



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 81687

(13) C2

(51) МПК (2006)

F16D 13/00

F16D 43/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ПЕРЕДАЧІ КРУТНОГО МОМЕНТУ ТА ФРИКЦІЙНА МУФТА ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ СПОСОБУ

1

2

(21) а200601787

(22) 20.02.2006

(24) 25.01.2008

(72) КАРТУЗОВ АНАТОЛІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA,
БУТЕНКО ОЛЕКСАНДР КИРИЛОВИЧ, UA,
СТАРЧЕНКО АНАТОЛІЙ ГРИГОРОВИЧ, UA

(73) ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО "ПІВДЕННЕ" ІМ.
М.К.ЯНГЕЛЯ", UA

(56) GB 1481527 03.08.1977

GB 357086 15.09.1931

US 3664472 23.05.1972

SU 270408 08.05.1970

GB 350468 04.06.1931

(57) 1. Спосіб передачі крутного моменту, що полягає в приведенні в контакт ведучої та веденої півмуфт зусиллям, яке створює силу тертя, який **відрізняється** тим, що силу тертя створюють передачею на диски півмуфт, за допомогою важелів, відцентрової сили, що виникає за рахунок відхилення від осі обертання вантажів, при цьому сила тертя виражається залежністю:

$$F_{\text{тр}} = \frac{nmLk[R(\omega^2 - \omega_0^2) - g]}{\sigma l},$$

де $F_{\text{тр}}$ - сила тертя;

n - кількість вантажів;

m - маса одного вантажу;

L - плече дії відцентрової сили вантажів;

k - коефіцієнт тертя матеріалів ведучої та веденої півмуфт;

R - радіус кола розташування центрів мас вантажів;

ω - робоча частота обертання ведучого вала;

ω_0 - частота обертання ведучого вала на холостому ходу;

g - прискорення земного тяжіння;

$\sigma = (1,05 - 1,1)$ - коефіцієнт надійності зчеплення;

l - плече дії сили тертя.

2. Фрикційна муфта для здійснення способу, яка містить ведучу та ведену півмуфти, корпус, з'єднаний з ним з можливістю обмеженого осьового переміщення натискний диск, яка **відрізняється** тим, що в корпусі, з можливістю обертання в ньому, встановлені рівномірно розташовані по колу щонайменше два важелі, що контактують одним плечем з натискним диском у напрямку веденої півмуфти, зафіксованої між натискним й опорним дисками ведучої півмуфти, а на другому плечі закріплені вантажі, при цьому важелі з'єднані з корпусом пружинами розтягання.

Пропонований винахід: спосіб передачі крутного моменту та фрикційна муфта для здійснення способу, відноситься до технічних механізмів, де виникає необхідність передачі крутного моменту з одного валу на інший і може бути використаний в вітроенергетиці, а також в транспортних засобах.

У науці й техніці широко відоме застосування способів передачі крутного моменту з одного валу (ведучого) на інший (ведений).

Відома значна номенклатура способів передачі крутного моменту й пристроїв для їхнього здійснення. Як аналоги рішення, що заявляється, розглянуті способи передачі крутного моменту у [агрегаті вітроелектричному АВЭ-250С, описаний у технічному описі: „Агрегат ветроэлектрический АВЭ-250С. Техническое описание АВЭ-250С ТО,

ГКБЮ, г.Днепропетровск, 1994”, у вітровій електричній установці ВЭУ-500, описаний у керівництві по експлуатації: „Установка ветровая электрическая ВЭУ-500 90.9990.0000.0000.00.0 РЭ Руководство по эксплуатации., ГКБЮ, г.Днепропетровск, 2002”, описаний в книзі: „Автомобили ЗАЗ-968, -968А, -968М. Руководство по эксплуатации, Днепропетровск, Промінь, 1978”].

