

УДК 621.883

DOI:

Красовський С. С., Хорошайло В. В., Загребельний С. Л., Гурковська С. С.

КЛАСИФІКАЦІЯ ІМПУЛЬСНО-ФРИКЦІЙНИХ ГАЙКОВЕРТІВ

Імпульсно-фрикційні гайковерти – це новий вид гайковертів, якому в останні роки приділяється велика увага із-за питань модернізації в його конструкції [1, 2]. Тому питання класифікації гайковертів на даному етапі розгляду проблеми є дуже актуальним. В якості критеріїв розподілу конструкцій на класи вибираються різні критерії: тип приводу, наявність або відсутність маховика, конструкція фрикційного вузла і т. д. Залежно від цих критеріїв імпульсно-фрикційні гайковерти можна розподілити на п'ять класів, рис. 1.

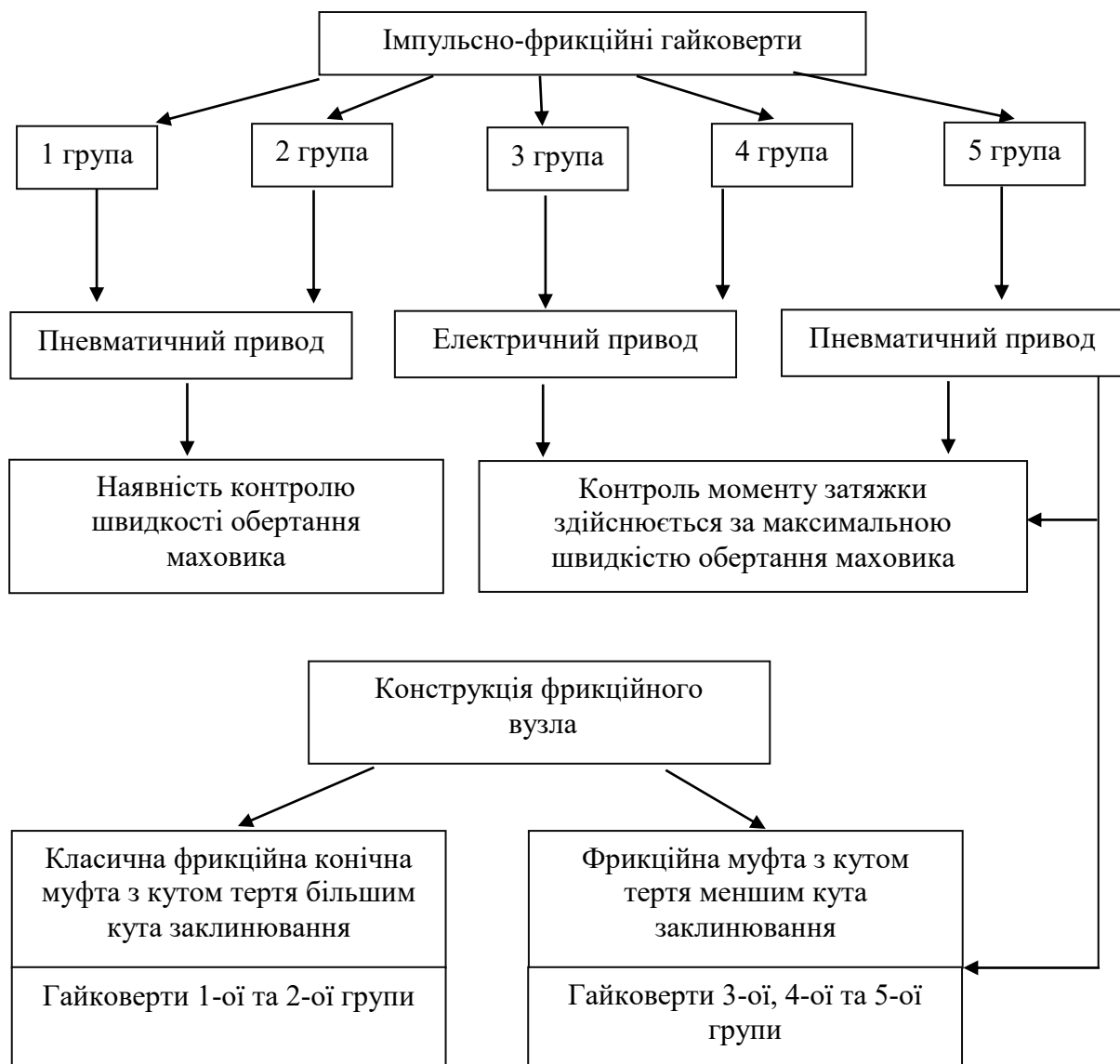


Рис. 1. Класифікація імпульсно-фрикційних гайковертів

Така класифікація дозволяє якісно оцінити конструкцію імпульсно-фрикційного гайковерта у кожному класі і вибрати найбільш оптимальну схему конструкції гайковерта для збірки різьбових з'єднань [3].

До першої групи імпульсно-фрикційних гайковертів відносяться гайковерти з пневматичним приводом, в конструкції яких, застосовується класична конічна фрикційна муфта, при цьому фрикційний момент, що передається на різьбове з'єднання контролюється наявністю механізмів, що контролюють швидкість обертання маховика.

Найбільш типові конструкції відносяться до першої групи – це імпульсно-фрикційні гайковерти [4]. Приклад такої конструкції показано на рис. 2.

