

Занятие 66.**Шарниры равных угловых скоростей.**

Передние ведущие колеса полноприводных и переднеприводных автомобилей являются также и управляемыми, т. е. должны поворачиваться, что требует использования между колесом и полуосью шарнирного соединения. Карданные шарниры неравных угловых скоростей передают вращение циклически и работают при небольших значениях углов между валами, что делает в этом случае их применение проблематичным. В этих условиях нашли применение синхронные шаровые сочленения, называемые шарнирами равных угловых скоростей (ШРУС).

*В переднеприводном автомобиле обычно используются два внутренних таких шарнира (связаны с коробкой передач) и два внешних (крепятся к колесам). Устройство* этих шарниров можно представить так: в каждом шарнире имеются две главные детали — **корпус** и **обойма**, одна в другой. В этих деталях выполнены **канавки с шариками**, которые, по сути дела, жестко соединяют обе сферические детали, через них и передается вращение от двигателя к колесу. В то же время, двигаясь в канавках, шарики позволяют одной сферической детали поворачиваться относительно другой и при этом осуществлять поворот колеса. При всем многообразии конструктивных решений, **в шарнирах равных угловых скоростей должен выдерживаться единый принцип: точки контакта, через которые передаются окружные силы, должны находиться в плоскости, проходящей через биссектрису угла между валами (в биссекторной плоскости).**

**Сдвоенный карданный шарнир**

Это условие можно обеспечить различными способами. Простейшее решение — объединить два обычных карданных шарнира неравных угловых скоростей так, чтобы ведомая вилка одного служила ведущей вилкой другого. Такая конструкция получила название сдвоенного карданного шарнира.

Первые конструкции сдвоенных шарниров в 20-х гг. прошлого века были довольно громоздки, не оставляли в ступице переднего колеса места для тормозного механизма, который приходилось перемещать к картеру главной передачи. Однако со временем сдвоенные карданные шарниры совершенствовались, становились более компактными и продержались на легковых автомобилях до 60-х гг. Для сдвоенных шарниров на игольчатых подшипниках характерен усиленный износ этих подшипников и шипов крестовины, так как благодаря преимущественно прямолинейному движению автомобиля иглы подшипников не перекатываются, вследствие чего

поверхности деталей, с которыми они соприкасаются, подвержены бринеллированию, а сами иглы иногда сплющиваются.

### Кулачковые карданные шарниры

#### Карданный шарнир «Тракта»

В 1925 г. на переднеприводных автомобилях появляется шарнир «Тракта» (позиция "а" на рисунке 1), состоящий из четырех штампованных деталей: двух втулок и двух фасонных кулачков, трущиеся поверхности которых подвергаются шлифованию. Если разделить по оси симметрии кулачковый карданный шарнир, то каждая часть будет представлять собой карданный шарнир неравных угловых скоростей с фиксированными осями качания (так же, как у сдвоенного карданного шарнира). В нашей стране был разработан **кулачково-дисковый шарнир**, который применяется на полноприводных грузовиках КрАЗ, Урал, КамАЗ.

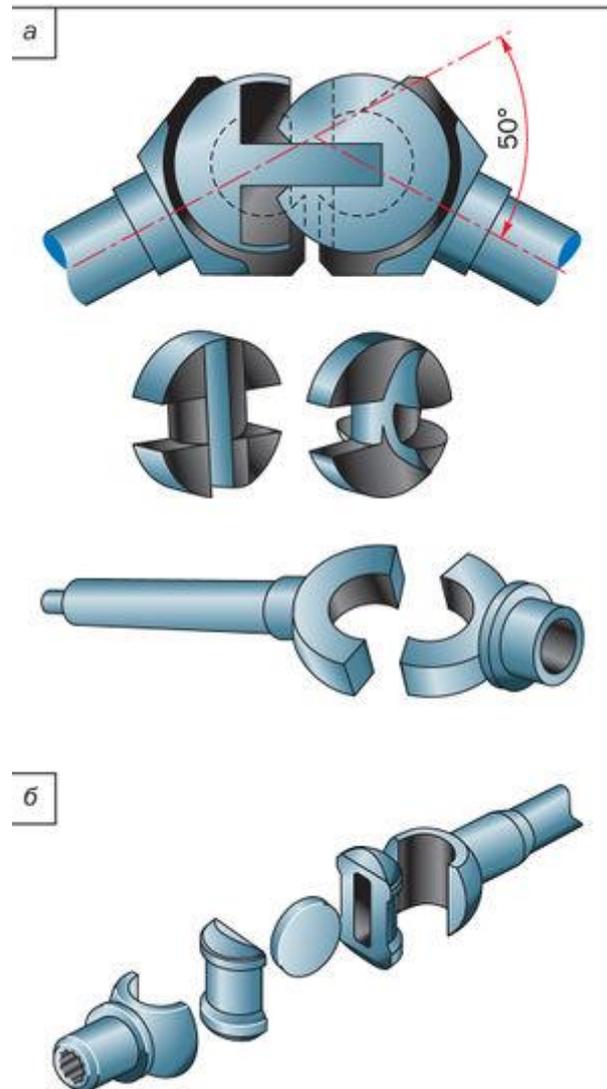


Рисунок 1 - Кулачковые карданные шарниры:

а — шарнир «Тракта»,

б — дисковый

Шарнир (позиция "б" на рисунке 1) состоит из пяти простых по конфигурации деталей: двух вилок, двух кулаков и диска.

