



УКРАЇНА

(19) UA (11) 3421 (13) U
(51) 7 F16D43/20МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПЛАНЕТАРНА ВІДЦЕНТРОВА МУФТА

1

2

(21) 2004021439

(22) 27.02.2004

(24) 15.11.2004

(46) 15.11.2004, Бюл. №11, 2004р.

(72) Нагорняк Галина Степанівна

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

(57) Планетарна відцентрова муфта, що містить ведуче водило і центральне ведене колесо, які зв'язані між собою за допомогою сателітів, кожен з яких нерухомо з'єднаний з встановленим в підшипниках ведучого водила і його кришки валом, на якому жорстко закріплений ведучий диск, а на валах з сателітами на підшипниках встановлені дебаланси, яка **відрізняється** тим, що у встановле-

них в центральній частині кожного із чотирьох валів із сателітами одинарних ведучих дисків по їх периферії з їх обох сторін діаметрально протилежно виконані одинарні торцеві виступи-повідки, при цьому торцеві виступи-повідки кожної діаметрально протилежної пари ведучих дисків розміщені діаметрально протилежно відносно осі ведучого водила, а також розташовані в одній площині торцеві виступи-повідки діаметрально протилежних ведучих дисків зміщені в коловому напрямку відносно своїх радіальних осей, які проходять через вісь ведучого водила і вісь вала з сателітом по відношенню до положення торцевого виступу-повідка одного із сусідніх двох дисків на кут 90°.

Корисна модель належить до машинобудування і може бути використана як в якості динамічної муфти, так і для захисту приводів, вузлів і робочих органів в різних галузях техніки від перевантажень і поломок.

Відома планетарна відцентрова муфта з ведучим водилом і веденим центральним колесом, які зв'язані між собою через сателіти, на торцях яких закріплені поводкові пальці з можливістю взаємодії з відцентровими грузами, які шарнірно змонтовані на вісях сателітів (А.С. СРСР №979747, кл. F16D43/20, 1982р.)

Недоліком даної відцентрової муфти є низька довговічність конструкції внаслідок ослаблення сателіта наявним в ньому отвором для поводкового пальця і перекося встановлених на консольних вісях сателітів під час роботи.

Найбільш близькою конструкцією до заявленої є планетарна відцентрова муфта з ведучим водилом і центральним веденим колесом, які зв'язані між собою через сателіти, які встановлені на валах, кінці яких розміщені в підшипниках водила і його кришки, і на кожному валу жорстко закріплений ведучий диск з периферійним кільцевим виступом-поводком, а в проміжку між ближніми торцями сателіта і ведучого диска на підшипнику встановлений дебаланс (див. Деклараційний

патент України 59715А, кл. F16D43/20, опубл. Бюл. №9, 2003р.).

Однак дана конструкція характеризується такими недоліками, як низька навантажувальна здатність і низькі експлуатаційні можливості із-за виникнення як під час пуску приводу так і під час дії перевантаження обертового моменту, який змінюється по півсинусоїдальному закону, що не дозволяє використовувати даний механізм в якості динамічної муфти.

В основу корисної моделі поставлено задачу збільшити навантажувальну здатність і розширити експлуатаційні можливості муфти за рахунок використання її в якості динамічної муфти внаслідок формування на центральному веденому колесі зростаючого під час пуску приводу і близького до постійного під час дії перевантаження обертового моменту, шляхом виконання планетарної відцентрової муфти з ведучим водилом і центральним веденим колесом, які зв'язані між собою за допомогою сателітів, кожен з яких нерухомо з'єднаний з розміщеним в підшипниках ведучого водила і його кришки валом, на якому жорстко закріплений ведучий диск і встановлені на валах з сателітами на підшипниках дебаланси, причому у встановлених в центральній частині кожного із чотирьох валів із сателітами одинарних ведучих дисків по їх

(13) U
(11) 3421
(19) UA

периферії з їх обох сторін діаметрально-протилежно виконані одинарні торцеві виступи-поводки і торцеві виступи-поводки кожної діаметрально-протилежної пари ведучих дисків розміщені діаметрально-протилежно відносно вісі ведучого водила, а також розташовані в одній площині торцеві виступи-поводки діаметрально-протилежних ведучих дисків зміщені в коловому напрямку відносно своїх радіальних вісей, які проходять через вісь ведучого водила і вісь вала з сателітом по відношенню до положення торцевого виступу-поводка одного із сусідніх двох дисків на кут 90° .