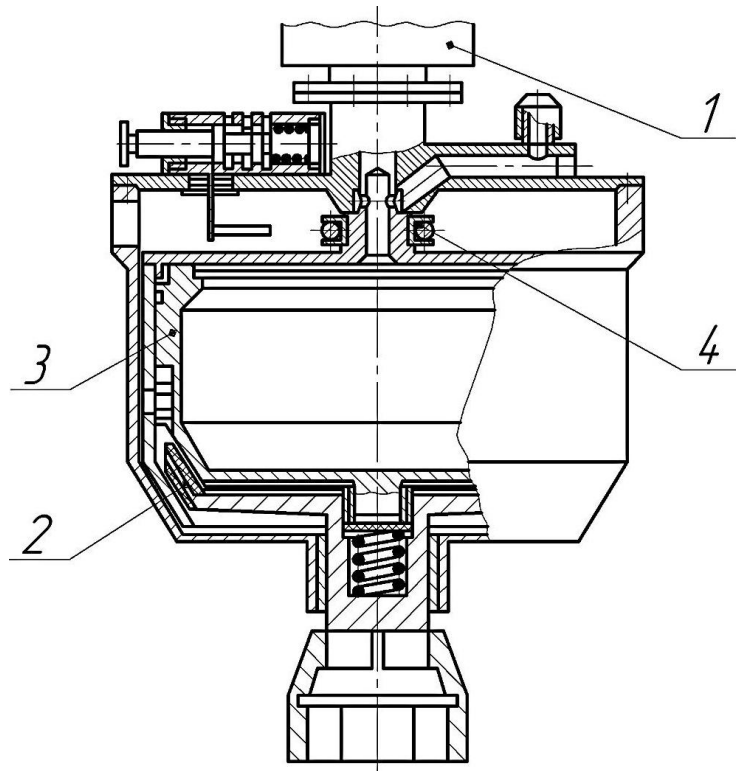


Рис. 2. Приклад конструкції гайковерта першої групи

Ця конструкція включає в себе: 1 – пневматичний привід, 2 – фрикційну муфту, 3 – маховик, 4 – механізм управління швидкістю маховика.

Після включення гайковерта за допомогою пневмопривода 1 маховик 3 розганяється до швидкості обертання, яка задається пристроєм управління швидкості 4. При досягненні потрібної швидкості маховика 3, механізм управління 4 перемикає подачу стислого повітря від приводу 1 у поршневу порожнину маховика 3 при цьому спрацьовує фрикційна муфта 2 і вся накопичена енергія маховика 3 передається через муфту 2 на різьбове з'єднання, що затягується.

Імпульсно-фрикційні гайковерти першого класу мають ряд істотних недоліків, головний з яких те, що вони не забезпечують потрібний момент затягування.

Розглянути механіку імпульсно-фрикційного механізму можна на наступній моделі [5]. (рис. 3). Імпульсно-фрикційний механізм діє таким чином: ланці 1 повідомляється задана кутова швидкість, після чого відбувається фрикційна взаємодія його з ланкою 2, яка, обертаючись, виконує корисну роботу. Використовуючи ці механізми в імпульсно-фрикційному гайковерті, будемо надалі ланку 1 називати маховиком, а ланку 2 – ключем.

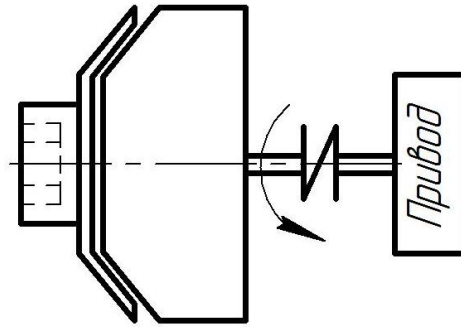


Рис. 3. Модель механіки імпульсно-фрикційного механізму

Розглянемо динамічну модель процесу затягування різьбового з'єднання за допомогою імпульсно-фрикційного гайковерта, в якій коефіцієнти тертя спокою і ковзання, а також радіус тертя фрикційного вузла вважаються постійними протягом процесу.

Фрикційний момент визначимо наступним чином:

$$M_f(t) = \begin{cases} k_f R \\ V k_f C \end{cases} \quad (1)$$

де $k_f = f_p$

f – тертя ковзання фрикційної пари;

R – радіус тертя;

V_k – відношення коефіцієнта тертя спокою до коефіцієнта тертя ковзання;

C – залежність зусилля, яке притискає дугу до одного елемента фрикційної пари в залежності від часу;

Залежність моменту сил опору затягування M_R від кута повороту ключа гайки φ_2 виражається формулою:

$$M_R(\varphi_2) = k_R \varphi_2, \quad (2)$$

де

$$k_R = \frac{k S d}{2\pi (\lambda_\sigma + \lambda_\delta)}, \quad (3)$$

k – приведений коефіцієнт тертя в різьбовому з'єднанні;

d – середній діаметр різьби;

S – крок різьби;

$\lambda_\sigma, \lambda_\delta$ – податливість, відповідно болта та деталей, які з'єднуються.