Спосіб передачі крутного моменту в агрегаті вітровому електричному АВЭ-250С полягає в з'єднанні валів мультиплікатора (ведучого) та генератора (веденого) з виконанням таких функцій як:

- компенсація осьового та радіального зміщення, перекосу з'єднаних валів;

- амортизація вібрацій, поштовхів, ударів, які виникають під час роботи агрегату;

(13) C2

(11) 81687

(19) UA

- швидкого зчеплення і розчеплення механічного зв'язку валу генератора з валом мультиплікатора, необхідного для надання можливості роботи генератора, включеному до електромережі, в режимі синхронного компенсатора при частоті обертів вітроколеса нижче номінальних.

Спосіб передачі крутного моменту у вітровій електричній установці ВЭУ-500 полягає в з'єднанні вал-ступиці (вал ведучий) з вхідним валом (веденим) мультиплікатора в умовах лінійних та кутових зміщень валів і з'єднань швидкохідних (ведучих) валів мультиплікатора з валами (веденими) генераторів.

Аналог муфти для забезпечення способу передачі крутного моменту - муфта комбінована, описана у „Агрегат ветроэлектрический АВЭ-250С. Техническое описание АВЭ-250С ТО, ГКБЮ г.Днепропетровск, 1994”, яка містить дві частини: обгінну та пружну пелюсткову, з'єднані в один вузол.

Аналог муфти для забезпечення способу передачі крутного моменту - муфта пелюсткова, описана в керівництві по експлуатації: „Установка ветровая электрическая ВЭУ-500 90.9990.0000.0000.00.0 РЭ. Руководство по эксплуатации. ГКБЮ г.Днепропетровск, 2002”, яка складається з двох фланців, з'єднаних між собою гумовотканинними пелюстками, які приєднуються до фланців болтами через пластинчасті шайби.

Аналог фрикційної муфти для здійснення пропонованого способу - запобіжна муфта описана в [заявці №93007368 від 10.09.93р. МПК 5F16D7/04 Краснолуцького машинобудівного заводу (автор Амбіндер А.К.)], яка містить установлені на валах ведучу та ведену напівмуфти з елементами зчеплення на взаємоповернутих поверхнях, одна з напівмуфт установлена з можливістю осьового переміщення та підпружинена до другої напівмуфти і механізм миттєвого роз'єднання напівмуфт при перевищенні граничного крутного моменту, виконаний у вигляді пластинчастого пружинного елемента, установленного з можливістю регульованого переміщення та з'єданого з веденою напівмуфтою, яка забезпечена диском, розташованим з можливістю регульованого переміщення відносно веденого валу, повзунами, установленними в диску діаметрально протилежно та з можливістю радіального регульованого переміщення відносно, пластинчастий пружний елемент, виконаний у вигляді пружини, яка встановлена між дисками, що забезпечує плавне автоматичне багаторазове вмикання зчеплення (з'єднання напівмуфт) і розчеплення при необхідності, що, у випадку застосування нероз'ємних муфт у вітроенергетиці матимете місце витрати потужності при обертах ведучого валу вітрової електроустановки на холостому ходу.

До недоліків описаних муфт комбінованої та пелюсткової варто віднести неможливість, у разі необхідності, роз'єднання механічного зв'язку між ведучим та веденим валами.

До недоліків описаної запобіжної муфти варто віднести відсутність автоматичного підтримання сили тиску однієї напівмуфти на другу в залежності від зносу фрикційних накладок веденої напівмуфти під час експлуатації механічного засобу, де застосовується запобіжна муфта.

У якості прототипу способу, що заявляється, вибраного заявником із аналогів за рядом суттєвих ознак, схожих з ознаками пропонованого належить прийняти спосіб передачі крутного моменту від колінчатого (ведучого) валу двигуна автомобіля на його трансмісію, описаний у книзі авторів Б.В. Єршова, М.О. Юрченка. «Легковые автомобили ВАЗ. Конструкция и техническое обслуживание.», Киев, «Вища школа» 1978.»