Планетарна відцентрова муфта показана на Фіг.1 повздовжній розрізі; на Фіг.2 січення А-А на Фіг.1; на Фіг.3 січення Б-Б на Фіг.1; на Фіг.4 графік зміни в часі крутного моменту, який формується дебалансами муфти в процесі пуску приводу, нормального режиму роботи і при перевантаженні; на Фіг.5 графік зміни крутного моменту суто при перевантаженні в залежності від кута повороту сателітів.

Планетарна відцентрова муфта складається з встановленого на валу 1 ведучого водила 2, з яким жорстко з'єднана його кришка 3. В підшипниках 4 водила 2 і підшипниках 5 кришки 3 рівномірно по колу розміщені чотири вали 6, 7, 8 і 9, на яких жорстко встановлені сателіти відповідно 10, 11, 12 і 13. Дані сателіти знаходяться в постійному кінематичному зачепленні з центральним веденим колесом 14, яке встановлене на веденому валу 15. В центральній частині кожного із чотирьох валів 6, 7, 8 і 9 жорстко встановлені одинарні ведучі диски відповідно 16, 17, 18 і 19. По периферії кожного з них з їх обох сторін діаметрально-протилежно виконані одинарні торцеві виступи-поводки, відповідно на ведучому диску 16 торцеві виступи-поводки 20 і 21, на ведучому диску 17 торцеві виступи-поводки 22 і 23, на ведучому диску 18 торцеві виступи-поводки 24 і 25 і на ведучому диску 19 торцеві виступи-поводки 26 і 27.

По обидві сторони від ведучих дисків 16, 17, 18 і 19 на однакових підшипниках 28 на валу 6 встановлені дебаланси 29 і 30, на валу 7 встановлені дебаланси 31 і 32, на валу 8 встановлені дебаланси 33 і 34 і на валу 9 встановлені дебаланси 35 і 36. Для зменшення сил бокового тертя між сателітами і дебалансами, і ведучими дисками і дебалансами на валах 6, 7, 8 і 9 встановлені пластмасові шайби 37.

Крім того торцеві виступи поводки кожної діаметрально-протилежної пари ведучих дисків розміщені діаметрально-протилежно відносно вісі водила 2, тобто точки O_1 (Фіг.2 і Фіг.3), а також розташовані в одній площині (січення А-А і січення Б-Б) торцеві виступи-поводки діаметрально-протилежних ведучих дисків зміщені в коловому напрямку відносно своїх радіальних вісей O_1Y , які проходять через вісь водила 2 (точку O_1) і вісь вала з сателітом, по відношенню до положення торцевого виступу-поводка одного із сусідніх дисків на кут 90° . Аналогічно це відноситься до положень центрів мас дебалансів, так, наприклад, при миттєвому співпаданні центра мас C_1 дебаланса 29 з віссю O_1Y кут відносного кутового зміщення

*
 φ_{C1} його центра маси відносно вісі O_1Y рівний

нулю $\varphi_{C1} = 0^\circ$, а кут відносного кутового зміщення

* *
 φ_{C2} і φ_{C4} двох сусідніх з ним центрів мас C_2 і C_4 дебалансів 31 і 35 відносно радіальної вісі O_1Y

* * *
 рівні $\varphi_{C1} = \varphi_{C4} = 90^\circ$. Кут φ_{C3} відносного кутового зміщення центра маси C_3 дебалансу 33 відносно радіальної вісі O_1Y також рівний нулю, оскільки центри мас C_1 і C_2 дебалансів 29 і 33 розміщені діаметрально-протилежно. Оскільки торцевий виступ-поводок 21 на ведучому диску 16 розташований діаметрально-протилежно до торцевого виступу-поводка 20 на даному диску, то кут

*
 відносного зміщення φ_{C5} центра маси C_5 деба-

*
 лансу 30 рівний $\varphi_{C5} = 180^\circ$. Центри мас C_6 і C_8 дебалансів 32 і 36, які розташовані з обох сторін від центра маси C_5 дебалансу 30, зміщені відносно радіальних вісей O_1Y додатково по відношенню до кутового положення центра маси C_5 на кут 90° , тобто значення

* *
 $\varphi_{C6} = \varphi_{C8} = \left(\varphi_{C5} + 90^\circ \right) = \left(180^\circ + 90^\circ \right) = 270^\circ$. Кут

відносного кутового зміщення центра маси C_7 де-

* *
 балансу 34 $\varphi_{C7} = \varphi_{C5} = 180^\circ$, оскільки дебаланс 34 розміщений діаметрально-протилежно до дебаланса 30.