Кулачковые шарниры благодаря наличию развитых поверхностей взаимодействующих деталей способны передавать значительный по величине крутящий момент при обеспечении угла между валами до  $45^\circ$ . Но трение скольжения между контактирующими поверхностями приводит к тому, что этот шарнир имеет самый низкий КПД из всех шарниров равных угловых скоростей. Следствием этого является значительный нагрев и задиры на деталях шарнира.

### Карданный шарнир «Вейс»

Недостатки сдвоенных шарниров и шарниров кулачкового типа были толчком к поиску новых решений, и в 1923 г. немецкий изобретатель Карл Вейс запатентовал шариковый карданный шарнир с делительными канавками (типа «Вейс»).

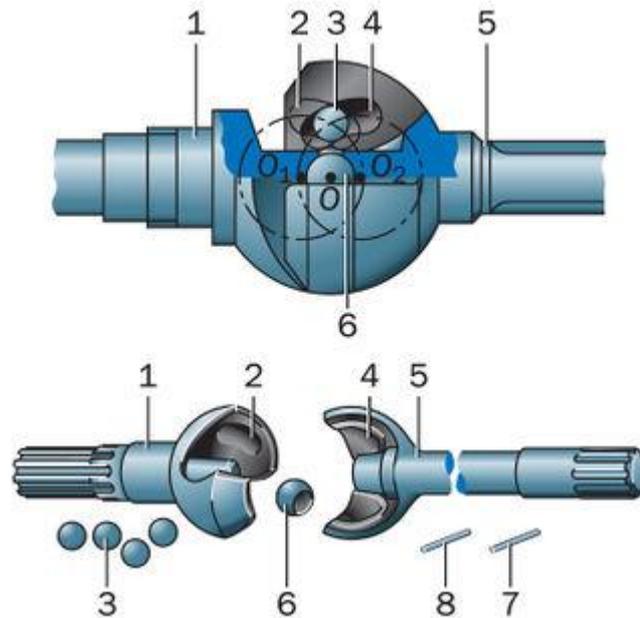


Рисунок 2 - Шарнир с делительными канавками типа «Вейс»:

- 1, 5 — валы;
- 2, 4 — кулаки;
- 3 — шарики;
- 6 — центрирующий шарик;
- 7, 8 — фиксирующие штифты

Особенностью этого шарнира является то, что при движении автомобиля вперед движение передается одной парой шариков, а задним ходом — другой парой. Передача усилий только двумя шариками при точечном контакте приводит к большим контактным напряжениям. Поэтому

он обычно устанавливается на автомобили с нагрузкой на ось, не превышающей 30 к\*Н. В годы Второй мировой войны подобные шарниры производства фирмы «Бендикс» устанавливались на такие автомобили, как Виллис, Студебекер, Додж. В отечественной практике они применяются на автомобилях УАЗ, ГАЗ-66.

Сочленения типа «Вейс» технологичны и дешевы в производстве, позволяют получать угол между валами до 32°. Но срок службы из-за высоких контактных напряжений обычно не превышает 30 тыс. км.

### Карданный шарнир «Рцеппа»

В 1927 г. появился шариковый шарнир с делительным рычажком (шарнир "Рцеппа"). Шарнир технологически сложен, но он более компактен, нежели шарнир с делительными канавками, и может работать при углах между валами до 40°. Так как усилие в этом шарнире передается всеми шестью шариками, он обеспечивает передачу большого крутящего момента при малых размерах. Долговечность его достигает 100–200 тыс. км.

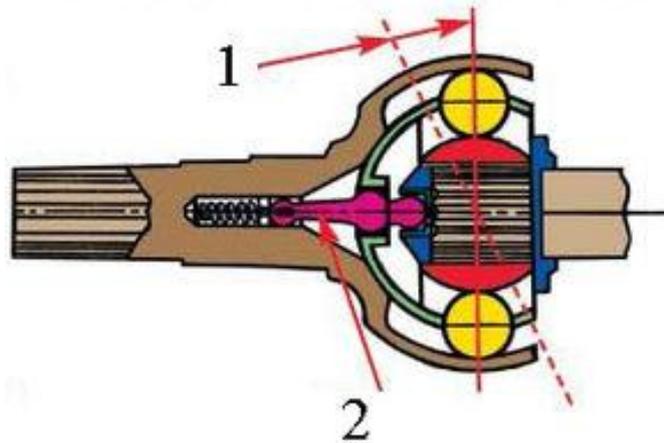


Рисунок 3 - Карданный шарнир «Рцеппа»:

- 1 - биссекторная плоскость
- 2 - делительный рычажок

### Карданный шарнир «Бирфильд»

Дальнейшей эволюцией этого подхода является **шестишариковый шарнир** типа «Бирфильд» с делительными канавками. Такой шарнир может работать при угле между валами до 45°. Шарниры этого типа имеют высокую долговечность. Основной причиной преждевременного разрушения шарнира является повреждение эластичного защитного чехла. По этой причине автомобили высокой проходимости часто имеют уплотнение в виде стального колпака. Однако это приводит к увеличению габаритов шарнира и ограничивает угол между валами до 40°. Данный тип шарниров широко

применяется в карданной передаче передних управляемых и ведущих колес современных автомобилей. Он устанавливается на наружном конце карданного вала; при этом на внутреннем конце необходимо устанавливать шарнир равных угловых скоростей, способный компенсировать изменение длины карданного вала при деформации упругого элемента подвески. Такие функции совмещает в себе универсальный шестишариковый карданный шарнир (тип GKN).



Рисунок 4 - Шестишариковый шарнир с делительными канавками

### *Карданный шарнир тип GKN*

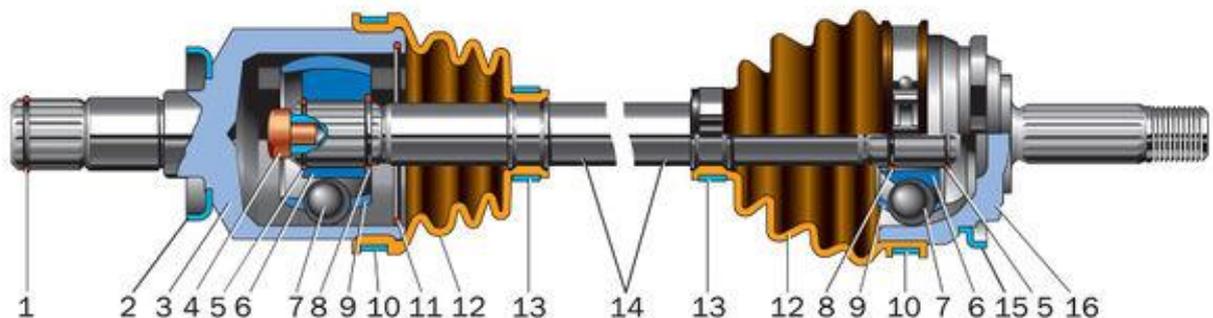


Рисунок 5 - Универсальный шестишариковый карданный шарнир GKN:

- 1 — стопорное кольцо корпуса внутреннего шарнира;
- 2 — защитное кольцо внутреннего шарнира;
- 3 — корпус внутреннего шарнира;
- 4 — упор вала;
- 5 — стопорное кольцо;
- 6 — обойма;
- 7 — шарик;
- 8 — упорное кольцо;
- 9 — сепаратор;
- 10 — наружный хомут;
- 11 — фиксатор внутреннего шарнира;
- 12 — защитный чехол;
- 13 — внутренний хомут;
- 14 — вал привода колеса;
- 15 — защитное кольцо наружного шарнира;
- 16 — корпус наружного шарнира

Осевое перемещение обеспечивается перемещением шариков по продольным канавкам корпуса, при этом, требуемая величина перемещения определяет длину рабочей поверхности, что влияет на размеры шарнира. Максимальный допустимый угол наклона вала в данной конструкции ограничивается  $20^\circ$ . При осевых перемещениях шарики не перекатываются, а скользят, что снижает КПД шарнира.

### Карданный шарнир Loebro

**Шарнир Loebro** отличается от GKN тем, что канавки в чашке и кулаке нарезаны под углом  $15-16^\circ$  к образующей цилиндра, а геометрия сепаратора правильная – без конусов и с параллельными наружной и внутренней сторонами. Он меньших размеров, чем другие шестишариковые шарниры, кроме того, сепаратор его менее нагружен, поскольку не выполняет функции смещения шариков кулаков.

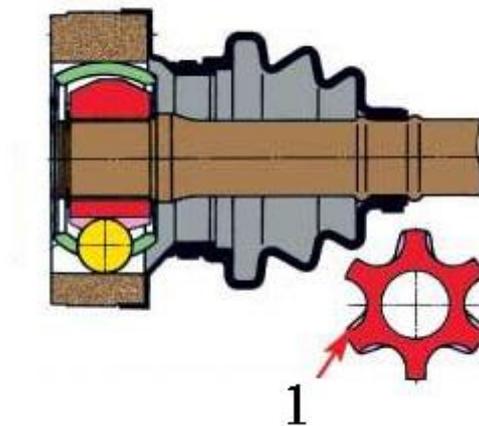


Рисунок 6 - Карданный шарнир Loebro:

1- Канавки с углом проточки  $15-16^\circ$