Спосіб передачі крутного моменту від колінчатого валу двигуна автомобілів ВАЗ на трансмісію полягає в тому, що в контакт натискний диск ведучої напівмуфти і диск зчеплення веденої напівмуфти, а веденої напівмуфти до маховика приводять діафрагменною (тарілчастою) пружиною, котра встановлюється у корпусі муфти без можливості повороту відносно корпусу муфти. Крутий момент зростає плавно з одночасним збільшенням частоти обертів колінчатого валу двигуна, завдяки навичкам оператора (водія), до вирівнювання величин крутного моменту ведучого валу двигуна з крутим моментом опору трансмісії автомобіля.

До недоліків описаного способу варто віднести необхідність мати систему ручного керування вмикання-вимикання зчеплення, та залежність механічної системи (наприклад, автомобіля) для нормальної роботи від професійного досвіду оператора (наприклад, водія), який обслуговує механічну систему (наприклад, складність вмикання зчеплення на початку руху автомобіля), що приводить до неекономічних витрат пального, скорішого виходу з ладу агрегатів механічної системи. У якості прототипу фрикційної муфти для здійснення способу, що заявляється, вибраного заявником із аналогів за рядом суттєвих ознак, схожих з ознаками пропонованої належить прийняти корисну модель - фрикційна муфта МПК 5 F16D 13/06, яка описана в заявці №93003010 від 18.06.93р., заявником котрої є Лук Ламедлен унд Купплонгсбау ГмбХ (DE), авторами - Райк Вольфганг, Кімміг Карл-Людвіг, Маухер Едмунд, Віттманн Крістоф (DE).

В описаній фрикційній муфті, що містить натискний диск, який з'єднаний з корпусом без можливості відносного провороту, але з можливістю обмеженого осьового переміщення, причому між корпусом і натискним диском вставлена стисла в осьовому напрямку здійснююча силу тиску тарілчаста пружина, що, з одного боку, має можливість повороту щодо встановленої в корпусі опори, а з іншого боку, впливає на натискний диск у напрямку напівмуфти, що затискає між натискним диском й опорним диском, передбачене автоматичне регулювання зусилля при введення в контакт напівмуфт залежно від зношування фрикційних накладок за допомогою встановленого між кришкою й тарілчастою пружиною автоматичного піднастроючого пристрою.

До недоліків описаної фрикційної муфти варто віднести відсутність автоматичного пристрою для плавного включення муфти. Плавне включення муфти описаної конструкції неможливе без професійного досвіду, навичок водія. Неплавне, різке включення зчеплення негативно впливає, як на довговічність автомобіля, де використовується описана муфта, так і на фізіологічний стан водія і пасажирів.

В основу винаходів поставлена задача знизити вартість виготовлення механічних засобів, підвищити їх економічність та довговічність завдяки вдосконаленню способу передачі крутного моменту, що полягає в автоматичному, плавному включенні муфти незалежно від досвіду оператора за рахунок приведення в контакт ведучої та веденої напівмуфт зусиллям, що створює силу тертя передачею, за допомогою важелів, на диски напівмуфт, відцентрової сили, що виникає за рахунок відхилення від осі обертання вантажів, при цьому сила тертя залежить від частоти обертів ведучої напівмуфти, сумарної маси вантажів, довжини плечей важелів, радіуса кола обертання. Поставлена задача вирішується тим, що спосіб передачі крутного моменту полягає в автоматичному, без втручання оператора, приведенні в контакт, для створення сили тертя, ведучої та веденої напівмуфт передачею на диски напівмуфт, за допомогою важелів, відцентрової сили, що виникає за рахунок відхилення від осі обертання вантажів, при цьому сила тертя залежить від частоти обертів ведучої напівмуфти, сумарної маси вантажів, довжини плечей важелів, радіуса кола обертання центрів мас вантажів, що дозволяє виготовляти механічний засіб без системи включення-виключення зчеплення.

