

Кулинич А. І., самозайнятий, м. Київ,
Ніщенко І. О., Львівський нац. аграр. ун-т,
кафедра фізики та інженерної механіки

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДАВАЧА МАГАЗИНУ ДЛЯ ГАЙОК

© Кулинич А. І., Ніщенко І. О., 2015

У статті розглянуто загальне функціонування магазину для гайок, який здійснює механізовану подачу гайок в головку різьбозагвинчувального пристрою і їх забирання з головки під час складання і розбирання різьбових з'єднань машин. Магазин оснащений давачем сигналу про подачу гайок в головку, який містить торове еластичне кільце. Давач періодично пересувається разом з подаваними гайками, за рахунок їх охоплення по шестиграннику внутрішнім деформованим отвором тору кільця, при подачі у нього стисненого повітря. Подано обґрунтування залежності розміру цього отвору від тиску повітря і механічних властивостей матеріалу кільця.

Ключові слова – магазин, гайка, давач, тор, еластичне кільце, стиснене повітря.

The article deals with the general functioning of magazine for nuts, which provides the mechanized feeding of nuts into the head of the thread and screwed up device and their removal from the head during assembly and disassembly of threaded connections of machines. The magazine is equipped with the signaling sensor of feed of nuts into the head, which contains the tor elastic ring. The sensor moves periodically together with the supplied nuts, due to their coverage on a hexagon by the internal deformed opening of the torus ring, when feeding the compressed air into it. Justification of dependence of the size of this opening on air pressure and mechanical properties of material of the ring is given.

Keywords – magazine, nut, sensor, tor, elastic ring, compressed air.

Постановка проблеми. Для підвищення надійності і продуктивності виконання різьбоскладальних операцій під час виготовлення і ремонту машин застосовують різні механізовані і автоматизовані засоби. Наприклад, ручні пневматичні і електричні гайкокрути, пневматичні і електричні різьбозагвинчувальні головки, торцеві головки для захоплення гайок і шайб, пристрої для подачі гайок в головки гайкокрутів, гайкокрути з магазинами для гайок тощо.

Для подачі гайок в головки і їх забирання з головок служить магазин для гайок [8], оснащений давачем, який подає сигнали про виконання цих операцій. Це нова розробка і обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів такого давача в літературних джерелах відсутнє.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час розбирання і складання різьбових з'єднань механізованими і автоматизованими засобами важливу роль виконують способи і пристрої для подачі гайок в торцеві головки гайкокрутів і їх виймання з головок. Для цього використовують спеціальні касети [1, 2], гайкокрути з вбудованими магазинами для гайок [1, 3], гайкокрути з автоматичною подачею гайок [4, 5], торцеві головки з захопленням шайб [6, 7], магазини для подачі гайок в торцеві головки і забирання з головок [8].

З наведених пристроїв торцеві головки [6, 7] можна використовувати в парі з ручними воротками або в різних гайкокрутах в комплекті з магазином для гайок [8].

На рис. 1 показано фрагмент конструкції магазину для гайок [8] в комплекті з торцевою

електропневмоклапан припиняє подачу стисненого повітря у пневмопривід штока 23, який пружиною піднімається вгору і конус 25 звільняє пелюстки цанги 24 від розтискання. Гайка звільняється від затискання під дією наступної гайки торцевої головки 5, опускається вниз і штовхає поршень 3 також вниз. Цикл повторюватиметься поки гайки не заповнять весь магазин.

Формулювання цілі статті. Давач магазину для гайок (Рис. 2) складається з жорсткого корпусу 1 і торового еластичного, наприклад гумового, кільця 2, яке в мініатюрі нагадує пневмокамеру колеса автомобіля. Через штуцер 3 в кільце 1 можна подавати стиснене повітря з певним тиском p . Зовнішнім діаметром D_2 корпус 1 давача рухомо базується у пневмоциліндрі 4 магазину для гайок (Рис. 1). Внутрішній отвір

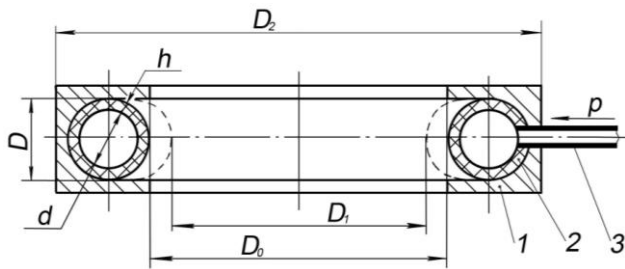
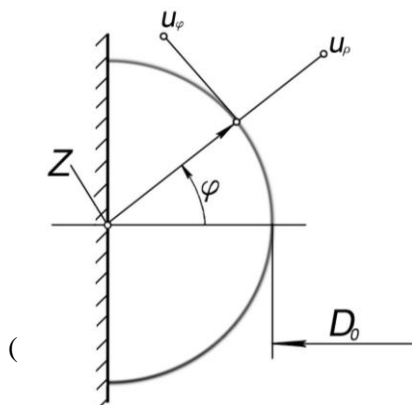


Рис. 2. Давач магазину для гайок

рухаються разом зі стовпчиком (Рис. 1) гайок 1, виступ 12 давача 11 взаємодіє з мікроперемикачем 13, який вмикає сигнал про подачу гайки в торцеву головку.