В процесі затяжки на етапі сковзання маховика відносно ключа чергуються з етапами їх відносного спокою, як це показано на графіку (рис. 4). Система диференціальних рівнянь руху маховика и ключа має наступний вигляд:

На етапі сковзання –

$$\begin{cases} J_{1\varphi_1} = -M_f(t) \\ J_{2\varphi_2} = M_f(t) - M_R(\varphi_2) \end{cases} \quad (4)$$

на етапі спокою:

$$\begin{cases} J_1 \ddot{\varphi}_1 = -M_f(t) \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 = M_f(t) - M_R(\varphi_2), \\ \dot{\varphi}_1 = \dot{\varphi}_2 \end{cases} \quad (5)$$

де

J_1, J_2 – моменти інерції, відповідно, маховика та ключа;

φ_1 - кут повернення маховика;

φ_2 - кут повернення гайки

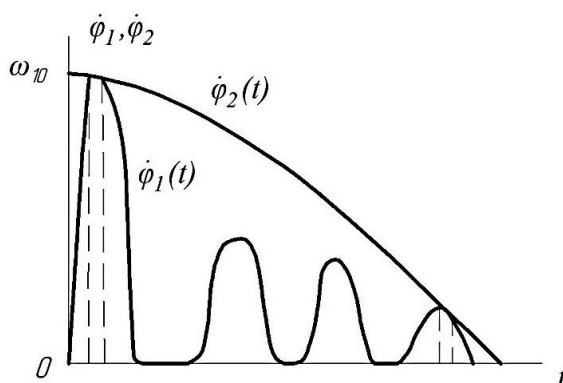


Рис. 4. Етапи сковзання маховика відносно ключа чергуються з етапами їх відносного спокою

У системі (4) момент сили тертя спокою $M_f(t)$ – деяка невідома функція від t , що задовольняє нерівності $M_f(t) < M_f(t)$, яку використовуючи можна привести до вигляду $M_R \varphi_2(t) < (1 + \zeta) M_f(t)$, де $\zeta = J_2 / J_1$. Внаслідок ефекту самогальмування різьби, рух ключа з від’ємною кутовою швидкістю виключається. Тому, якщо на деякому етапі сковзання із вирішення системи $\varphi_2(t_{20} + 0) < 0$, то з моменту часу t_{2s} друге рівняння системи (5) треба замінити на тотожність $M_f(t_{2s} + 0) > M_R \varphi_2(t_{20})$ і $\dot{\varphi}_1(t_{2s} + 0) > 0$. Після моменту часу t_{2s} знову має місце друге рівняння системи (5). Початковими умовами руху для першого етапу будуть

$$\varphi_1(t_1) = 0, \dot{\varphi}_1(t_1) = \omega_{10}, \varphi_2(t_1) = 0, \dot{\varphi}_2(t_1) = 0,$$

де ω_{10} – кутова швидкість маховика у момент початку фрикційної взаємодії його з ключем.

На наступних етапах початкова умова визначається додаванням вирішень на стиках суміжних етапів. Моменти часу переходу від сковзання до відносного спокою та від відносного спокою до наступного сковзання визначається за інструкцією наступним чином:

$$t_{2m} = \min \left\{ t_{2m-1}, \varphi_1(t) = \varphi_2(t) \right\}$$

де $\varphi_1(t), \varphi_2(t)$ – перші інтеграли системи (5) при $t > t_{2v-1}$;

Основний недолік імпульсно-фрикційних гайковертів першої групи є те що вони забезпечують відносно невеликий момент затягування. Цих недоліків частково позбавлені ім-

пульсно-фрикційні гайковерти другої групи, приклад конструкції якої наведено на рис. 5 [6].

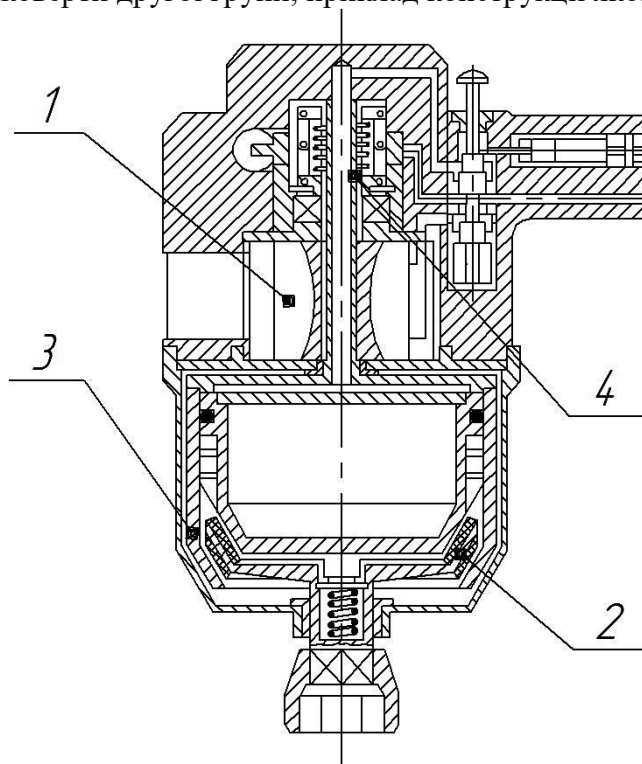


Рис. 5. Імпульсно-фрикційний гайковерт другої групи

Найбільш ефективне використання імпульсно-фрикційних гайковертів другої групи є в так званому режимі вільний розгін ключа, при якому затяжка здійснюється за один обертальний імпульс великої енергії, причому ключ гайковерту (з гайкою) має можливість вільно розігнатися на ділянці нагвинчування різьбового з'єднання. В цьому випадку ефективність процесу затяжки може бути максимальною.

