

Винахід стосується варіаторів, а точніше тих компонентів передач з тороїдальними канавками кочення та роликовим зчепленням, що змінюють передаточне відношення.

Відомі варіатори, в яких згруповані ролики зі змінною орієнтацією з можливістю передавати зчеплення між відповідними частково тороїдальними канавками кочення, що утворені на протилежних сторонах співвісьових вхідного і вихідного дисків з можливістю обертання в протилежних напрямках. Окружна швидкість, що передається від вхідного та вихідного диска, змінюється при зміні орієнтації роликів: коли ролики контактують з вхідним диском при відносно великому радіусі, а з вихідним диском при відносно малому радіусі, то вихідний диск обертається швидше, ніж вхідний диск, і вважається, що варіатор встановлено на високе передаточне відношення, в той час, як при контакті роликів з вхідним диском при малому радіусі, а з вихідним диском при великому радіусі, вихідний диск обертається повільніше і варіатор встановлено на низьке передаточне відношення (Патент США №1056292, 1913; патент Великобританії №10.78791, кл. F16h, 1967; WO 90/05860, кл. F 16 H 15/38, 1990).

Цей винахід стосується варіаторів з тороїдальними канавками кочення та роликовим зчепленням, що мають дві характерні особливості. По-перше, ролики перекривають частково тороїдальний зазор між їх відповідними вхідними і вихідними дисками, практично діаметрально, так, що центр кожного ролика знаходиться, по суті, в уявному центрі кола торів. Таким чином, винахід стосується варіаторів так званого "повного тороїдального типу", приклади яких наведені у вищезгаданих патентах, та не стосується варіаторів так званого "напівтороїдального типу", завдяки чому виникають зовсім інші проблеми при конструюванні та функціонуванні (Патент США №4.400.987, кл. F 16 H 15/40, 1983). По-друге, винахід стосується варіаторів "повного тороїдального типу", в яких (див. WO 90/05860, 1990 р., кл. F 16 H 15/38), що вибраний за прототип, центр кожного ролика, при нормальному функціонуванні варіатора, повинен бути вільним, наприклад, під час зміни передаточного відношення для забезпечення обмежених переміщень вперед і назад навколо центра кола торів. Винахід не застосовується до альтернативного типу варіатора з тороїдальними канавками кочення (Патент Великобританії №1.069.874, кл. F 16 h, 1967), в якому центр ролика обмежений єдиним місцеположенням в центрі кола тора.

Схематично показані особливості і компоненти варіатора такого типу, в якому може бути використаний цей винахід. На схемі показано вид зверху в площині, орієнтованій під прямими кутами до осі диска і вид зверху в площині, що включає цю вісь. Ролик А встановлено з можливістю обертання навколо свого центру В в каретці С, яка з'єднана з поршнем D, що працює в циліндрі Е. Ролик А має можливість передавати зусилля зчеплення від частково тороїдальної канавки кочення F, яка утворена на диску G, до відповідної канавки кочення H, яка утворена на співвісьовому диску J. Поршень D не тільки має можливість переміщатися в осьовому напрямку всередині циліндра Е, але може також дещо нахилитися відносно осі циліндра. На схемі чітко показано, що будь-яке контрольоване переміщення ролика А завдяки переміщенню поршня D всередині циліндра Е, повинно створювати ефект зміщення центра В ролика. Внаслідок того, що ролик А перекриває тороїдальний зазор діаметрально, наступне переміщення центра В повинно відбуватися уздовж центра кола К тора. На схемі також показано, що лінія дії сили поршня D на ролик А лежить під кутом (L) до площини M, яка включає центр кола К. Кут L відомий в техніці як повздовжній кут нахилу шкворня і має місце в багатьох відомих варіаторах цього типу, включаючи WO 90/05860.

Таким чином, в варіаторі-прототипі кожний ролик діаметрально перекриває тороїдальний зазор між відповідними вхідними і вихідними дисками, а центр кожного ролика має можливість виконувати обмежений рух назад і вперед уздовж центрального кола тороїдального зазора.

