого вібрацією та динамічними навантаженнями в'язальних машин;

- розроблено метод розрахунку різьбових з'єднань з засобом від самовідгвинчування гайки, виконаного у вигляді втулки з конічною поверхнею, розташованою в гайці;

- результати досліджень можуть бути використані при удосконаленні діючих та при розробці нових типів в'язальних машин.

#### Список використаних джерел

1. Хомяк О.М. З'єднання деталей машин / О.М. Хомяк, С.О. Ловеїкіна. – К. : КНУТД, 2002. – 63 с.

2. Зенкін М.А. Методи підвищення надійності та довговічності деталей та вузлів машин легкої промисловості / М.А. Зенкін, Б.Ф. Піпа. – К. : КНУТД, 2003. – 264 с.

3. Курмаз Л.В. Детали машин. Проектирование : справочное учебно-методическое пособие / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда. – М. : Высшая школа, 2004. – 309 с.

4. Піпа Б.Ф. Нові конструкції деталей, вузлів та механізмів машин / Б.Ф. Піпа, О.М. Хомяк, А.І. Марченко. – К. : КНУТД, 2006. – 322 с.

5. Піпа Б. Ф. Детали машин : підручник / Б. Ф. Піпа, О. М. Хомяк, А. І. Марченко. – К. : КНУТД, 2011. – 358 с.

#### References

1. Homjak O.M., Lovejkina S.O. (2002) Z'jednannja detalej mashyn [Connection of machine elements]. Kyiv: KNUTD. (in Ukrainian)

2. Zenkin M.A., Pipa B.F. (2003) Metody pidvyshhennja nadijnosti ta dovgovichnosti detalej ta vuzliv mashyn legkoi' promyslovosti [Methods of improving the reliability and durability of elements and units of light industry machines]. Kyiv: KNUTD. (in Ukrainian)

3. Kurmaz L.V., Skojbeda A.T. (2004) Detali mashin. Proektirovanie [Machine elements. Design]. Moscow: Vysshaja shkola. (in Russian)

4. Pipa B.F., Homjak O.M., Marchenko A.I. (2006) Novi konstrukcii' detalej, vuzliv ta mehanizmiv mashyn [New design of elements, units and mechanisms of machines]. Kyiv: KNUTD. (in Ukrainian)

5. Pipa B.F., Homjak O.M., Marchenko A.I. (2011) Detali mashyn [Machine elements]. Kyiv: KNUTD. (in Ukrainian)

**ORCID ID:** [orcid.org/0000-0003-2367-0333](https://orcid.org/0000-0003-2367-0333)

#### Міжнародна науково-практична конференція

#### «МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ: ІННОВАЦІЇ ТА ІНЖИНІРИНГ»

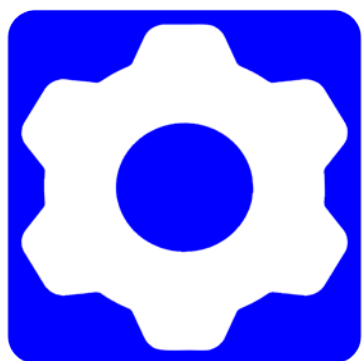
Дата проведення: **15 червня 2017 р.**  
Місце проведення: Київський національний університет технологій та дизайну (Україна, м. Київ, вул. Немировича-Данченка, 2, кор. 1, поверх 4, Зал Вченої Ради)

E-mail: [msie@knutd.com.ua](mailto:msie@knutd.com.ua)

**Тел. +38 (066) 299-13-64**

*Хімичева Ганна Іванівна*

#### The International scientific - practice conference



**MSIE  
2017**

**Mechatronics systems: innovation and engineering**