Відмінною особливістю імпульсно-фрикційного гайковерта третьої групи є те, що вони оснащені електричним приводом, а замикання фрикційної муфти здійснюється електромагнітом, рис. 6 [7, 8, 9].

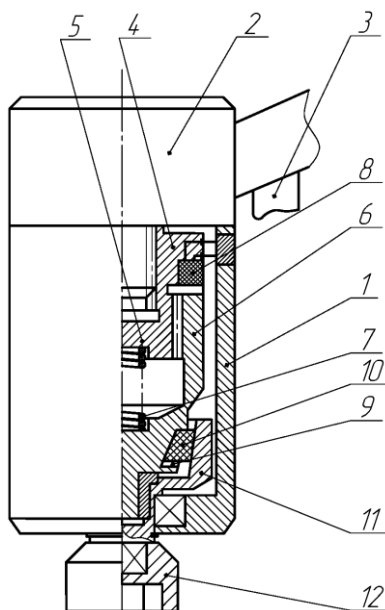


Рис. 6. Імпульсно-фрикційний гайковерт третьої групи

Імпульсно-фрикційний гайковерт третьої групи працює таким чином. Після підключення електромережі оператор натисненням на пусковий гачок 3 вмикає електропривід 2, розміщений в корпусі 1, розганяє складовий маховик 4. При досягненні номінальної кутової швидкості маховика, оператор відпускає спусковий гачок 3, при цьому електропривід 2 вмикається, а вмикається електромагніт 8, який переміщує рухому частину маховика 6 в осьовому напрямку відносно нерухомих частин маховика 5, стискаючи пружину 7. Таким чином відбувається вмикання фрикційної муфти, тобто внутрішня конічна поверхня шпинделя 11 притискається до фрикційних елементів 10, встановлених у радіальних пазах 9. При цьому вся накопичена складовим маховиком 4 енергія передається через шпиндель 11 на торцевий гайковий ключ 12 для затягування різьбового з'єднання.

Гайковерти четвертої групи об'єднують в собі функції імпульсно-фрикційних гайковертів, а також ударних гайковертів. До їх складу необхідно віднести імпульсно-фрикційний гайковерт рис. 7 [10].

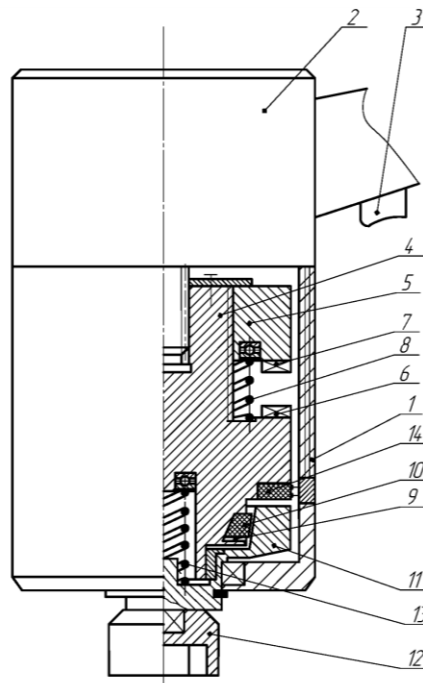


Рис. 7. Імпульсно-фрикційний гайковерт четвертої групи

Імпульсно-фрикційний гайковерт містить корпус 1, в якому розміщено електропривід 2 з пусковим гачком 3, маховик 4 з ударником 5 на різьбовій частині. На торцевих поверхнях маховика 4 та ударника 5 виконані кулачки 6 і 7 відповідно, між яких встановлено пружину 8. В радіальних пазах 9 маховика 4 встановлені фрикційні елементи 10, з зазором по відношенню до внутрішньої конічної поверхні шпинделя 11, на якому розміщується гайкова голівка 12. Поміж маховиком 4 та шпинделем 11 встановлено пружину 13. На маховику 4 також встановлено електромагніт 14. Кулачки 6 маховика 4 оснащені п'єзокристалами 15, електрично з'єднаними з автономним джерелом живлення 16.

Імпульсно-фрикційний гайковерт працює наступним чином. Після натиснення оператором на пусковий гачок 3 вмикається електропривід 2, розміщений в корпусі, при цьому починає обертатися маховик 4. При досягненні номінальної кутової швидкості маховика 4, оператор відпускає пусковий гачок 3, при цьому електропривід 2 вмикається, а вмикається електромагніт 14, який переміщує маховик 4 в осьовому напрямку, пружина 13 стискається, а фрикційні елементи 10, встановлені в радіальних пазах 9, притискаються до внутрішньої

конічної поверхні шпинделя 11, за рахунок чого він починає обертатися разом з гайковою голівкою 12, створюючи момент затяжки на різьбовому з'єднанні. В цей час падає кутова швидкість системи маховик-шпindel-гайкова голівка і при цьому ударник 5, який мав однакову початкову швидкість з маховиком 4 переміщується за інерцією обертання по ходовій різьбі маховика 4, стискаючи пружину 8. В кінці свого осевого переміщення ударник 5 завдає удар кулачками 7 по кулачкам 6, що створює додатковий ударний імпульс, який передається на систему маховик 4 – шпindel 11 – гайкова голівка 2. При цьому вся накопичена енергія інерційним елементом передається на п'єзокристали 15 і отриманий заряд електричної енергії передається до автономного джерела живлення 16.