Завданням нашого дослідження є теоретичне обґрунтування значення внутрішнього діаметра D_1 тора еластичного кільця 2 після деформації під дією стисненого повітря. Це значення залежить від матеріалу кільця 2, початкового розміру діаметру D_0 внутрішнього отвору тору, поперечного перерізу кільця 2 і тиску повітря p , яке в нього поступає.

Виклад основного матеріалу. Для виконання необхідних теоретичних обґрунтувань деформації еластичного кільця давача магазину для гайок скористаємося розрахунковою



схемою, поданою на рис. 3. Під тиском повітря p , яке подається у кільце 2 через штуцер 3, воно деформується тільки у внутрішньому напрямі в сторону його вісі, бо зовнішньою боковою стороною опирається на закруглену виточку корпусу 1. Переміщення точок гумового кільця у циліндричній системі координат шукаємо у вигляді [9]

$$u_{\varphi} = \frac{ar}{2} \sin 2\varphi, \quad u_{\rho} = br(1 + \cos 2\varphi), \quad u_z = 0,$$

де u_{φ} – кутові переміщення точок кільця;

u_{ρ} – радіальні переміщення точок кільця;

u_z – переміщення точок кільця по осі Z ;

a – коефіцієнт пропорційності;

r – середній радіус поперечного перерізу стінки кільця,

$$r = \frac{D + d}{4};$$

b – коефіцієнт, що визначається з умови мінімуму повної енергії кільця.

Рис. 3. Розрахункова схема кільця давача магазину для гайок

Тоді лінійні деформації в напрямку координатних осей будуть такими:

$$\varepsilon_r = \frac{\partial u_\rho}{\partial \rho} = 0;$$

$$(2) \quad \varepsilon_\varphi = \frac{u_\rho}{r} = a \cos 2\varphi + b(1 + a \cos 2\varphi);$$

$$\varepsilon_z = \frac{-2rb(1 + \cos 2\varphi) \cos \varphi}{(D_0 + 2r - 2r \cos \varphi)} = - \frac{b(1 + \cos 2\varphi) \cos \varphi}{\eta + 1 - \cos \varphi},$$

де $\eta = \frac{D_0}{2r}$.

$$\text{При } \varphi = \pm \frac{\pi}{2}, \quad \varepsilon_\varphi = -a, \quad z = 0, \quad \sigma_\varphi = \frac{pd}{2h},$$

де σ_φ – нормальні напруження в кільцевому напрямку;

d – внутрішній діаметр кільця;

h – товщина стінки кільця;

p – тиск повітря.

З іншого боку, за законом Гука [9]

$$\sigma_\varphi = \frac{E}{(1 - \nu^2)(\varepsilon_\varphi + \nu \varepsilon_z)},$$

(3)

де E – модуль Юнга гуми;

ν – коефіцієнт Пуассона гуми.

Звідси знаходимо значення коефіцієнта a

$$a = - \frac{pd(1 - \nu^2)}{2hE}$$

(4)

Запишемо вираз для потенціальної енергії, яка нагромаджується в гумі під час деформації

$$\Pi = \frac{E}{1 - \nu^2} \iiint_V (\varepsilon_\varphi^2 + \varepsilon_z^2 + 2\nu \varepsilon_\varphi \varepsilon_z) dV$$

(5)

Надалі, доданком ε_z^2 нехтуємо, тому що він значно менший за два інші.

Враховуючи, що

$$dV = \pi h 2r^2 (\eta + 1 - \cos \varphi) d\varphi$$

і вирази для ε_φ і ε_z , формула (5) матиме вигляд

$$\Pi = \dots (a \cos 2\varphi + b(1 + \dots \cos 2\varphi)) -$$

-

$$2\nu \cos \varphi) d\varphi. \quad (6) \quad] (\eta + 1 -$$

Роботу зовнішніх сил (тиск p) обчислюємо за формулою [9]

$$A = \pi r^3 \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} b (\eta + 1 - \cos \varphi) (1 + \cos 2\varphi) d\varphi = \pi r b \left(\dots - \dots \right). \quad (7)$$

Тоді повна енергія системи

$$U = \Pi - A.$$

Згідно варіаційному принципіві прийняті переміщення повинні забезпечити мінімум повної енергії, тобто

$$\frac{\partial U}{\partial b} = 0.$$

(8)