Планетарна відцентрова муфта працює наступним чином

В пусковому режимі роботи, тобто в процесі збільшення швидкості обертання вала 1 з ведучим водилом 2 сателіти 10, 11, 12 і 13 перекочуються по центральному веденому колесі 14. При цьому ведучий диск 16 своїми торцевими виступами-поводками 20 і 21 періодично взаємодіє з дебалансами відповідно 29 і 30, ведучий диск 17 своїми торцевими виступами-поводками 22 і 23 періодично взаємодіє з дебалансами 31 і 32, ведучий диск 18 своїми виступами-поводками 24 і 25 періодично взаємодіє з дебалансами 33 і 34 і ведучий диск 19 своїми виступами-поводками 26 і 27 періодично взаємодіє з дебалансами 35 і 36.

По мірі зростання кутової швидкості обертання вала 1 зростає величина відцентрової сили інерції F_{n01} , яка діє на дебаланси. Величина сили $F_{n01} = m \cdot \omega_b^2 \cdot r_1$, де m - маса дебалансу; ω_b - кутова швидкість обертання водила 2 (вала 1); r_1 - відстань від вісі обертання водила 2 (точки O_1) до точки "С" розміщення центра маси конкретного дебалансу.

Оскільки точки $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8$ розміщення центрів мас дебалансів відповідно 29, 31, 33, 35 (Фіг.2) і 30, 31, 32 і 33 (Фіг.3) одночасно знаходяться на різних відстанях від точки O_1 вісі обертання водила 2, то значення сили F_{n01} , яка діє на дебаланси механізму, в різних положеннях центрів мас дебалансів (точок "С") будуть різними.

Так для розглядуваної чотирьохсателітної восьмидебалансної планетарної відцентрової

муфти, наприклад при миттєвому початковому положенні центрів мас C_1 і C_2 дебалансів 29 і 33 (Фіг.2) відцентрова сила інерції F_{n01} буде мати максимальне значення, а плече дії сили відносно всієї обертання сателітів 10 і 12 (вісей обертання валів 6 і 8) рівне нулю. В цьому випадку крутний момент від дії відцентрової сили інерції F_{n01} рівний нулю. При подальшому обертанні водила 2 з кутовою швидкістю ω_b крутний момент $T_{M(C1, C2)}$ який формується на веденому колесі 14 внаслідок дії відцентрових сил інерції F_{n01} на дебаланси 29 і 33 визначається як

$$T_{M(C1, C2)} = m \cdot \omega^2 \cdot r_C \cdot R \cdot \frac{Z_K}{Z_C} (\sin \varphi_C + |\sin \varphi_C|), \text{ де } r_C$$

- радіус ділильного кола сателіта; R - відстань від вісі обертання водила 2 до вісі обертання сателіта; Z_K - кількість зубів центрального веденого колеса 14; Z_C - кількість зубів сателіта; φ_C - кут повороту сателіта.

В процесі повороту торцевих виступів-поводків 20 і 24 з дебалансами 29 і 33 на першій половині оберта сателітів 10 і 12 виникаючі відцентрові сили інерції F_{n01} чинять опір вільному перекочуванню сателітів по веденому центральному колесу 14. На

$$T_{M(C2, C4)} = m \cdot \omega^2 \cdot r_C \cdot R \cdot \frac{Z_K}{Z_C} \left[\sin(\varphi_C + 90^\circ) + |\sin(\varphi_C + 90^\circ)| \right]$$

$$T_{M(C5, C7)} = m \cdot \omega^2 \cdot r_C \cdot R \cdot \frac{Z_K}{Z_C} \left[\sin(\varphi_C + 180^\circ) + |\sin(\varphi_C + 180^\circ)| \right]$$

$$T_{M(C6, C8)} = m \cdot \omega^2 \cdot r_C \cdot R \cdot \frac{Z_K}{Z_C} \left[\sin(\varphi_C + 270^\circ) + |\sin(\varphi_C + 270^\circ)| \right]$$

Результуючий крутний момент T_M , який формується на центральному веденому колесі 14 рівний сумі крутних моментів $T_{M(C1, C3)}$, $T_{M(C2, C4)}$, $T_{M(C5, C7)}$, $T_{M(C6, C8)}$.