Таким чином частина потенційної енергії інерційного елемента перетворюється в електричну енергію зарядки автономного джерела живлення 16.

Застосування запропонованого імпульсно-фрикційного гайковерта дає змогу поширити область застосування та поширити ефективність збирання різьбових з'єднань у різних галузях промисловості, а також значно збільшує термін використання гайковерта до перезарядки, так як дозарядження відбувається при роботі самого гайковерта.

Імпульсно-фрикційні гайковерти п'ятої групи, рис. 8 [11], це перфратори, які обладнані пристроєм переключення режиму роботи, що складається з комбінованої гайки, виконаної з внутрішньою конічною поверхнею і проточкою, де розміщені кульки, що одночасно є підшипником, при затягуванні якої інструмент працює як гайковерт, а при попусканні – як перфратор.

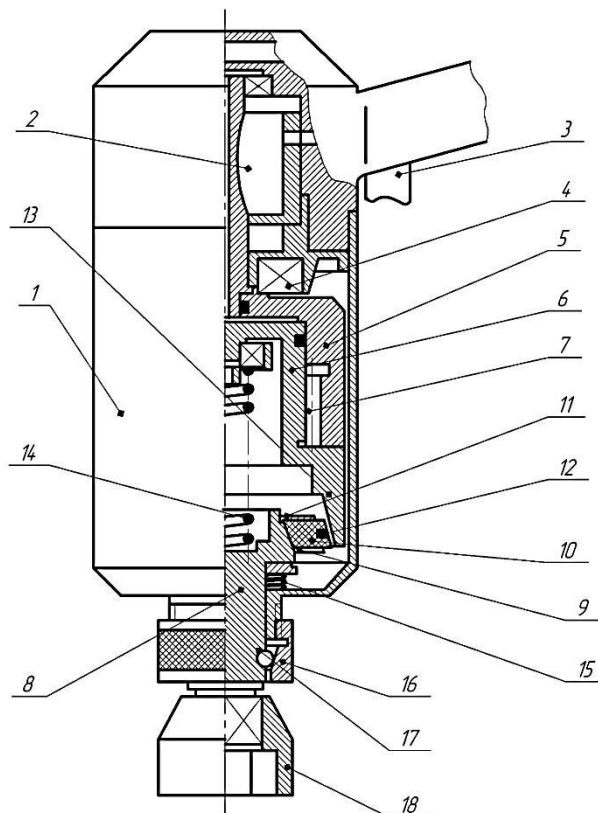


Рис. 8. Імпульсно-фрикційний гайковерт п'ятої групи

Фрикційний перфратор містить корпус 1, у якому розміщені пневмодвигун 2 з пусковим гачком 3, складовий маховик 4, який складається з гільзи 5 і поршня 6, встановленого в гільзу 5 за допомогою шліців 7, що виключають їхній взаємний поворот. У верхній частині шпинделя 8 виконані радіальні клинові пази 9, у яких встановлені фрикційні елементи 10, підпружинені в осьовому напрямку пружинами 11, а в радіальному пружиною 12. Між корпусу-

сом 1 і шпindelем 8 встановлена пружина 15. У нижній частині корпусу 1 встановлена, за допомогою різьбового з'єднання, комбінована гайка 16, виконана з внутрішньою конічною поверхнею і проточкою, де розміщені кульки 17. У нижній частині шпindelя 8 встановлений патрон 18. Для підведення стиснутого повітря до пневмодвигуна 2 у корпусі 1 виконано канал 19, а для подачі стиснутого повітря в поршневу порожнину 20 – канал 21.

Фрикційний перфоратор працює таким чином. Після підключення перфоратора до мережі стислого повітря оператор натисненням на пусковий гачок 3 з'єднує канал 19 з мережею стислого повітря, при цьому пневмодвигун 2, розміщений у корпусі 1, розганяє складовий маховик 4. При досягненні номінальної кутової швидкості маховика, оператор відпускає пусковий гачок 3, при цьому пневмодвигун 2 відключається від мережі, а канал 21 підведення стислого повітря у поршневу порожнину 20 з'єднується з мережею стислого повітря. Стисле повітря потрапляючи до порожнини 20 переміщує поршень 6 в осьовому напрямку, стискаючи пружину 14 відбувається заклинювання фрикційної муфти, тобто робоча конічна поверхня 13 поршня 6 притискається до фрикційних елементів 10, встановлених у радіальних пазах 9 шпindelя 8 та підпружинених у осьовому напрямку пружинами 11 та в радіальному пружиною 12. При цьому вся накопичена складовим маховиком 4 енергія передається через шпindel 8 та патрон 18 на інструмент, який закріплено у патрон 18. Завдяки тому, що перфоратор обладнаний комбінованою гайкою 16, яка виконана з внутрішньою конічною поверхнею і проточкою, де розміщені кульки 17, є можливість переключати режим роботи. Якщо гайка 16 затягнута, то перфоратор можливо використовувати як гайковерт імпульсно-фрикційної дії, тобто є можливість затягувати різьбові з'єднання. Якщо гайка 16 не затягнута, то за допомогою фрикційного перфоратора можливо свердлити отвори.

