

## УДК 621.85

Панкратов Є.В. студент гр. Пб-71  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

### ГІДРАВЛІЧНА ТРАНСМІСІЯ ВЕЛОСИПЕДУ

**Анотація.** В статті було розглянуто конструкції різних трансмісій як складову приводного механізму велосипеда, більш детально було розглянуто конструкцію гідравлічної трансмісії, як найбільш придатної для експлуатації велосипеда у дисципліні МТБ (маунтінбайк). Було виконано вибір та обґрунтування гідравлічного насоса трансмісії.

**Ключові слова:** трансмісія, гідравлічна трансмісія, аксіально поршневий насос, маунтінбайк.

## ВСТУП

Класична ланцюгова трансмісія є домінуючим типом передачі зусилля від ніг велосипедиста, до заднього колеса велосипеда. З огляду на багаторічний досвід її використання, рівень сучасних ланцюгових трансмісій досить високий, проте все ж існують деякі фундаментальні недоліки.

Велосипедний спорт представлений багатьма дисциплінами (стилями) катання, та не всі вони потребують високотехнологічну трансмісію. Наприклад такі мінімалістичні дисципліни як: dirt jump (рис.1), BMX race, four cross, BMX freestyle, повністю сформувалися використовуючи максимально прості та надійні компоненти, такі як: ланцюгова трансмісія з однією швидкістю, зварна рама досить малих розмірів, ригідна або короткохідна вилка (передній амортизаційний елемент велосипеда). Ці велосипеди фактично стали визначниками свого стилю і не потребують значних технічних покращень.

Але наскільки висока спеціалізація цих велосипедів робить їх зручними в визначеному стилі, на стільки ж вони є не підходящими для інших.



Рис. 1 Велосипед для DirtJump



Рис. 2 Велосипед для Downhill

Крім культових, гарно сформованих і не потребуючих складних технічних засобів дисциплін, значно популярнішими є ті, що розвиваються і змінюються щороку. Кожен сезон велосипедні фірми представляють все більш сучасні і технічно досконалі велосипеди для таких дисциплін як: downhill (рис.2), enduro, trail, cross country. Ці напрямки велоспорту водночас є найбільш доступними для початківців, та цікавими для професійних спортсменів. Вони є технологічно найбільш розвинутими, оскільки в таких велосипедах використовуються складні системи передньої та задньої підвіски, силові елементи виробляються з новітніх композитів, для досягнення оптимальних показників ваги та

міцності, а також використовуються найкращі сучасні розробки трансмісії велосипеда.

Вищезазначені дисципліни передбачають обов'язкове використання перемикача передач, що є найслабкішою частиною конструкції снаряду. Тому в даній роботі було запропоновано технічне рішення для ліквідації проблеми спортивного характеру, а саме для покращення результатів спортсменів та поліпшення досвіду використання велосипедів відповідного класу для любителів.

## **КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБКИ**

Основною ідеєю гідравлічної трансмісії є відмова від використання класичного ланцюга, що має великий перелік недоліків. У гідравлічній трансмісії енергія передаватиметься за допомогою робочої рідини (частіше за все робочою рідиною є мастило), тиск якої буде створюватись за допомогою насоса аксіально-поршневого типу, що буде розташований безпосередньо на вісі шатунів (деталь велосипеда, до якої пригвинчуються педалі).

Використовуючи фізичну властивість неможливості стиснення рідини, тиск буде переданий гідро-лініями (трубка, що витримує великий внутрішній тиск) від насоса у каретці (деталь велосипеда, у якій розміщують підшипники вісі шатунів), до гідравлічного двигуна у втулці заднього колеса.

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТИПУ НАСОСУ**

Конструкція аксіально-поршневого насоса цікава тим, що створення тиску у ньому відбувається за допомогою поршнів. Головна їх перевага, це простота ущільнення, на відміну від пластин, у пластинчатому насосі, шестерень у шестерному насосі і тому подібних, якісне ущільнення яких є проблемою. Поршні у такій системі рухаються послідовно, і приводяться до руху за допомогою похилої пластини (рис.3), що закріплена на привідному валу, в наслідок чого дана топологія насоса є однією з найкраще адаптованих для динамічного змінення робочого об'єму[1].

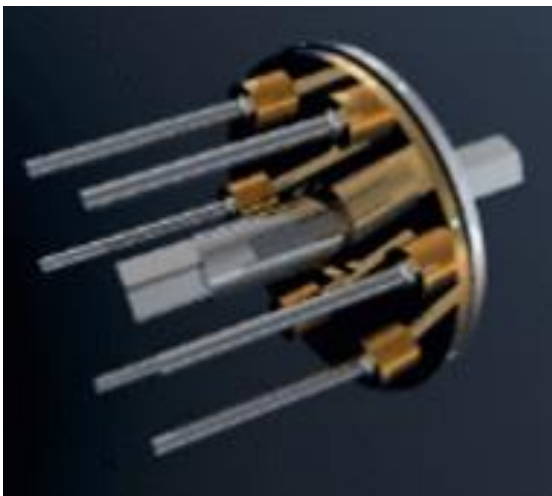


Рис. 3 Похила пластина

Робочий об'єм насоса/ гідродвигуна – це об'єм робочої рідини, що використовується для одного повного оберту механізму. Відношення робочого об'єму насоса до робочого об'єму двигуна дорівнює коефіцієнту передачі крутного моменту. Його зміна дозволить реалізувати перемикач передач[2].

