

Engineering and Industrial Aerodynamic. – 2000. – Vol. 85, Issue 3. – P. 241–262. 5. Кузьо І.В. Динаміка систем орієнтації вітроколів / І.В. Кузьо, В.М. Корендій // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2012. – № 730: Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. – С. 51–57. 6. Легошин Д.В. Експериментальне дослідження вітроенергетичної установки з автоматичним згоранням головки / Д.В. Легошин // Відновлювана енергетика. – 2010. – № 1. – С. 61–64.

УДК 621.825 (075.8)

В.О. Малащенко, В.В. Малащенко, А.О. Борис
Національний університет «Львівська політехніка»,
кафедра деталей машин

БУДОВА ТА СИЛОВА ВЗАЄМОДІЯ ЕЛЕМЕНТІВ МУФТИ З ПРЯМИМИ ПАЗАМИ ВЕДЕНОЇ ПІВМУФТИ

© Малащенко В.О., Малащенко В.В., Борис А.О., 2013

На базі попередніх досліджень, розроблено досконалішу конструкцію кулькової муфти вільного ходу КМВХ осьової дії для стартерів двигунів внутрішнього згорання, визначено силову взаємодію для випадку, коли пази однієї півмуфти прямі, що спрощує технологію виготовлення.

Based on previous research more advanced design ball bearing bushings for starters centerline of internal combustion engines has been developed power-defined interaction for the case when one semimuff straight grooves, which simplifies manufacturing technology.

Постановка проблеми. Муфти вільного ходу широко застосовують у різноманітних транспортних засобах для автоматичного з'єднання та роз'єднання валів і передавання обертового моменту тільки в одному напрямку. Традиційно в таких випадках застосовують роликіві обгінні муфти, які мають деякі недоліки, головними з яких є обмеження терміну роботи муфти та величини обертового моменту, внаслідок проковзування роликів відносно барабана. Такі явища спонукають до удосконалення механізмів вільного ходу [3, 5, 11, 14].

Аналіз попередніх досліджень. У техніці нині традиційно застосовуються роликіві муфти вільного ходу для автоматичного з'єднання і роз'єднання валів. Але, як відомо [2, 4, 6], ці муфти мають жорсткі вимоги технологічного і конструктивного характеру, тому при можливості вони замінюються храповими механізмами, які мають деякі недоліки: сильний шум на холостому ході, інтенсивне спрацювання заціпок тощо. Тому задачі, що спрямовані на створення прогресивних механічних засобів (КМВХ), є актуальними. Але процес проектування та їхнє удосконалення вимагає детальний аналіз принципу їх роботи, вивчення та опису математичними залежностями кінематичних та силових параметрів, визначення часу вмикання муфти.

Формулювання мети статті. Метою статті, і на цьому етапі, загалом, наукових досліджень кулькових муфт вільного ходу осьової дії з прямими пазами на веденій півмуфті за основну мету взято дослідження кінематичних і силових параметрів цих пристроїв, та визначення часу вмикання муфти. Результати досліджень вищезгаданих параметрів кулькових обгінних муфт коротко наведені у статті.

Основний матеріал. Базуючись на удосконаленні обгінних муфт та попередніх дослідів [5, 6, 9], автори розробили принципово нову кулькову обгінну муфту осьової дії, визначили кінематичні та силові чинники обгінної муфти для випадку, коли робочі пази веденої півмуфти виконані паралельно до осі обертання муфти.

Запропонована муфта рис.1 подібно до існуючої складається з: 1 – ведучої півмуфти, що має фланець 2 з пазами 3; 4 – веденої півмуфти, що має циліндричну поверхню 5 з пазами 6; 7 – кульок, що розміщені в цих пазах; 8 – натискного кільця, яке спирається на пружину 9; 10 – корпусу зі стопорним кільцем 11. Ведена півмуфта включає в себе привідну шестерню 12. Установчі розміри цієї муфти погоджено із розмірами шліцьового валика серійного стартера та його ведучою шестернею.