ВИСНОВКИ

В представленій статті розглянута класифікація імпульсно-фрикційних гайковертів. Імпульсно-фрикційні гайковерти це новий вид гайковертів, яким в останні роки приділяється велика увага. Тому питання їх класифікації є дуже актуальним. В якості критеріїв розподілу їх конструкцій на класи вибираються різні критерії: тип приводу, наявність або відсутність маховика, конструкція фрикційного вузла і т. д. Залежно від цих критеріїв всі конструкції імпульсно-фрикційних гайковертів можна розділити на класи. Така класифікація дозволяє якісно оцінювати конструкцію імпульсно-фрикційного гайковерта в кожному класі і вибрати найбільш оптимальну схему конструкції для зборки різьбових з'єднань.

Розроблена схема класифікації імпульсно-фрикційних гайковертів, яка дозволяє раціонально вибрати тип гайковерта для застосування в потрібних умовах.

Дуже важливим є обґрунтований вибір того чи іншого класу імпульсно-фрикційного гайковерта для зборки різьбових з'єднань з урахуванням їх експлуатаційних характеристик.

Наведена класифікація імпульсно-фрикційних гайковертів дозволяє раціонально для даних умов виробництва вибрати необхідний тип гайковерта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Красовский С. С. Классификация конструкций ударно-импульсных механизмов. *Вісник Донбаської державної машинобудівельної академії*: зб. наук. пр. Краматорськ: ДДМА, 2011. № 4 (25). С. 251-256.
2. В. Н. Бузунов, С. С. Красовский, В. В. Озерский (СССР). Гайковерт фрикционно-импульсного действия: а. с. 1039703 СССР. № 905045; заявл. 07.09.1983; Бюл. № 33.
3. В. Н. Бузунов, А. А. Богданович, С. С. Красовский (СССР). Гайковерт фрикционно-импульсного действия: а. с. 1146188 СССР. № 905045; заявл. 23.03.1985; Бюл. № 11.
4. В. Н. Бузунов, С. С. Красовский, А. А. Богданович (СССР). Гайковерт фрикционно-импульсного действия: а. с. 1146186 СССР. № 3578288; заявл. 23.03.1985; Бюл. № 115.
5. Бузунов В. Н., Богданович А. А., Ерфорт Ю. А. К вопросу о динамике импульсно-фрикционного гайковерта. *Известия вузов. Машиностроение*. 1981. № 3. С. 157–159.
6. С. С. Красовский (СССР). Гайковерт фрикционно-импульсного действия: а. с. 1187974 СССР. № 3765720; заявл. 30.10.1985; Бюл. № 40.

7. Красовський С. С., Хорошайло В. В. Імпульсно-фрикційний гайковерт: пат. 47210 Україна: UA. B25B 21/02. Заявл. 25.01.2010, Бюл. № 2.
8. Красовський С. С., Хорошайло В. В., Половян Н. С. Імпульсно-фрикційний гайковерт: пат. 137491 Україна: UA. B25B21/00. Заявл. 05.04.2019.; опубл. 25.10.2019. Бюл. № 20.
9. Красовський С. С., Хорошайло В. В., Гурковська С. С. Імпульсно-фрикційний гайковерт: пат. 135928 Україна: UA. B25B21/02. Заявл. 25.07.2019; опубл. 25.10.2019. Бюл. № 14.
10. Красовський С. С. Імпульсно-фрикційний гайковерт: пат. 74205 Україна: UA. B25B21/02. Заявл. 10.2012, Бюл. № 20.
11. Красовський С. С., Борисенко А. В. Фрикційний перфоратор: пат. 58794 Україна: UA. B25B21/02. Заявл. 22.10.2002; опубл. 15.08.2003. Бюл. № 8.

REFERENCES

1. Krasovsky S. S. Classification of structures of shock-impulse mechanisms. *Herald of the DSEA*. Kramatorsk: DSEA, 2011. No. 4 (25). P. 251-256. (in Russian).
2. V. N. Buzunov, S. S. Krasovsky, V. V. Ozersky (USSR). Impulse wrench: copyright certificate 1039703 USSR. No. 905045; declared 07.09.1983; Bul. No. 33. (in Russian).
3. V. N. Buzunov, A. A. Bogdanovich, S. S. Krasovsky (USSR). Impulse wrench: copyright certificate 1146188 USSR. No. 905045; declared 03.23.1985; Bul. No. 11. (in Russian).
4. V. N. Buzunov, S. S. Krasovsky, A. A. Bogdanovich (USSR). Impulse wrench: copyright certificate 1146186 USSR. No. 3578288; app. 23.03.1985; Bul. No. 115. (in Russian).
5. Buzunov VN, Bogdanovich AA, Erfort Yu. A. On the issue of the dynamics of the impulse-friction nut runner. *Proceedings of universities. Mechanical engineering*. 1981. No. 3. P. 157-159. (in Russian).
6. S.S. Krasovsky (USSR). Impulse wrench: copyright certificate 1187974 USSR. No. 3765720; declared 30.10.1985; Bul. No. 40. (in Russian).
7. Krasovsky S. S., Horoshaylo V. V. Impulse-friction wrench: pat. 47210 Ukraine: UA. B25B 21/02. Appl. 25.01.2010, Bul. No. 2. (in Ukrainian).
8. Krasovsky S. S., Horoshaylo V. V., Polovyan N. S. Pulse-friction wrench: pat. 137491 Ukraine: UA. B25B21/00. Appl. 05.04.2019; publ. 25.10.2019. Bul. No. 20. (in Ukrainian).
9. Krasovskiy S.S., Horoshaylo V.V., Gurkovska S.S. 135928 Ukraine: UA. B25B21 / 02. Appl. 25.07.2019; publ. 25.10.2019. Bul. No. 14. (in Ukrainian).
10. Krasovskiy S. S. Pulse-friction wrench: pat. 74205 Ukraine: UA. B25B21 / 02. Appl. 10.2012, Bul. No. 20. (in Ukrainian).
11. Krasovsky S. S., Borisenko A. V. Friction puncher: pat. 58794 Ukraine: UA. B25B21/02. Appl. 22.10.2002; publ. 15.08.2003. Bul. No. 8. (in Ukrainian).