Ключовою у виборі типу насоса гідравлічної трансмісії була можливість динамічно змінювати відношення робочих об'ємів, а отже і коефіцієнт передачі крутного моменту, реалізуючи безступеневе перемикач передач з великим діапазоном[3].

## ПЕРЕВАГИ ГІДРАВЛІЧНОЇ ТРАНСМІСІЇ

Не зважаючи на високі ціни кращих серійних трансмісій, вони все ще є заручниками своєї топології, а саме маючи ланцюг з великою кількістю рухомих з'єднань та перемикач передач складної конструкції. Під час експлуатації перемикача передач, у разі потрапляння у нього стороннього предмета, наприклад каміння, він виходить з ладу без можливості відновлення, а робота безпосередньо у навколишньому середовищі також значно зменшує ККД і ресурс. У Гідравлічній трансмісії вище перераховані недоліки відсутні, оскільки система є повністю герметичною, її ресурс обмежений лише зношуванням ущільнювачів. Система є повністю інтегрованою, а тому вона є не чутливою до фізичних впливів.

Однією з особливостей даної системи, у порівнянні з ланцюговими, є зменшення габаритів велосипеда. Виключивши чутливий елемент, розташованого у зоні великого ризику фізичного впливу внаслідок якого може відбутися руйнування, гідравлічна трансмісія значно підвищує ходові характеристики та стресостійкість спортивного снаряду.

Завдяки особливості топології обраного насоса, а саме можливості зменшувати робочий об'єм до безкінечно малих величин, за рахунок встановлення похилої пластини у положення близьке до горизонтального, діапазон передач є незакінченим у ідеальній системі, і близьким до такого, якщо враховувати ККД, фізичну жорсткість системи, якість робочої рідини. В результаті розрахунку передатного відношення було доведено ефективність вибору обраного типу насоса.

$$K_{\text{пер.}} = V_1/V_2 \quad (1)$$

$$V_2 = 2R \cdot \sin \alpha \cdot \pi r^2 \quad (2)$$

$K_{\text{пер.}}$  = Передатне відношення моменту;

$V_1$  = Робочий об'єм двигуна трансмісії, є постійним;

$V_2$  = Робочий об'єм насоса, є динамічним;

$R$  = Радіус, яким нахильна пластина здійснює тиск на поршень;

$r$  = Радіус поршня;

$\alpha$  = Кут нахилу пластини;

Таким чином, підставивши у формулу (2) кут нахилу, близький до нуля, ми отримаємо коефіцієнт, близький до незакінченості. Якщо врахувати реальні умови роботи системи, а саме виникнення деякого об'єму деформації системи, отримаємо формулу 3. Отже жорсткість системи є визначальним фактором діапазону передатного відношення.

$$K_{\text{пер.}} = \left| \frac{V_1}{V_2} - V_{\text{деф.}} \right| \quad (3)$$

$V_{\text{деф.}}$  = об'єм фізичного розширення системи, у наслідок дії тиску робочої рідини;

## **ВИСНОВОК**

Проаналізувавши конструктив трансмісії, ринок сучасних аналогів, сферу використання, ми можемо виділити наступні переваги гідравлічної трансмісії: плавна зміна передаточного співвідношення, дозволяє ідеально підлаштовувати трансмісію під конкретного спортсмена у конкретний момент; перспектива автоматизації роботи системи, полягає у організації системи моніторингу та керування на базі мікроконтролерів; конструктивна зручність підключення систем допомоги велосипедисту, наприклад електромотор; великий ресурс трансмісії; стійкість до зовнішнього середовища; великий діапазон зміни коефіцієнту передачі крутного моменту; мала вага трансмісії. Досягши технологічної досконалості, даний девайс має великі шанси монополізувати ринок трансмісій для спортивних велосипедів у відповідних класах.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

- [1] Гидравлика : учебник / Д. В. Штеренлихт. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : КолосС, 2004. - 656 с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений)..»
- [2] Насосы гидравлических систем станков и машин / А. Е. Леонов. - Москва ; Киев : Машгиз, 1960. - 226 с.
- [3] Чиняев И. А. Поршневые насосы. — М.: Машиностроение, 1966. - 188 с.

*Наук. керівник – к.т.н., доц. Стельмах Н.В.*