Основною перевагою нової кулькової обгінної муфти перед вже існуючими пристроями цього типу є істотне спрощення технології виготовлення її веденої півмуфти шляхом нарізування на циліндричній поверхні прямих робочих пазів. Істотнішими є її переваги порівняно з роликowymi обгінними муфтами, які є складніші у виготовленні та вимагають високої точності під час складання. Принцип роботи цієї муфти подібний до відомих [4, 11, 12, 15], тобто півмуфта 1 через похилі шліці пов'язана з валиком ротора електродвигуна стартера основного двигуна внутрішнього згоряння, який передає до неї обертальний момент. Кульки 7, які до цього перебували в пазах веденої півмуфти 4, за допомогою пружини 9 починають заковуватись у криволінійні пази 3, що вже рухаються. Внаслідок чого муфта починає обертатись як одне ціле та набуває сталу кутову швидкість ω , тобто муфта переходить до робочого стану. Перед початком руху веденої півмуфти втягуюче реле підводить муфту до маховика колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння, де здійснюється зачеплення привідної шестерні 12 з вінцем маховика. Після чого відбувається запуск основного двигуна. Як тільки двигун запусився, то швидкість обертання колінчастого вала становить $\omega = 84\text{--}136$ рад/с, що значно перевищує швидкість обертання ротора стартера, привідна шестерня миттєво роз'єднується з вінцем маховика, кульки по похилих поверхнях пазів повертаються у пази веденої півмуфти 4, муфта роз'єднується та переходить у режим вільного ходу.

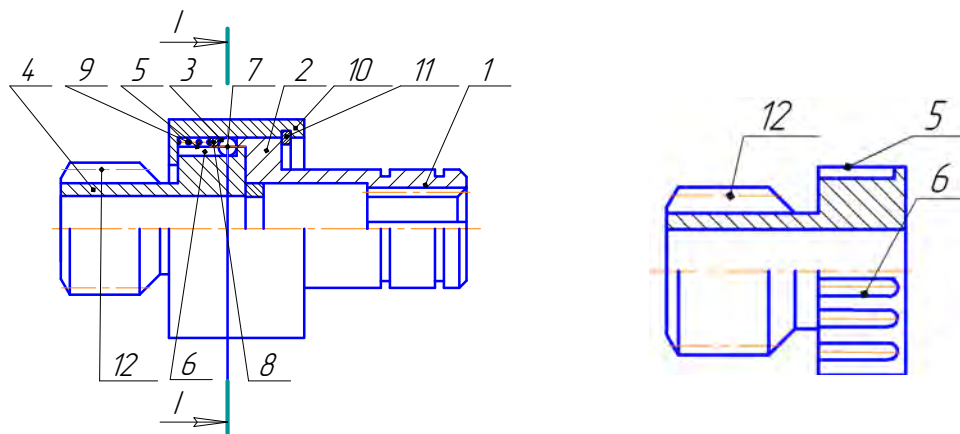


Рис. 1. Кулькова обгінна муфта для стартера двигуна внутрішнього згоряння:
а – загальний вигляд муфти; б – ведена півмуфта з привідною шестернею та прямими пазами

Треба наголосити, що залежно від конструктивних особливостей муфт та режиму роботи, є дві принципові їх відміни. Це такі, коли кульки початково можуть бути у ведучій або у веденій півмуфті.

Можливі положення кульки відносно пазів півмуфт показано на рис. 2. Максимальний і мінімальний кут вмикання муфти зображено на рис 3.

Із рис.3 видно, що мінімальний кут, на який повернеться ведуча півмуфта до вмикання, визначається так:

$$\varphi_{\min} = \frac{l_{BC}}{R} \approx \frac{2rtg\alpha}{R}. \quad (1)$$

Якщо припустити, що рух на відрізку l_{BC} є рівномірним, то мінімальний час його подолання дорівнює

$$t_{\min} = \frac{\varphi_{\min}}{\omega_1} = \frac{2rtg\alpha}{\omega_1 R}. \quad (2)$$

