

# АНАЛІЗ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ В ШАРНІРАХ РІВНИХ КУТОВИХ ШВИДКОСТЕЙ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ КАТЕГОРІЇ М<sub>1</sub>

Каштанов Олексій Олексійович, ст. гр. АА-15-41,  
[alekseykashtanov999@gmail.com](mailto:alekseykashtanov999@gmail.com)

Для забезпечення рівномірної передачі крутного моменту від двигуна до коліс на автомобілі встановлюють шарніри рівних кутових швидкостей (ШРКШ). Вони встановлюються на автомобілях в конструкції привода ведучих і одночасно керованих коліс, на повнопривідних автомобілях, а також можуть встановлюватися в задньопривідних автомобілях з незалежною задньою підвіскою. Такі шарніри забезпечують максимальний кут нахилу валів до 45°. Їх класифікують за такими ознаками:

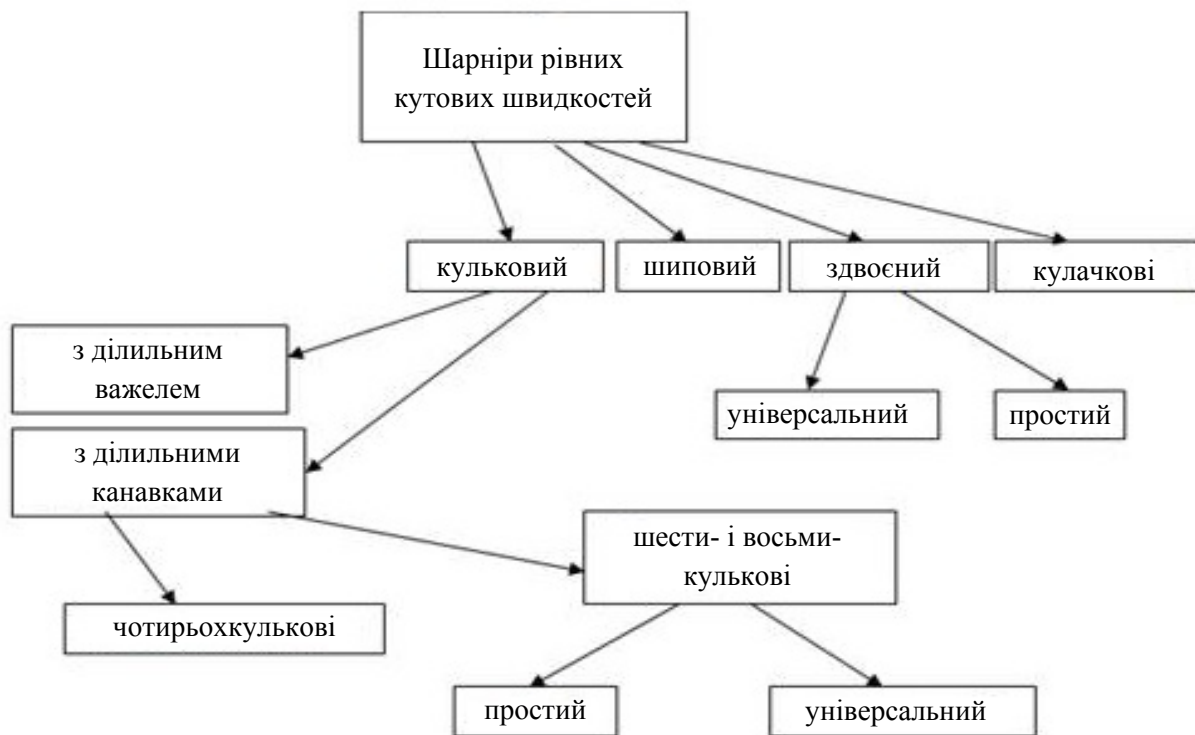


Рис. 1. Класифікація шарнірів рівних кутових швидкостей.

З наведеної класифікації представляє інтерес шестикульковий карданний ШРКШ з ділительним важелем типу “Рцепп”, який має широке розповсюдження на закордонних і вітчизняних автомобілях категорії М<sub>1</sub>.