$$T_M = T_{M(C1, C3)} + T_{M(C2, C4)} + T_{M(C5, C7)} + T_{M(C6, C8)}.$$

В кінцевому результаті значення крутного моменту T_M визначається так:

$$T_M = m \cdot \omega^2 \cdot r_C \cdot R \cdot \frac{Z_K}{Z_C} (\sin \varphi_C + |\cos \varphi_C|),$$

$$\text{При } \varphi_C = 0^\circ \quad T_M = T_{M, \min} = m \cdot \omega^2 \cdot r_C \cdot R \cdot \frac{Z_K}{Z_C},$$

При

$$\varphi_C = 45^\circ \quad T_M = T_{M, \max} = 1,4 \cdot m \cdot \omega^2 \cdot r_C \cdot R \cdot \frac{Z_K}{Z_C}.$$

Пусковий режим роботи приводу завершується в момент часу t_1 (Фіг.4), коли машина виходить на встановлений режим роботи, при якому крутний момент T_b рівний моменту опору зі сторони виконуючого органу. При цьому кутові швидкості обертання ведучого водила 2 і веденого валу 15 однакові, і всі елементи планетарної відцентрової муфти знаходяться у відносному спокої по відношенню один до одного.

При перевантаженні приводу, тобто при зупинці веденого валу 15 вал 1 з ведучим водилом 2 продовжують обертатися в попередньому напрямку, а сателіти 10, 11, 12 і 13, долаючи опір зі сторони діючих на дебаланси відцентрових сил інерції F_{n01} перекочуються по центральному веденому колесу 14. При цьому на ведений вал 15, починаючи з часу t_2 початку дії перевантаження,

другій половині оберта сателітів 10 і 12 крутний момент, який діє на сателіти від відцентрових сил інерції F_{n01} рівний нульовому значенню, оскільки торцеві виступи-поводки 20 і 24 не впливають на дебаланси 29 і 33, і під дією відцентрової сили інерції дані дебаланси намагаються відійти в коловому напрямку від торцевих виступів-поводків 20 і 24. Оскільки в початковому миттєвому положенні

при $\varphi_{C1} = \varphi_{C3} = 0^\circ$, центри мас C_2 і C_4 дебалансів 29 і 33 зміщені в коловому напрямку на кут

$\varphi_{C2} = \varphi_{C4} = 90^\circ$, центри мас C_5 і C_7 дебалансів 30 і 34 зміщені в коловому напрямку на кут

$\varphi_{C5} = \varphi_{C7} = 180^\circ$, а центри мас C_6 і C_8 дебалансів 32 і 36 зміщені в коловому напрямку на кут

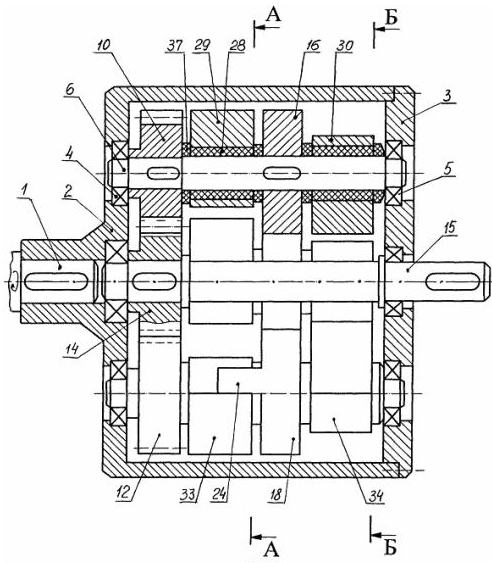
$\varphi_{C6} = \varphi_{C8} = 270^\circ$, то крутні моменти $T_{M(C2, C4)}$, $T_{M(C5, C7)}$, $T_{M(C6, C8)}$, які передаються зі сторони сателітів на центральне ведене колесо 14 від дії на дебаланси з центрами мас C_2 , C_4 , C_5 , C_7 , C_6 і C_8 відцентрових сил інерції F_{n01} будуть рівні:

передається крутний момент, величина якого коливається в межах від $T_{M, \min}$ до $T_{M, \max}$ і відношення між $T_{M, \max}$ і $T_{M, \min}$ для даного механізму завжди рівне 1,4. Зміна крутного моменту T_M в залежності від кута φ_C повороту сателітів відносно їх власних вісей при дії перевантаження показана на Фіг.5.