АВТОРИ / АВТОРЫ / AUTORS

Красовський С. С. – канд. техн. наук, доц. кафедри ІІГ ДДМА;
Красовский С. С. – канд. техн. наук, доц. кафедры ИИГ ДГМА;
Krasovsky S. S. – Candidate of Technical Science, Associate Professor DSEA.
E-mail: krass53@ukr.net

Хорошайло В. В. – канд. техн. наук, ст. викл. кафедри КМСІТ ДДМА;
Хорошайло В. В. – канд. техн. наук, ст. преп. кафедри КМСІТ ДГМА;
Khoroshaylo V. V. – Candidate of Technical Science, Senior Lecturer DSEA.
E-mail: vadim_khoroshaylo@ukr.net

Загребельний С. Л. – канд. пед. наук, доцент кафедри ІІГ ДДМА
Загребельний С. Л. – канд. техн. наук, доц. кафедри ИИГ ДГМА;
Zagrebelny S. L. – Candidate of Technical Science, Associate Professor DSEA.
E-mail: szagrebelny@gmail.com

Гурковська С. С. – канд. техн. наук, доц. кафедри КІТ ДДМА;
Гурковская С. С. – канд. техн. наук, доц. кафедры КИТ ДГМА;
Hurkovska S. S. – Candidate of Technical Science, Associate Professor DSEA.
E-mail: n-s18@ukr.net

Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА), м. Краматорськ.
 Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА), г. Краматорск.
 Donbass State Engineering Academy (DSEA), Kramatorsk.

АНОТАЦІЯ / АННОТАЦИЯ / ANNOTATION

Красовський С. С., Хорошайло В. В., Загребельний С. Л., Гурковська С. С. Класифікація імпульсно-фрикційних гайковертів. Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. 2020. № 1 (48).

Імпульсно-фрикційні гайковерти – це новий вид гайковертів, якому в останні роки приділяється велика увага із-за питань модернізації в його конструкції. Тому питання класифікації гайковертів на даному етапі розгляду проблеми є дуже актуальним. У статті розглянута динамічна модель процесу затягування нарізного сполучення за допомогою імпульсно-фрикційного гайковерта, в якому коефіцієнти тертя спокою і ковзання, а також радіус тертя фрикційного вузла вважаються постійними протягом всього процесу.

Розглянута модель процесу затягування реалізована чисельним методом. Результати розрахунків, показали, що розрахункове значення ККД процесу затягування за допомогою імпульсно-фрикційного гайковерта залежить від параметрів гайковерта і нарізного сполучення і знаходиться в діапазоні 35 .. 65% в залежності від типу і розміру нарізного сполучення.

Для описаних імпульсно-фрикційних гайковертів і різьбових з'єднань, збільшення початкової кутової швидкості маховика вище деякого значення, що визначається параметрами гайковерта і нарізного сполучення, не приведе до збільшення моменту затягування. Розглянута методика розрахунку може бути успішно використана для визначення раціональних параметрів імпульсно-фрикційних гайковертів і доцільної початкової кутової швидкості маховика. У статті представлений аналіз існуючих конструкцій імпульсно-фрикційних гайковертів за різними критеріями. Запропоновано нову схему класифікації, систематизує імпульсно-фрикційних гайковертов, що дозволяє вибирати раціональну конструкцію гайковерта для того чи іншого типу різьбових з'єднань і типу виробництва. Розроблено класифікацію конструкцій імпульсно-фрикційних гайковертов відповідно до якої всі гайковерти розбиті на п'ять класів. В основу класифікації покладено такі принципи: тип приводу, конструкція фрикційної муфти, наявність або відсутність контролю моменту затягування і можливість його регулювання. Дано рекомендації щодо застосування різних гайковертів в залежності від їх призначення.

Наведено схему класифікації імпульсно-фрикційних гайковертів, яка дозволяє раціонально вибирати тип гайковерта для застосування його у потрібних умовах.

Дуже важливим є обґрунтований вибір того чи іншого класу імпульсно-фрикційного гайковерта для збірки різьбових з'єднань з урахуванням їх експлуатаційних характеристик. Особливе місце в цій класифікації займають імпульсно-фрикційні гайковерти п'ятої групи, це перфоратори, які обладнані пристроєм перемикачання режиму роботи, що складаються з комбінованої гайки, виконаної з внутрішньо-конічною поверхнею і проточкою, де розміщені кульки, що одночасно є підшипником, при затягуванні якої, інструмент працює як гайковерт, а при послабленні - як перфоратор.

Запропонована класифікація імпульсно-фрикційних гайковертів дозволяє раціонально, для даних умов виробництва, вибрати необхідний тип гайковерта.

Ключові слова: імпульсно-фрикційний гайковерт, фрикційна муфта, пневмопривід, електропривід, момент затягування, швидкість обертання, нарізні сполучення.