Деталі кулькового карданного шарніра розташовуються у чашці, з внутрішньої сторони якої виконано по шість сферичних канавок для установки шести кульок. Такі ж самі канавки виконані і на сферичному кулаку, який закріплюється на шліцах вала. Ці обидві пов’язані між собою

через кульки, які розташовані в вирізах сепаратора. При нахилі одного з валів кульки встановлюються в площі, яка проходить через бісектрису кута між цими валами за допомогою ділильного важеля. Цей важіль піджимається до торця веденого вала за допомогою пружини, при зміні положення одного з валів [1, 2]. Довговічність цього шарніра становить 100-200 тисяч кілометрів в.

Такі шарніри мають ряд наступних переваг:

- Допускається максимальний кут нахилу між валами до  $\gamma = 37^\circ$ ;
- Передача більшого крутного моменту при порівняно малих навантаженнях;
- Висока надійність і високий коефіцієнт корисної дії.

Як недолік цього шарніру є те, що він технологічно складний у виготовленні, тому до нього пред'являються високі вимоги до точності виробництва деталей, внаслідок чого збільшується його вартість.

Також представляє інтерес шестикульковий карданний ШРКШ з ділильними канавками типу "Бірфільд" [1,3].

Конструкція приблизно така ж, як і у шарнірів типу Рцепп. При нахилі одного з валів на деякий кут, кульки виштовхуються із середнього положення, верхня кулька починає виштовхуватися зі звужуючого простору канавок вправо, а нижня кулька переміщується у розширювальний простір канавок вліво. На відміну від шарніра типу Рцепп в даному шарнірі профіль канавок в перетині виконаний не по дузі кола, а по еліпсу. Для забезпечення синхронного обертання валів центри кульок завжди повинні знаходитися на перетині осей канавок. Для уникнення заклинювання кульок кут між валами повинен бути не менше  $\gamma = 11^\circ 20'$ .

В розглянутому карданному шарнірі можна виділити наступні переваги:

- Високий коефіцієнт корисної дії, який може досягати до 0,99;
- Кут нахилу між валами може досягати  $\gamma = 45^\circ$ , завдяки відсутності ділильного важеля.

У якості недоліків можна виділити те, що при збільшенні кута нахилу одного з валів до  $\gamma = 30^\circ$ , - коефіцієнт корисної дії буде знижуватися. Ці витрати пояснюються тим, що поряд з тертям кочення для цього шарніра також характерне і тертя ковзання.

Варто відзначити те, що розглянуті вище карданні шарніри при з'єднанні валів забезпечують тільки їх кутову компенсацію. Для виконання осьової компенсації встановлюють універсальні шарніри.

Компанія GKN Automotive AG (Guets, Keen & Nettlefolds) приблизно в 60-х роках почала випускати автозапчастини для автомобілів, зокрема шарніри типу LOBRO (Лебро) і GKN. В універсальному шестикульковому карданному шарнірі типу ГКН на внутрішній стороні циліндричного корпусу шарніра нарізані шість прямих канавок, які виконані у формі еліпса, на сферичній поверхні кулака паралельно повздовжньої осі вала також виконані шість канавок. У канавках розміщуються шість кульок, які мають бути встановлені в сепараторі. Кулак і сепаратор мають взаємодіючі сферичні

поверхні. Варто відзначити те, що такі шарніри переважно встановлюються у якості внутрішнього шарніра, щоб забезпечити осьову компенсацію, викликані коливаннями передньої підвіски і силового агрегату. В цьому випадку карданний вал виконують без рухомого шліцьового з'єднання [1, 4, 7].

З основних переваг є те, що осьове переміщення забезпечується переміщенням кульок по повздовжнім канавкам корпусу.

Необхідно відзначити, що такі шарніри мають ряд наступних недоліків:

- Зниження коефіцієнта корисної дії шарніра внаслідок того, що кульки, при осьових переміщеннях, ковзають;

- Кут нахилу між валами обмежений і може досягати до  $\gamma = 20^\circ$ ;

- Порівняно великі габаритні розміри пояснюються тим, що робоча довжина канавок дорівнює переміщенню веденого вала.

Також виділяють універсальний шестикульковий карданний шарнір з ділильними канавками типу "Лебро" [1, 3].

