

В.О. Малащенко, О.І. Сороківський, А.О. Борис  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра деталей машин, кафедра експлуатації та ремонту автомобільної техніки,  
студент гр. ІМ-12

## ГЕОМЕТРИЧНІ ТА СИЛОВІ ЗАЛЕЖНОСТІ ПРИВОДІВ ВЕЛОСИПЕДІВ З НОВОЮ КУЛЬКОВОЮ МУФТОЮ ВІЛЬНОГО ХОДУ

© Малащенко В.О., Сороківський О.І., Борис А.О., 2009

**Виконано кількісний аналіз геометричних і силових параметрів механізмів вільного ходу з новою кульковою обгінною муфтою, що передає обертальний момент за рахунок зачеплення напівмуфт через з'єднувальні кульки.**

**The quantification of geometrical and power parameters a new ball overrunning clutch is conducted, which one transmits a torque at the expense of engagement two half clutch by balls.**

**Постановка проблеми.** Муфти вільного ходу мають широке застосування у різноманітних транспортних засобах для автоматичного з'єднання та роз'єднання валів і передавання обертального моменту тільки в одному напрямку. Традиційно в таких випадках застосовуються роликіві муфти вільного ходу, які мають істотні недоліки, головними з яких є обмеження терміну роботи та величини обертального моменту внаслідок проковзування роликів відносно барабана [1, 3, 4, 10, 11]. Ці явища спричиняють висунення актуальної проблеми машинознавства з подальшим вдосконаленням механізмів вільного ходу.

**Мета даної роботи.** Метою статті є зменшення кількості недоліків обгінних муфт, що сприяє покращанню експлуатаційних показників приводів з муфтами такого типу. Поставлена мета досягається шляхом розроблення та впровадження нових кулькових муфт вільного ходу, конструктивні вдосконалення деяких із них можна знайти, наприклад, у роботах [2–4, 5–7, 8, 9].

**Основний матеріал.** Базуючись на принципових схемах, наведених вище пристроїв, автори розробили нову конструкцію кулькової муфти вільного ходу для задньої втулки багатошвидкісного велосипеда. Дослідний зразок цієї муфти виготовлено у заводських умовах і досліджено експериментально його роботоздатність у реальних умовах експлуатації.

Запропонована муфта (рис. 1) подібно до традиційної складається із ведучої напівмуфти 1, яка за допомогою шліців з'єднується з зірочками 6 велосипеда веденої напівмуфти 2, що за допомогою нарізки 1,37" (24 витки на дюйм) нагвинчується на маточину його заднього колеса; зовнішньої гайки 3, яка притискає зірки та дистанційні кільця 5 до фланця ведучої напівмуфти; внутрішньої гайки 4 для регулювання сили затягування підшипників кочення зі стандартними кульками 7; з'єднувальних кульок 8, що розміщені одночасно в пазах ведучої 1 та веденої 2 напівмуфт та насипного підшипника.

Розроблена муфта працює так. Залежно від бажаної швидкості руху та можливостей створення величини рушійного моменту одна із зірок як і у традиційній схемі перебуває у зачепленні з ланцюгом, що постійно з'єднаний з педалями через передню зірочку. Тому ведуча напівмуфта завжди починає обертатись разом з ланцюгом, а кульки, що до початку обертання педалей перебували у кільцевому пазу веденої напівмуфти, під дією власної ваги та відцентрової сили, заковчуються у її криволінійні пази, які виконані від кільцевого паза до периферії. Їхня глибина погоджена з діаметром з'єднувальних кульок і дорівнює їх радіусу з позитивним допуском

на виготовлення ( $\delta_z = +0,05$  мм). З моменту, коли кульки периферійних кінців пазів веденої напівмуфти, муфта обертається як одне ціле та передає обертальний момент, тобто муфта перебуває у робочому стані.