Вирази для максимального кута та часу руху паза ведучої півмуфти відносно кульки є також очевидними з рис. 3:

$$\varphi_{\max} = \frac{2r \operatorname{tg} \alpha}{R} + \frac{2\pi}{z} - \frac{r}{R} = \frac{2zr \operatorname{tg} \alpha + 2\pi R - rz}{Rz} = \frac{2\pi R + rz(2 \operatorname{tg} \alpha - 1)}{Rz}; \quad (3)$$

$$t_{\max} = \frac{\varphi_{\max}}{\omega_1} = \frac{2\pi R + rz(2 \operatorname{tg} \alpha - 1)}{\omega_1 Rz}. \quad (4)$$

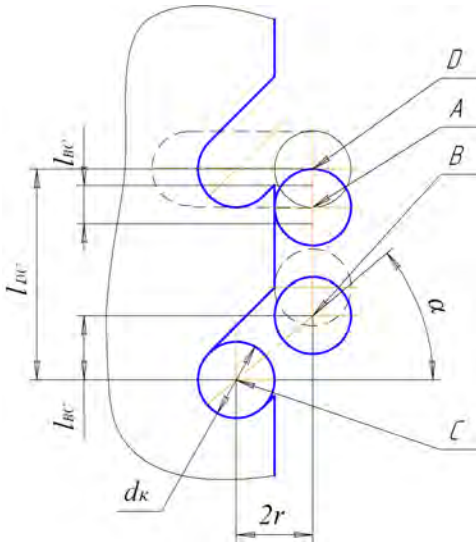


Рис. 2. Можливі положення кульки під час вмикання муфти з прямими пазами веденої півмуфти

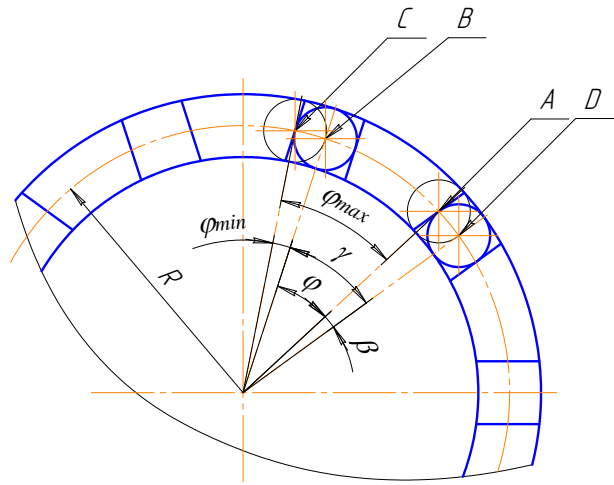


Рис. 3. Видяг муфти з торця, розрахункова схема для визначення кутових координат

Тут ω_1 – стала кутова швидкість ведучої півмуфти, решта параметрів, що входять в (1)–(4), наведені на рис. 2 і 3

Всі інші можливі положення кульок відносно пазів півмуфт, а також різноманітні величини кутів вмикання муфти входять у цей діапазон розрахунків

$$t_{msn} \leq t_i \leq t_{\max}.$$

Внаслідок зміни напрямку пазів веденої півмуфти, виникає потреба уточнення силового розрахунку муфти. На рис.4 показані режими роботи муфти (I, II, III), а на рис. 5 фази вмикання муфти з урахуванням силової взаємодії на робочі поверхні кульок та півмуфт.

Із умови рівноваги кульки для робочого стану (а) муфти маємо

$$F_{r1}(\cos \alpha + 1) - F_a = 0; \quad N_1 - F_1 - F_{r1} \sin \alpha = 0. \quad (5)$$

Проміжного стану (б) муфти можна записати

$$F_{r2}(\cos \alpha + 1) - F_a - F_{n2} = 0; \quad N_2 - F_2 - F_{r2} \sin \alpha = 0; \quad F_{n2} = \frac{Gd\lambda_2}{8c^3 i_1}. \quad (6)$$

Для холостого ходу муфти (в) маємо

$$F_{n3} - F_{r3} - N'_2 = 0; \quad N_3 - F'_{r3} = 0; \quad F_{n3} = \frac{Gd\lambda_3}{8c^3 i_p}. \quad (7)$$