Красовский С. С., Хорошайло В. В., Загребельный С. Л., Гурковская С. С. Классификация импульсно-фрикционных гайковертов. Вестник Донбасской государственной машиностроительной академии. 2020. № 1 (48).

Импульсно-фрикционные гайковерты – это новый вид гайковертов, которому в последние годы уделяется большое внимание вопросам модернизации в его конструкции. Поэтому вопрос классификации гайковертов на данном этапе рассмотрения проблемы является очень актуальным. В статье рассмотрена динамическая модель процесса затягивания резьбового соединения с помощью импульсно-фрикционного гайковерта, в котором коэффициенты трения покоя и скольжения, а также радиус трения фрикционного узла считаются постоянными в течение всего процесса.

Рассмотренная модель процесса затяжки реализована численным методом. Результаты расчетов, показали, что расчетное значение КПД процесса затяжки с помощью импульсно-фрикционного гайковерта зависит от параметров гайковерта и резьбового соединения и находится в диапазоне 35...65 % в зависимости от типа и размера резьбового соединения.

Для описанных импульсно-фрикционных гайковертов и резьбовых соединений увеличение начальной угловой скорости маховика выше некоторого значения, определяемого параметрами гайковерта и резьбового соединения, не приводит к увеличению момента затяжки. Рассмотренная методика расчета может быть успешно использована для определения рациональных параметров импульсно-фрикционных гайковертов и целесообразной начальной угловой скорости маховика. В статье представлен анализ существующих конструкций им-

пульсно-фрикционных гайковертов по различным критериям. Предложена новая схема классификации, систематизирующая импульсно-фрикционные гайковерты, позволяющая выбирать рациональную конструкцию гайковерта для того или иного типа резьбовых соединений и типа производства. Разработана классификация конструкций импульсно-фрикционных гайковертов, в соответствии с которой, все гайковерты разбиты на пять классов. В основу классификации положены следующие принципы: тип привода, конструкция фрикционной муфты, наличие или отсутствие контроля момента затяжки и возможность его регулировки. Даны рекомендации по применению различных гайковертов в зависимости от их назначения.

Приведена схема классификации фрикционно-импульсных гайковертов, которая позволяет рационально выбирать тип гайковерта для применения в нужных условиях.

Очень важным является обоснованный выбор того или иного класса фрикционно-импульсного гайковерта для сборки резьбовых соединений с учетом их эксплуатационных характеристик. Особое место в этой классификации занимают импульсно-фрикционные гайковерты пятой группы, это перфораторы, которые оборудованы устройством переключения режима работы, состоящие из комбинированной гайки, выполненной с внутренней конической поверхностью и проточкой, где размещены шарики, одновременно являющиеся подшипником, при затягивании которой, инструмент работает как гайковерт, а при попуске – как перфоратор.

Предложенная классификация импульсно-фрикционных гайковертов позволяет рационально, для данных условий производства, выбрать необходимый тип гайковерта.

Ключевые слова: импульсно-фрикционный гайковерт, фрикционная муфта, пневмопривод, электропривод, момент затяжки, скорость вращения, резьбовые соединения.

Krasovsky S. S., Khoroshailo V. V., Zahrebelny S. L., Hurkovska S. S. Classification of pulse-friction wrenches. *Herald of the DSEA*. 2020. № 1 (48).

Impulse-friction wrenches are a new type of wrenches, which in recent years have received great attention, especially the issues of their design modernization. Therefore, the classification of wrenches at this stage of the consideration of this problem is very relevant. The article discusses a dynamic model of the process of tightening a threaded joint using a pulse-friction wrench, in which the coefficients of friction of rest and sliding, as well as the friction radius of the friction assembly are considered constant throughout the process.

The considered model of the tightening process is implemented numerically. The calculation results showed that the calculated value of the efficiency of the tightening process using a pulse-friction wrench depends on the parameters of the wrench and threaded joint and is in the range of 35 ... 65% depending on the type and size of the threaded joint.

For the described pulse-friction wrenches and threaded connections, an increase of the initial angular speed of the flywheel higher than a certain point determined by the parameters of the wrench and threaded connection, does not lead to the increase of the tightening torque. The considered calculation procedure can be successfully used to determine the rational parameters of pulse-friction wrenches and the appropriate initial angular speed of the flywheel. The article presents an analysis of existing designs of pulse-friction wrenches according to various criteria. A new classification scheme that systematizes pulse-friction wrenches and allows to choose a rational wrench design for any type of threaded joints and type of production is proposed. A classification of impulse-friction wrenches designs is developed, according to which, all wrenches are divided into five classes. The classification is based on the following principles: type of drive, design of the friction clutch, the presence or absence of torque control and the ability to adjust it. Recommendations on the use of various wrenches depending on their purpose are given.

The classification scheme of a friction-pulse wrench is presented, which allows to choose the type of wrench for use in the right conditions rationally.

It is very important to make a reasonable choice of one or another class of a pulse-friction wrench for assembling threaded joints taking into account their operational characteristics. A special place in this classification is occupied by impulse-friction wrenches of the fifth group, these are perforators that are equipped with a mode switching device, consisting of a combined nut made with an internal conical surface and a groove, where the balls are located, which at the same time are the bearing, when tightened, the tool works like a wrench, and when let down - like a hammer drill.

The proposed classification of pulse-friction wrenches allows to select the necessary type of wrench rationally for these production conditions.

Keywords: pulse-friction wrench, friction clutch, pneumatic drive, electric drive, tightening torque, rotation speed, threaded connections.