Загальновідомою характеристикою варіаторів з тороїдальними передачами з безступінчатою зміною передаточного відношення, в яких має місце повздовжній кут нахилу шкворня, є те, що вони мають однонаправлену дію. Тобто, прогнозована зміна передаточного відношення шляхом узгодженої зміни орієнтації роликів можлива лише тоді, коли вхідний диск чи диски обертаються в одному напрямку навколо осі варіатора, а вхідний диск чи диски - в іншому. Причина цього добре зрозуміла з технічної точки зору і зводиться до того, що необхідна геометрія для монтування роликів включає повздовжній кут нахилу шкворня. Отже, важливо, щоб вхідні вали варіаторів передач з безступінчатою зміною передаточного відношення цього типу ніколи не оберталися в зворотному напрямку в будь-якому матеріальному стані.

На практиці двигуни внутрішнього згорання, що завжди використовувалися як первинні приводи для варіаторів цього типу, були розроблені для обертання тільки в прямому напрямку, а незначні обертання в зворотному напрямку, які виникали, наприклад, для встановлення в стан рівноваги при виключенні, були недостатніми для порушення орієнтації роликів попередніх поколінь з тороїдальною канавкою кочення, оскільки ніколи не було випадків обертання у зворотному напрямку понад один оберт за один раз. Для встановлення відповідної швидкості таких варіаторів потрібно декілька обертів вхідного диска чи дисків, щоб ролики відрегулювалися при будь-якій суттєвій зміні їхньої орієнтації.

Недоліком прототипу є те, що в його гідравлічних засобах установа управління роликами суттєва зміна орієнтації ролика відбувається значно швидше і може мати місце протягом невеликої частини оберту вхідного диску чи дисків. Отже, можливість швидкої і непередбаченої зміни орієнтації роликів і навіть сходу їх з вхідних і/або вихідних канавок кочення протягом одного оберту в зворотному напрямку вхідного валу, наприклад, при вимкненні двигуна або після фальшивого старту, є реальною і її слід уникати.

Існуючи ж гідравлічні стопори не будуть функціонувати при вивільненні гідравлічної енергії, наприклад, при вимкненні двигуна в кінці роботи, або, коли двигун не запускається. Більше того, якщо в таких випадках вихідний вал двигуна обертається в протилежному напрямку навіть на невелику величину, скажімо, менше половини оберта, то поєднання швидкої реакції роликів та непередбачуваного їх переміщення, яке спричинене реверсивним обертанням вхідного валу, може призвести до того, що деякі з роликів у варіаторі змінять свою орієнтацію настільки різко, що виникне небезпека їх сходу з кромки кочення.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалити "Варіатор для передач з тороїдальними канавками кочення та роликовим зчепленням", в якому шляхом встановлення обмежувальних засобів - упорів уздовж зовнішніх і/або внутрішніх канавок кочення дисків забезпечити усунення сходу роликів варіатора з кромки їх

канавок кочення і за рахунок цього забезпечити прогнозовану зміну передаточного відношення.

Поставлена задача вирішується тим, що варіатор для передач з тороїдальними канавками кочення та роликовим зчепленням, в якому кожний ролик діаметрально перекриває тороїдальний зазор між відповідними вхідними і вихідними дисками, а центр кожного ролика має можливість виконувати обмежений рух назад і вперед уздовж центрального кола тороїдального зазора, згідно з винаходом, містить обмежувальні засоби, які виконані суміжними відносно зовнішньої і внутрішньої кромки частково тороїдальних канавок кочення на дисках.

Обмежувальні засоби виконані у формі кільця, встановленого навколо зовнішньої кромки канавки кочення.

Кільце виконане як одне ціле з диском.

Кільце встановлене на ободі диску з можливістю уникнення взаємного переміщення кільця і диска хоча б в одному осьовому напрямку.

Диск використаний як поршень комбінації поршень-циліндр, що має кінцеве гідравлічне навантаження, а кільце містить також ущільнювач поршня.

Ободи роликів, які контактують з канавками кочення, виконані заокругленими з можливістю створення поперечного радіуса ролика, а робоча поверхня кільця, що приймає ролик при виході за встановлені межі, відповідає кривизні, створеній зовнішнім ободом ролика, що виходить за встановлені межі.