Поставлена задача вирішується також і тим, що у відомій фрикційній муфті, що містить натискний диск, котрий з'єднаний з корпусом без можливості відносного провороту, але з можливістю обмеженого осьового переміщення, згідно з винаходом для здійснення способу в її корпусі, з віссю обертання в ньому, встановлені, рівномірно розташовані по колу, важелі, не менш двох, що діють одним плечем на натискний диск у напрямку веденої напівмуфти, зафіксованої між натискним й опорним дисками ведучої напівмуфти а на другому плечі закріплені вантажі, при цьому важелі з'єднані з корпусом пружинами розтягання.

Для доказу причинно-наслідкового зв'язку між сукупністю суттєвих ознак способу, що заявляється та технічним результатом заявник наводить наступне:

ознака - „силу тертя створюють передачею на диски напівмуфт, за допомогою важелів, відцентрової сили” забезпечує контакт, сила якого залежить від частоти обертів ведучого валу, ведучої та веденої напівмуфт автоматично;

ознака - „відцентрова сила виникає за рахунок відхилення від осі обертання вантажів” забезпечує передачу сили тиску через важелі на напівмуфти;

ознака - сила тертя виражається залежністю:

$$F_{\text{мп}} = \frac{nmLk[R(\omega^2 - \omega_0^2) - g]}{\delta l},$$

забезпечує залежність сили тертя від сумарної маси вантажів, плечей важелів, матеріалу, з якого виготовлені поверхні тертя напівмуфт, значеннями радіусу кола розташування вантажів, частоти обертів муфти, пружної сили пружин розтягання та коефіцієнту надійності зчеплення.

Ці ознаки в сукупності забезпечують технічний результат - зчеплення напівмуфт, автоматично, з силою потрібною для здолаття сили опору веденого валу у кожній конкретний час роботи агрегату, де застосовується пропонований спосіб, що знижує витрати на виготовлення механічного засобу, істотно підвищує його довговічність, та економічну витрату пального.

Для доказу причинно-наслідкового зв'язку між сукупністю суттєвих ознак фрикційної муфти для здійснення способу, що заявляється та технічним результатом заявник наводить наступне:

- ознака - „натискний диск, з'єднаний з корпусом без можливості відносного провороту” забезпечує передачу крутного моменту від натискного диску на корпус муфти;

- ознака - „натискний диск, з'єднаний з корпусом з можливістю обмеженого осьового переміщення” забезпечує переміщення натискного диску у бік диску веденої напівмуфти;

- ознака - „встановлені рівномірно розташовані по колу важелі, не менше двох” забезпечує рівномірний, по всьому колу дисків напівмуфт, їх контакт;

- ознака - „важелі контактують одним плечем з натискним диском у напрямку веденої напівмуфти, зафіксованої між натискним й опорними дисками ведучої напівмуфти, а на другому плечі закріплені вантажі” забезпечує передачу відцентрової сили вантажів, через важелі, при обертах муфти, на натискний диск;

- ознака - „важелі, з'єднані з корпусом пружинами розтягання”, забезпечує відсутність контакту дисків напівмуфт при знаходженні ведучого валу в спокої або при його обертах з частотою холостого ходу.

Ці ознаки в сукупності вдосконалюють технічний результат - надійне автоматичне включення зчеплення напівмуфт, що істотно зменшує витрати потужності агрегату на холостому ходу, де застосовується пропонована фрикційна муфта, та підвищує його довговічність.

Для роз'яснення роботи й суті способу передачі крутного моменту й фрикційної муфти для його здійснення й доказу можливості промислового використання заявлених способу та фрикційної муфти для здійснення способу додаються креслення, на яких наводиться приклад конкретного виконання: на Фіг.1 - головний вид муфти, на Фіг.2 - розріз Фіг.1.