За умови сталого обертового моменту ведучої півмуфти

$$F_1 = F_2 = T_p / R. \quad (8)$$

За рис. 4 можна припустити, що $\lambda_3 = \frac{d_k}{2}$ і $\lambda_2 = 0,8\lambda_3$, тоді максимальна сила пружності пружини дорівнює

$$F_{n \max} = \frac{Gd\alpha_k}{16c^3 i_p}. \quad (9)$$

Тут у виразах (5)–(9) позначено: N_i, F_{ti} – нормальний тиск і сили тертя, що виникають між кульками та робочими поверхнями пазів півмуфт ($i = 1; 2; 3$); α – кут нахилу пазів; F_{α} – осьова складова сили F ; F_{λ} – сила пружності пружини; G – модуль пружності другого роду; d – діаметр дроту; λ – осьова деформація пружини; d_k – діаметр кульки; c – характеристика пружини; l_p – кількість її робочих витків; T_p – розрахунковий момент; R – радіус кола центрів кульок.

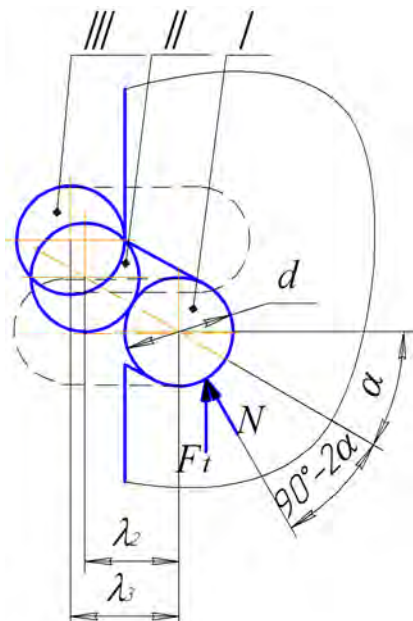


Рис. 4. Характерні положення кульок муфти

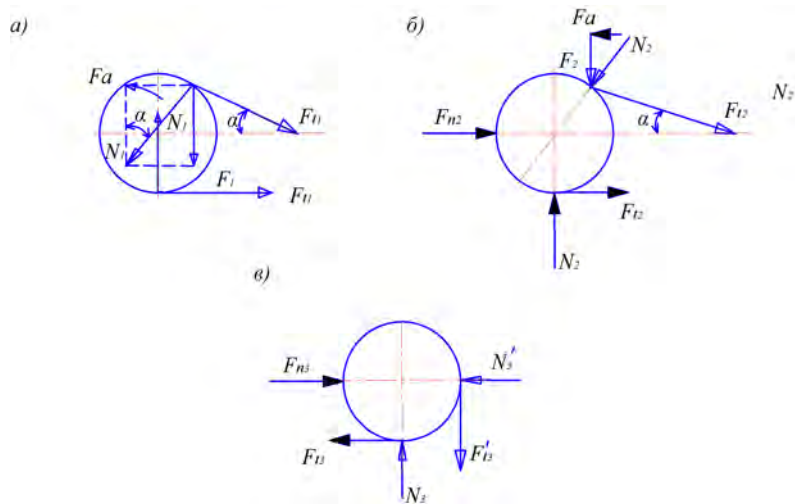


Рис. 5. Фази вимикання муфти:

а – робоче положення; б – початок виходу кульки із паза; в – кулька вийшла із паза півмуфти і проковзує по торцю

Висновки. Отримані аналітичні вирази мають практичні значення. Вони дозволяють встановити час вмикання та вимикання муфти (1)–(4) і визначити силову взаємодію між її елементами (5)–(9). Проведені теоретичні дослідження та отримані аналітичні вирази є істотним підґрунтям для подальшого вивчення можливостей застосування кулькових обгінних муфт у приводах машин, що обладнані двигунами внутрішнього згорання.