Обмежувальні засоби, які протидіють сходу ролика з внутрішньої канавки кочення, виконані з можливістю зчеплення з плоскою поверхнею ролика при виході його за встановлені межі.

Обмежувальні засоби з'єднані з диском, який виконаний з можливістю обертання разом з валом, вхідним або вихідним, що проходить через центр варіатора, і встановлені на цьому валу.

Обмежувальні засоби з'єднані з кільцеподібним диском, що встановлений з можливістю контробротання і з зазором відносно центрального валу варіатора, і змонтовані на втулкоподібній деталі, яка виконана з можливістю зчеплення з центральною порожниною кільцеподібного диска.

Ролики з'єднані зі своїми засобами управління з можливістю створення позаддовжнього кута нахилу шкворня відносно площини центрального кола тороїдального зазора.

Таким чином досягається очікуваний технічний результат.

На кресленні показаний спрощений осьовий розріз варіатора, де деякі особливості показані тільки схематично.

Варіатор має на одному кінці вхідного валу 1 шпонку 2 для здійснення обертання за допомогою двигуна 3, два вхідних диски 4 і 5, які розташовані на протилежних кінцях валу. Положення 6 позначена вісь варіатора. Диск 4 безпечений від руху як в осьовому напрямку, так і від обертання відносно валу. Диск 5 безпечений від відносного обертання, але шпоночне з'єднання в точці 7 дає можливість обмеженого відносного осьового руху між валом і диском, внаслідок того, що диск 5 має можливість функціонувати як поршень всередині циліндра 8, що підключений до відповідного гідравлічного приводу 9 для надання необхідного і звичайного "кінцевого навантаження" на варіатор. Між дисками 4 і 5 розташована вихідна ланка 10, яка складається з двох вихідних дисків 11 і 12, що насаджені на протилежні торці механізму 13. Вихідна ланка 10 має можливість обертатися з зазором навколо валу 1 на підшипнику 14.

Як прийнято для варіаторів цього типу, групи роликів 20, які змонтовані в каретках 21, передають зусилля зчеплення між частково тороїдальними канавками кочення 22, які утворені на вхідних дисках 4 і 5, і додатковими частково тороїдальними канавками кочення 23, які утворені на вихідних дисках 11 і 12.

Між дисками 4 і 11 та аналогічно між дисками 5 і 12, показано тільки одну групу роликів/каретка 20/22, але на практиці звичайно встановлюється група з трьох роликів між кожним набором дисків, при цьому три ролики рознесені один від одного на 120° по дузі навколо осі 6, а орієнтація всіх шести роликів здійснюється від загальної гідравлічної системи управління (25-27) для того, щоб весь час протягом дії приводу всі вони передавали однакові передаточні відношення. Центр 28 кожного ролика обмежується таким чином, що він знаходиться в уявному центрі кола 29 спільного тора канавок кочення 22 і 23, але має можливість під час функціонування (під дією механізму управління, що подібний до комбінації поршень/циліндр) здійснювати обмежений рух вперед і назад уздовж цього кола.