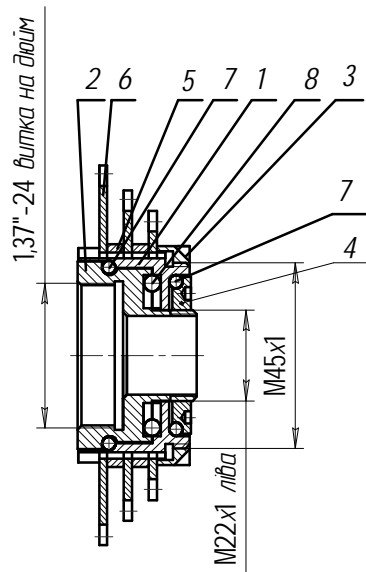


Рис. 1. Кулькова муфта вільного ходу для задньої втулки велосипеда

Якщо рух ведучої напівмуфти припиняється, а ведена – продовжує обертатись разом з колесом, тобто у всіх випадках, коли швидкість руху веденої напівмуфти стає більшою за швидкість руху ведучої напівмуфти ( $\omega_2 > \omega_1$ ), кульки повертаються у кільцевий паз веденої напівмуфти і кінематичний ланцюг роз'єднується. Муфта переходить у режим холостого ходу (велосипед котиться з гори, а педалі не обертаються) і передача обертального моменту неможлива.

Час переходу муфти з холостого режиму до робочого залежить першочергово від кількості пазів у напівмуфтах, яка не може бути безмежною, тому що це впливає на габарити муфти. Для певної конструкції муфти на перше місце виходить початкове взаємне розташування пазів ведучої та веденої напівмуфт, яке описується величиною кута  $\gamma_0$  [3]

$$g_0 = \arctg \frac{\sqrt{2r(R+r)}}{R}, \quad (1)$$

де  $r$  – радіус кульки;  $R$  – радіус кривини паза веденої напівмуфти.

Для даного випадку, коли діаметр з'єднувальних кульок  $d=4$  мм, отримані такі значення кута  $\gamma_0$  залежно від величини  $R$

$R$ , мм	4	9	16	25	36	64
$\gamma_0$	48,24	34,98	27,02	22,15	16,67	14,14

Фактичне значення кута початкового розташування пазів напівмуфт змінюється у таких межах:

$$g_0 \leq g \leq g_0 + j_i, \quad (2)$$

де  $\phi_i$  – кут обертання ведучої напівмуфти до повного вмикання муфти.

З геометричних залежностей встановлено рівняння

$$g = \frac{R+r}{R_1-r} j_i, \quad (3)$$

де  $R_1$  – радіус кола периферійних кінців пазів;  $i=1,2$ ;  $j_1 = j_{\max} = p/z$ ;  $j_2 = j_{\max} = p(5z+4)/4z$ ;  $z$  – кількість кульок.

Отримано такі величини кутів початкового розташування пазів напівмуфт:

$$g_1 = \frac{R+r}{R_1-r} 18^\circ ; g_2 = \frac{R+r}{R_1-r} 243^\circ . \quad (4)$$

Практичне значення рівнянь (4) полягає в тому, що величини кутів  $\gamma_1$  і  $\gamma_2$  впливають на час вмикання муфти, яка, як показали експериментальні дослідження, може бути застосована в приводі серійного велосипеда. Для цього виконано силовий його розрахунок для таких вихідних параметрів: кількість зубців ведучої зірки – 51; кількість зубців ведених зірок відповідно дорівнюють – 18, 20, 22; довжина шатуна – 170 мм; діаметр кола центрів кульок – 31 мм; діаметр кульок – 4 мм; ширина пазів напівмуфт – 4,1 мм; кількість кульок – 10; стандартний крок ланцюга – 12,7 мм.

Розрахункові геометричні та силові параметри, що отримані за відомими формулами [3], наведено в табл. 1.