1. ДСТУ 2278 – 93. Муфти механічні. Терміни на визначення. 2. Іванов М.Н. Детали машин. – М.: Высш. шк., 1991. – 383 с. 3. Конічна обгінна муфта. Патент України № 29068А, 1999 / В.О. Малащенко, П.Я. Петренко, О.І. Сороківський. 4. Куликов Н.К. Расчет роликовых механизмов свободного хода на прочность. Машиностроение, 1952, № 2. – С. 19–24. 5. Кулькова муфта вільного ходу. Патент України № 28884А, 1999 / В.О. Малащенко, О.І. Сороківський. 6. Малащенко В.О. Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунків. – 2-ге вид. – Львів. Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2006. – 196 с. і 2009. – 216 с. 7. Малащенко В.О., Сороківський О.І., Гомішин Я. Vol'nobezna gul'oskova spojka. StrojjstvoStrojventvi. – 2001. – № 42. – С. 56–57. 8. Malascenko V. Sorokivskij O. The selektion of Parametrns of a Coaster Ball Clutch and Rekomendation for its Konstruktion. Transaktions of the Universies of Kosise. – 2002. – № 2. – С. 1–6. 9. Малащенко В.О., Сороківський О.І. Навантаження напівмуфт кулькової муфти вільного ходу зосередженою осьовою силою // Машинознавство. – 2002. – № 5. – С. 46–48. 10. Малащенко В.О., Кравець І.Є., Сороківський О.І. Силовa взаємодія між елементами кулькових муфт вільного ходу // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2003. – № 480. – С. 73. 11. А. с. 1423838. Обгінна муфта / С.Г. Калінін, В.О. Малащенко, П.Я. Петренко. – 1988. – БІ № 34. 12. А. с. 1423839. Обгінна муфта / С.Г. Калінін, В.О. Малащенко, П.Я. Петренко. –

1988. – БІ № 34. 13. А. с. 1590747. Обгінна муфта / С.Г. Калінін, В.О. Малащенко, П.Я. Петренко. – 1990. – БІ № 16. 14. А. с. 1691625. Обгінна муфта / С.Г. Калінін, В.О. Малащенко, О.І. Сороківський. – 1991. – БІ № 42.

УДК 62-521:62-868:62-531.7

R.V. Chubyk, I.D. Zelinsky*, R.M.Gorbatyuk**

Drohobych State Pedagogical University,

Department of “Fundamentals of Technology”

* National University “Lviv Polytechnic”,

Department "Mechanics and Automation of Engineering"

** Vinnytsia National Agrarian University,

Department of Processes and equipments of processing and food productions are the name of P.S. Bernika

STRUCTURAL SCHEME OF ADAPTIVE SYSTEM OF CONTROL OF VIBRODRIVE OF A RESONANCE VIBROMACHINE

© Chubyk R.V., Zelinsky I.D., Gorbatyuk R.M., 2013

На основі розробленої структурної схеми, засобами різних мов програмування можна реалізовувати програмне забезпечення, котре в комплексі із мікроконтролером дасть змогу автоматизувати низку вібраційних технологічних процесів, забезпечити мінімальні енергозатрати на вібропривід та оптимальні параметри технологічного процесу віброобробки.

On the basis of the developed block diagram, by means of different programming languages, it is possible to implement software, which together with the microcontroller allows to automate a number of vibration technological processes and ensure minimum power inputs on vibrodrive and optimal parameters of the technological process of vibration treatment.

Statement of the problem. The rapid development of equipment and technology causes the necessity of creation of energy-efficient, highly-effective and highly reliable simple vibration equipment for various technological purposes. Adaptive vibromachines [1] have a much higher potential than controlled [2] vibromachine, thanks to that they automatically provide and maintain energetically favorable resonance mode. Quite often they are the only way of the implementation of the one or another technological process at a given optimal level from the energetic and technological point of view. Therefore, work under the expansion of their technological capabilities and reduction of power inputs on vibro treatment is actual for the modern engineering and instrumentation technology.

Analysis of the recent research. In the given article [2], it is shown what perspectives and potential has control of parameters of vibration of operating devices of vibromachines with the aim of energy saving and implementation of defined technological processes. Adaptive vibromachines is a new class of vibromachines which allows to combine in its self the advantages of a separate control of parameters of vibrodrive of controlled vibromachines. In other words for to provide resonance mode owing to independent control of frequency of cyclic driving force of vibrodrive and maintain an amplitude of vibrations of the operating device at a determined level. Despite its undeniable advantages over controlled VTM (vibro technological machine) or circle resonance VTM (with certain coefficient of delay of vibration system) adaptive vibro machines still have disadvantages. In particular, in the algorithm of their