Такі шарніри мають більш надійну конструкцію в порівнянні з кульковими карданными шарнірами типу Бірфільд. Встановлюються переважно на передньопривідних автомобілях категорії М1. Шарнір складається з циліндричного корпусу, в якому на внутрішній стороні під кутом  $15 \dots 16^\circ$  розташовано шість прямих канавок; на поверхні сферичного кулака так само нарізано 6 прямих канавок; як і в попередніх шарнірах у цьому шарнірі встановлюються сепаратор з кульками.

Даний шарнір має ряд наступних переваг:

- Малі габаритні розміри, у порівнянні з іншими шарнірами таких типів;

- Високий коефіцієнт корисної дії (при  $\gamma = 10^\circ - 0,99$ );

- Сепаратор менш навантажений, оскільки він не виконує функції зміщення кульок кулака;

- Має збільшенні кути роботи, що забезпечує великий хід підвіски.

З основних недоліків можна виділити те, що до точності розташування канавок пред'являються високі вимоги.

Найсучаснішою конструкцією ШРКШ є карданні шарніри типу "Трипод" [1, 5, 6].

Трьохшипові карданні шарніри встановлюються на легкових і вантажних автомобілях малої вантажопідйомності. Такі шарніри найчастіше використовуються в задньопривідних автомобілях з незалежною задньою підвіскою і на повнопривідних автомобілях. Вони бувають двох типів: жорсткі і універсальні. Принцип роботи таких шарнірів заснований на роботі роликів, які обертаються в голчастих підшипниках на трьохшиповій опорі і катаються по напрямних. Конструкція жорстких і універсальних шарнірів сильно відрізняються. В жорстких шарнірах опора з роликками нерухомо закріплена в чаші корпусу на ведучому валу. В цю конструкцію встановлюється вилка, яка з'єднана з веденим валом. Ролики катаються уздовж пазів вилки.

В універсальному шарнірі трьохшипова опора з роликами розміщується на вилці веденого вала, сама вилка встановлюється всередині чашці корпусу ведучого вала. Ролики катаються вздовж сферичних канавок, які нарізані в стінках чашки корпусу.

У розглянутих карданних шарнірах можна виділити наступні переваги:

- У жорстких шарнірах кут нахилу може досягати до  $\gamma = 43^\circ$ ;
- В універсальних шарнірах допускається осьове переміщення вала;
- Високий коефіцієнт корисної дії.

Як недолік цих шарнірів є те, що жорсткі шарніри не можуть забезпечити осьове переміщення, а в універсальних шарнірах при кутовому переміщенні максимальний кут нахилу одного з валів становить  $\gamma = 25^\circ$ .

### Висновок

Проаналізувавши різні науково-літературні джерела можна зробити наступні висновки. Для легкових автомобілів категорії  $M_1$  найбільший інтерес представляють шарніри рівних кутових швидкостей типів Рцепп, Бірфільд, Лебро, шарніри ГКН, а також трьохшипові шарніри типу Трипод. На сьогоднішній день найсучаснішою конструкцією ШРКШ є трьохшипові шарніри, які встановлюються на багатьох сучасніших автомобілях. До явних переваг ШРКШ можна віднести те, що при передачі крутного моменту за допомогою цих шарнірів втрати потужності, в порівнянні з іншими аналогічними механізмами, майже не спостерігається.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета: Учебник для студентов вузов по специальности “Автомобили и автомобильное хозяйство”. – М.: Машиностроение. 1989 – 304 с.
2. Інтернет-ресурс <https://wiki.zr.ru>
3. Інтернет-ресурс <http://www.izh-techno.ru/blog>
4. Інтернет-ресурс <http://vostok-agro.info/dokumentatsiya/292-kardannye-sharniry-ravnykh-uglovykh-skorostej.html>
5. Інтернет-ресурс <https://knowcar.ru/wikis/56>
6. Інтернет-ресурс <https://ru.wikipedia.org>
7. Інтернет-ресурс <https://shate-m.ru/Brand/Item?SearchName=GKN>

Науковий консультант: *Рижих Л.О. проф. каф. автомобілів*