В розгорнутому вигляді умова (8) набирає вигляду:

$$\cos 2\varphi) (\eta + 1 - \cos \varphi) d\varphi - \dots (\text{acos}2\varphi + b(1 + \cos 2\varphi))(1 +$$

$$(\text{acos}2\varphi + 2 b(1 + \cos 2\varphi))(1 + \cos 2\varphi)\cos \varphi d\varphi = \pi r^3 \left((\eta + 1)\pi - \frac{8}{3} \right). \quad (9)$$

Після обчислення інтегралів одержимо

$$a((\eta + 1) \dots - (1 + \nu) \dots) + b \left((\eta + 1) \frac{3\pi}{2} - (1 + 2\nu) \frac{64}{15} \right) = \frac{pr(1 - \nu^2)}{2Eh} ((\eta$$

$$+ 1)\pi - \dots \quad (10)$$

Звідси знаходимо значення b

$$b =$$

$$\dots \quad (11)$$

$$\text{Тоді} \quad D_1 = D_0 - 2bd.$$

Висновки. Представлено і розглянуто робочу частину магазину для гайок і його загальне функціонування, який призначений для механізованої подачі гайок в головку гайкокрута перед нагвинчуванням і їх забирання з головки і складування після відгвинчування. Проаналізовано роботу давача сигналу магазину про подачу гайок в головку гайкокрута, який містить торове еластичне трубчасте кільце. Розроблено математичну модель залежності значення діаметра внутрішнього деформованого отвору тору еластичного трубчастого кільця давача, що охоплює і затискає гайки по шестиграннику. Це значення залежить від його матеріалу, початкових розмірів отвору тору, поперечного перерізу кільця і тиску повітря, яке в нього поступає. Математичну модель можна використати під час проектування магазину для гайок, щоб розрахувати розміри давача для конкретних розмірів гайок.

1. Чухрай, В., Кулинич, І. Механізація складання різьбових з'єднань / В. Чухрай, І. Кулинич // Вісник Львівського державного аграрного університету: "Агроінженерні дослідження". – Львів: Львів. держ. агроуніверситет, 2000. – № 4. – С. 200-207. 2. Кулинич І. Я. Технологічно-адаптивне забезпечення складання різьбових з'єднань машин: дис. ... канд. техн. наук. : 05.02.08 / І. Я. Кулинич; Львівський нац. агр. ун-т. – Д., 2005. – 187 с. 3. А. с. 925622 ССРСР, МПК В25В 23/06. Гайковерт / Ю. И. Якубовский (СССР). – № 2653890/25-28; заявл. 08.08.78; Опубл. 07.05.82, Бюл. № 17. 4. Кулинич І. Я. Пат. 29891А Україна, МПК В23Р 19/06. Автоматичний гайковерт / І. Я. Кулинич., Б. Т. Хлестун; Заявник і патентовласник: Кулинич Іван Якович, заявл. 07.10.97; опубл. 15.11.2000, Бюл. № 6-ІІ. 5. Пат. 52-37239 Японія, МПК В25В 23/04. Різьбозагвинчувальна пневматична машина з автоматичною подачею гайок / Муракадо Хіросі, Каванабе Осаму (Японія); Nut clamping device [Німто сейко к.к.]. – № 49-117504; заявл. 12.10.74; опубл. 21.09.77. 6. Кулинич І. Я. Пат. 20194U Україна, МПК(2006) В23Р 19/06, В25В 21/00. Головка гайковерта / І. Я. Кулинич, А. І. Кулинич, І. В. Паньків.; Заявник і патентовласник: Львівський держ. аграр. ун-т; заявл. 10.07.2006; опубл. 15.01.07, Бюл. №1. 7. Кулинич А. І. Пат. 104256 С2 Україна, МПК (2013.01), В23Р 19/06 (2006.01), В23В 21/00, В25В 23/00, В25В 13/00, В25В 13/00. Головка для кріпильних виробів з захопленням шайби / А. І. Кулинич, І. Я. Кулинич; Заявники і патентовласники: Кулинич І. Я.; заявл. 19.02.2013; опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1. 8. Кулинич А. І. Пат. 104535 С2 Україна, МПК (2014.01), В25В 23/00, В23Р 19/00. Магазин для гайок / А. І. Кулинич, І. Я. Кулинич; Заявники і патентовласники: Кулинич А. І., Кулинич І. Я.; заявл. 02.01.2013; Опубл. 10.02.2014, Бюл. № 3. 9. Писаренко Г. С. Опір матеріалів. Підручник / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Е. С. Уманський; за ред. Г. С. Писаренко. – 2-ге вид., доп. і перероб. – Київ: Вища шк., 2004. – 655 с.