На кресленні зображена муфта зчеплення, що складається з корпусу 1, котрий прикріплений до опорного диску, наприклад маховику 2, диску зчеплення 3 (ведена напівмуфта), натискного диску 4, важелів 5, з осями 6, розташованими в корпусі 1, вантажами 7 і пружинами розтягання 8, що врівноважують вагу вантажів 7 і відцентрову силу вантажів 7, котра виникає при обертанні маховика 2 на холостих обертах ведучого валу 9.

При знаходженні системи зчеплення в спокої або при обертанні ведучого валу 9 із частотою обертів холостого ходу зусилля пружин 8 помножене на плече h створює момент, не менший моменту дії ваги вантажів 7 і відцентрової сили, що виникає від обертання вантажів 7: важіль 5 не впливає на натискний диск 4 і зчеплення відсутнє. При збільшенні частоти обертів ведучого валу 9 збільшується відцентрова сила вантажів ($F_{ц}$):

$$F_{ц} = nm_0 [R(\omega^2 - \omega_0^2) - g]$$

де n - кількість вантажів;

m_0 - мінімальна маса одного вантажу;

R - радіус кола розташування центрів мас вантажів;

ω - робоча частота обертання ведучого валу;

ω_0 - частота обертання ведучого валу на холостому ході;

g - прискорення земного тяжіння.

Момент, створюваний відцентровою силою, $M_{ц} = F_{ц}L$ приводить у контакт, за допомогою

важелів 5, зусиллям $F_{ц} \frac{F_{ц}L}{l}$, диск 3 веденої

напівмуфти з натискним 4 й опорним 2 дисками ведучої напівмуфти, з'єднаними, без можливості відносного провороту, з ведучим валом 9. Сила F_m помножена на коефіцієнт тертя k матеріалів дисків ведучої і веденої напівмуфт, створює силу тертя F_{mp} , що і передає крутний момент на диск 3 веденої напівмуфти, з'єднаний з веденим валом 10. Для прикладу зроблений дослідний зразок запропонованої фрикційної муфти, і приведений його приблизний розрахунок з поясненням одержаних виразів і прийнятих конструктивних значень деяких параметрів, для здійснення способу передачі крутного моменту від ведучого валу двигуна BA31111, де максимальний крутний момент $M_{кр} = 115,7n \times m$ при частоті

$\omega = 3000 \text{ об/хв. (50 об/сек.)}$, автомобіля BA3-21099 на трансмісію автомобіля, робочий радіус (r) веденої напівмуфти дорівнює $82,5 \text{ мм (0,0825 м)}$, частоту обертів холостого ходу (ω_0) приймемо $900 \text{ об/хв. (15 об/сек)}$, кількість вантажів $n=6$, плече дії відцентрової сили $L=0,12 \text{ м}$, плече дії сили тиску $l=0,025 \text{ м}$, коефіцієнт тертя матеріалів напівмуфт $k=0,2$, радіус кола розташування центрів мас вантажів $R=0,1 \text{ м}$, плече сили опору трансмісії автомобіля дорівнює його робочому крутному моменту:

$$M_{кр} = nF_{mp}l \quad (1)$$

де F_{mp} - сила тертя одного важеля.

$$m = \frac{\sigma M_{кр} l}{n L k R [\omega^2 - \omega_0^2 - g]} = \frac{\sigma \times 115,7 \times 0,025}{6 \times 0,12 \times 0,2 \times 0,0825 \times [0,1 \times (50^2 - 15^2) - 9,8]} = 1,17 \dots 1,23 (\text{кг}).$$

Підстановкою отриманих значень у вираз (1), перевіримо який максимальний крутний момент сили опору трансмісії автомобіля може

Для створення такої сили тертя (F_{mp}) необхідно створити силу тиску (F_m):

$$F_m = \frac{F_{mp}}{k} \quad (2)$$

де $k=0,2$ - коефіцієнт тертя матеріалів напівмуфт. Сила тиску знайдеться з рівності моментів важелів:

$$F_m l = F_{ц} L - F_{np} h, \quad (3)$$

де F_m - сила тиску;

l - плече сили тиску;

$F_{ц}$ - відцентрова сила вантажу;

L - плече відцентрової сили вантажу;

F_{np} - сила пружності пружини розтягання;

h - плече сили пружності пружини розтягання.