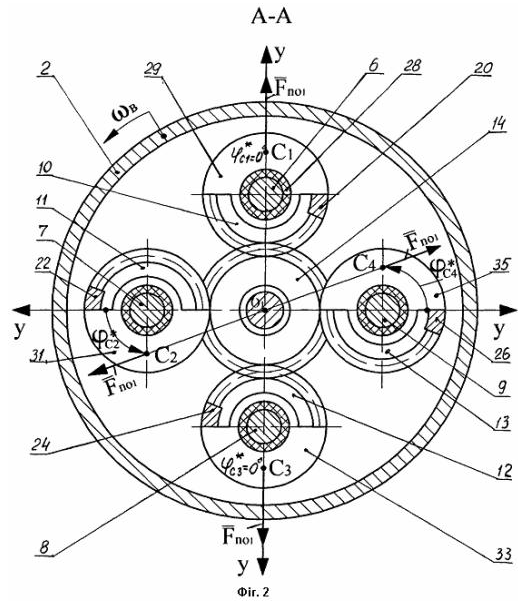
Після припинення дії перевантаження дебаланси займають певне кутове положення відносно вісі обертання ведучого водила 2 і елементи муфти знову знаходяться у відносному спокої по відношенню один до одного. При цьому кутова швидкість обертання веденого валу 15 рівна кутовій швидкості обертання ведучого водила 2. При зміні величини момента опору зі сторони робочого органу машини планетарна відцентрова муфта чутливо реагує на таку зміну, виконуючи одночасно функції динамічної муфти.

Необхідно відмітити, що наявність на ведучих дисках 16, 17, 18 і 19 діаметрально-протилежно розміщених торцевих виступів-поводків забезпечує відсутність в необхідності додаткових елементів для балансування ведучих дисків з торцевими виступами-поводками.

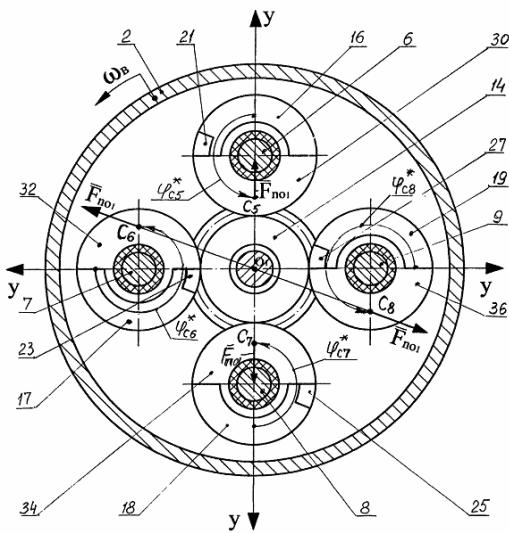
Наслідком такого виконання планетарної відцентрової муфти є збільшення її навантажувальної здатності при меншій в два рази кількості сателітів за рахунок розміщення на кожному валу з сателітом по два дебаланси і розширення експлуатаційних можливостей муфти, використовуючи її в якості динамічної муфти, внаслідок формування на центральному веденому колесі зростаючого під час пуску приводу і близького до постійного під час дії перевантаження обертового моменту.



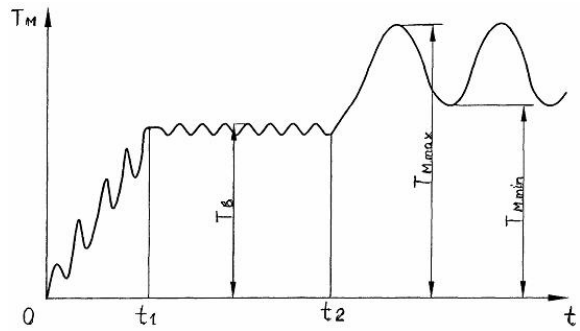
Фиг. 1



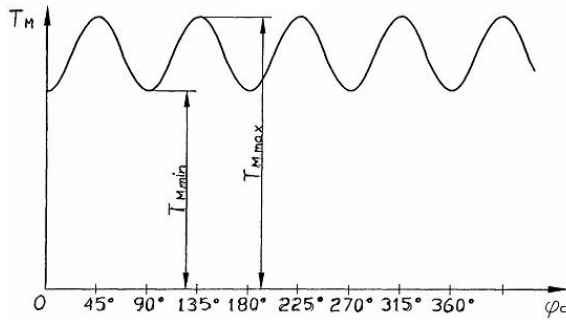
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5