Таблиця 1

**Геометричні та силові параметри приводу велосипеда**

№ з/п	Назва параметра	Один. вим.	Значення параметра
1	Ділильний діаметр ведучої зірки	мм	206,3
2	Ділильний діаметр ведених зірок:		
	меншої – $D_{21}$	мм	73,0
	проміжної – $D_{22}$	мм	81,42
	більшої – $D_{23}$	мм	89,44
3	Навантаження ведучої вітки ланцюга – $F_1$	Н	$1,65 F_p$
4	Обергальні моменти:		
	на меншій зірочці – $T_{21}$	Н·м	$36,5 F_1$
	на проміжній зірочці – $T_{22}$	Н·м	$40,71 F_1$
	на більшій зірочці – $T_{23}$	Н·м	$44,72 F_1$
5	Максимальне колове навантаження кульки – $F_p$	Н	$4,755 F_p$

Сила натягу ведучої вітки ланцюга

$$F_1 = 2F_p l / D_1, \quad (5)$$

де  $F_p$  – рушійна сила;  $D_1$  – ділильний діаметр ведучої зірки.

Максимальне колове навантаження, що діє на кульку з боку робочої поверхні пазів напівмуфти, залежить від рушійної сили так:

$$F_2 = 4,755 F_p . \quad (6)$$

Отримані значення цієї сили наведено в табл. 2.

Таблиця 2

**Залежність величини навантаження кульки від значення натягу ведучої вітки ланцюга**

Рушійна сила на педалях, Н	100	200	300	400	500	600	700	800
Навантаження кульок, Н	475,5	951	1326,5	1902	2377,5	2853	3328,5	3804

З огляду на навантаження кульок, надзвичайним випадком може бути такий, коли у зачепленні перебуває тільки одна кулька, тобто, тоді вона сприймає повне навантаження (табл. 2). Внаслідок цього може відбутися перевантаження та виникнення у робочій зоні місцевих пластичних деформацій, що чітко видно на рис. 2, де зображено основні елементи муфти, напівмуфти якої спеціально виготовлено зі сталі 40Л без будь-якої додаткової обробки, що сприяло виконанню дослідів з виявлення місць перевантажень.



*Рис. 2. Основні елементи розробленої муфти*

**Висновки.** За результатами кількісного аналізу обґрунтовано основні геометричні розміри нової кулькової муфти вільного ходу з експериментальною перевіркою роботоздатності у реальних умовах експлуатації.

Визначено величину навантаження кульок залежно від значення рушійної сили та встановлено місця перевантажень робочих поверхонь пазів напівмуфт.

Виконані розрахунки та отримані результати є вагомим підґрунтям для подальших досліджень кулькових муфт вільного ходу, які можна застосувати у різноманітних механічних засобах.

1. ДСТУ 2278-93. *Муфти механічні. Терміни та визначення.* 2. Патент України № 29068А. *Конічна обгінна муфта* / В.О. Малащенко, П.Я. Петренко, О.І. Сороківський. – 1999. 3. Малащенко В.О. *Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунків.* – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2006. – 196 с. 4. Malascenko V., Sorokivskij O. *The selection of Parameters of a Coaster Ball Clutch and Recommendation for its Construction. Transaction of the Universes of Kosice.* – 2002. – № 2. – S. 1–6. 5. А. с. № 1423838. *Обгінна муфта* / С.Г. Калінін, В.О. Малащенко, П.Я. Петренко. – 1988. – БІ № 34. 6. А. с. № 1423839. *Обгінна муфта* / С.Г. Калінін, В.О. Малащенко, П.Я. Петренко. – 1988. – БІ № 34. 7. А. с. № 1590747. *Обгінна муфта* / С.Г. Калінін, В.О. Малащенко, П.Я. Петренко. – 1990. – БІ № 16. 8. Патент України № 32809А. *Обгінна муфта* / В.О. Малащенко, П.Я. Петренко, О.І. Сороківський. – 2001. 9. Патент України № 56483А. *Обгінна муфта* / В.О. Малащенко, П.Я. Петренко, О.І. Сороківський. – 2003. – Бюл. № 5. 10. Поляков В.С., Барбаиш И.Д., Ряховский О.А. *Справочник по муфтам.* – М.: Машиностроение, 1966. – 798 с. 11. Ряховский О.А., Иванов С.С. *Справочник по муфтам.* – Л.: Политехника, 1991. – 383 с.