Момент сили пружності пружини розтягання дорівнює сумі моментів сили ваги вантажу та моменту відцентрової сили:

$$F_{np} h = F_{ц0} L + m_0 g L \quad (4)$$

де $F_{ц0}$ - відцентрова сила вантажу при обертанні ведучого валу на холостому ході.

Відцентрові сили вантажу при робочих обертах ведучого валу і обертах холостого ходу мають вирази:

$$F_{ц} = m_0 \omega^2 R \quad (5)$$

$$i F_{ц0} = m_0 \omega_0^2 R,$$

До виразу (3) вставимо вирази (4) і (5) получимо рівняння:

$$F_m l = L m_0 [R(\omega^2 - \omega_0^2) - g] \quad (6)$$

У рівняння (2) вставимо вираз F_m з рівняння (6) одержимо вираз:

$$F_{mp} = \frac{m_0 L k [R(\omega^2 - \omega_0^2) - g]}{l}. \quad (7)$$

Для забезпечення необхідної сили тертя визначимо номінальну масу одного важеля:

$$m = \sigma m_0 \quad (8)$$

де $\sigma = (1,05-1,1)$ - введений коефіцієнт надійності зчеплення, значення коефіцієнту надійності зчеплення $\sigma = (1,05-1,1)$ оптимальне для регулювання сили пружності (F_{np}) пружини розтягання в залежності від неточностей виготовлення комплектуючих фрикційної муфти та її зблизь представляючи в одержаний вираз (8), відомі та конструктивно прийняті значення розрахуємо масу одного з шести важелів:

забезпечити надійне зчеплення прийняті параметри запропонованої муфти зчеплення:

$$M_{kp} = \frac{nmLkr}{I} [R(\omega^2 - \omega_0^2) - g] = \frac{6 \times 1,17 \times 0,12 \times 0,2 \times 0,0825}{0,025} [0,1 \times 50^5 - 15^2] - 9,8 = 121,46(\text{нм}) \gg 115,7(\text{нм}).$$

Завдяки приведенню в контакт ведучої та веденої напівмуфт передачею відцентрової сили відхилення від осі обертання важелів одержимо автоматичне включення зчеплення і надійну передачу крутного моменту зусиллям тертя, значення якого залежить від частоти обертів ведучого валу.

Фрикційна муфта для здійснення способу, згідно з винаходом, крім забезпечення автоматичного і плавного з'єднання напівмуфт має можливість автоматичного регулювання зусилля приведення в контакт напівмуфт залежно від зношування фрикційних накладок завдяки встановлених в корпусі з віссю обертання в ньому важелів, не менше двох, що діють на натискний диск у напрямку веденої напівмуфти, зафіксованої між натискним й опорним дисками ведучої

напівмуфти одним плечем й утримуючим вантажами на іншому плечі і дозволяє відмовитись від автоматичного піднастроючого пристрою.

Це рішення дозволяє відмовитися від органів ручного керування зчепленням при використанні його в автомобілебудуванні, що, у свою чергу, дозволяє на (0,5-1,0)% знизити вартість витрат на виготовлення автомобіля, забезпечуючи, при цьому, надійне й плавне автоматичне вмикання й вимикання зчеплення залежно від частоти обертів колінчатого валу, що, у свою чергу, позитивно впливає на фізіологічний стан водія й пасажирів, збільшує середню швидкість руху, а, отже, і продуктивність транспортного засобу на (5-7)%, безпеку руху, ощадливу витрату пального, схоронність перевезених вантажів, а також роботу й довговічність агрегатів транспортного засобу.