Гідравлічна схема 25, за допомогою якої здійснюється управління станом роликів кареток 21, отже, і роликів 20, у процесі зміни умов приводу, містить елементи "гідравлічної зупинки" 26, що вступають у дію, коли поршні 27 досягають меж своїх дозволених ходів, після цього здійснюється регулювання рівноваги гідравлічних тисків з будь-якої сторони поршня і протидія подальшому переміщенню поршня за межі його ходу. Проте, при вивільненні гідравлічної енергії, наприклад, при вимкненні двигуна в кінці роботи, або коли двигун не запускається, такі гідравлічні стопори не будуть функціонувати. Більш того, якщо в таких випадках вихідний вал двигуна обертається в протилежному напрямку, навіть на невелику величину, скажімо, менше половини оберта, то поєднання швидкої реакції роликів та непередбачуваного переміщення роликів, яке спричинене реверсивним обертанням вхідного валу, може призвести до того, що деякі з роликів у варіаторі змінять свою орієнтацію настільки різко, що виникне небезпека їх сходу з кромки канавок кочення 22 та 23. Згідно з представленим винаходом, цей ризик сходу роликів з кромки їх канавок кочення усувається за допомогою утворення фізичних обмежувачів. На радіально-внутрішніх кромках вхідних канавок кочення 22 упори 30 забезпечуються за допомогою втулок 31, які встановлені навколо вхідного валу 1 і утримуються на місці за допомогою стопорних кілець 32. Для вихідних канавок кочення 23 аналогічні упори 33 забезпечуються втулками 34, які входять у зчеплення з ободами 35 центральних каналів кільцеподібних вихідних дисків 11 та 12. Треба особливо відзначити, що упори 30 і 33 вступають у зчеплення з плоскими поверхнями 36 роликів, і що вони обертаються у тому ж напрямку відносно осі 6, що і диски, з якими вони зв'язані, мінімізуючи тим самим відносну швидкість при вході у зчеплення з роликами. Якби упор 33 було змонтовано на валу 1, подібно упору 30, то, внаслідок контробротання дисків 11, 12 і вала 1 мало б місце значне відносне переміщення між роликом 20 і упором 33, за умови зчеплення. Замість того, щоб встановлювати упори навколо вхідного валу 1, з тією ж функцією, що і упори 30, їх можливо встановлювати і іншими способами. Наприклад, вони можуть утворювати одне ціле або іншим способом бути прикріпленими до відповідних дисків.

На зовнішніх кромках вхідних (4, 5) і вихідних (11, 12) дисків аналогічна стопорна дія забезпечується кільцевими обмежувачами 40, 41. Вони можуть складати одне ціле з самими дисками, але як показано, вони є окремими компонентами і кріпляться до зовнішніх ободів дисків, геометрія яких має уступ 42 для протидії будь-якій тенденції до зчеплення між обмежувачами і роликами, що може призвести до осьового зміщення обмежувачів з дисків, на яких вони змонтовані. Ступінчата конструкція також полегшує утворення канавки 43 для встановлення кільцевої прокладки 44, яка вступає у зчеплення з циліндром 8, в якому диск 5 з правої сторони фігури діє як поршень кінцевого навантаження, як вже було описано раніше. Слід зазначити, що внаслідок того, що центри 28 роликів 20 не мають стаціонарного положення відносно фіксованої конструкції варіатора, а навпаки, повинні мати здатність обмеженого руху в прямому і зворотному напрямках уздовж центра кола тора 29, то наявність упору тільки в одному з двох радіальних кінців кожної канавки кочення може бути недостатнім внаслідок того, що, якщо у такому випадку ролик входить у контакт з таким упором, то ця точка контакту діятиме як точка опори для повороту ролика, що призведе до того, що протилежний кінець діаметра ролика зійде з незастопореного протилежного радіального кінця протилежних дисків.

Як прийнято у техніці і як збільшено показано для ролика 20 з правої сторони фігури, кінець ролика 50 заокруглений до радіуса 51, який набагато менший, ніж повний радіус 52 ролика 20, і який відомий у техніці як поперечний радіус ролика. Позицією 53 позначена кривизна робочих поверхонь обмежувачів 40 і 41, а 54 - вісь ролика. Кінець ролика 50 перетинає плоску поверхню 36 ролика у кромці 55 і кривизна робочих поверхонь 53 обмежувачів 40 і 41 може бути для зручності вибрана такою, щоб відповідати тій, яка буде створюватись кромкою 55, якщо ролик, при роботі на одній з меж свого дозволеного діапазону передаточного відношення, буде прагнути переключитися на більше передаточне відношення і вийти таким чином за межі цього дозволеного діапазону. Слід відзначити, що у більшості випадків, коли ролик працює поблизу межі свого дозволеного діапазону, як було тільки що описано, вісь ролика 54, як правило, перетинає вісь варіатора 6. Вибір описаної кривизни для робочих поверхонь 53 обмежувачів допомагає забезпечити максимальний зазор між обмежувачами і роликами, коли останні працюють на межах своїх дозволених діапазонів, і таким чином мінімізувати розмір додаткового кільця канавки кочення, який необхідно забезпечити за межами радіуса, при якому ролик і канавка кочення вступають у контакт за цієї обмежувачої умови, перед тим, як почнеться обмежувач.

