



МГТУ им. Н.Э.Баумана

Кафедра СМ-10 «Колесные машины»

Карданные передачи лекция 12 Назначение, конструкции.

преподаватель

Захаров А.Ю.

КАРДАННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

- Карданные передачи применяются в трансмиссиях автомобилей для силовой связи механизмов, валы которых не соосны или расположены под углом, причем взаимное положение их может меняться в процессе движения.
- Карданные передачи могут иметь один или несколько карданных шарниров, соединенных карданными валами, и промежуточные опоры.
- Карданные передачи применяют также для привода вспомогательных механизмов, например, лебедки. В ряде случаев связь рулевого колеса с рулевым механизмом осуществляется при помощи карданной передачи.

КАРДАННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

- Требования, предъявляемые к карданным передачам :
 - передача крутящего момента без создания дополнительных нагрузок в трансмиссии (изгибающих, скручивающих, вибрационных, осевых);
 - возможность передачи крутящего момента с обеспечением равенства угловых скоростей ведущего и ведомого валов независимо от угла между соединяемыми валами;
 - высокий КПД;
 - бесшумность;
 - общие требования

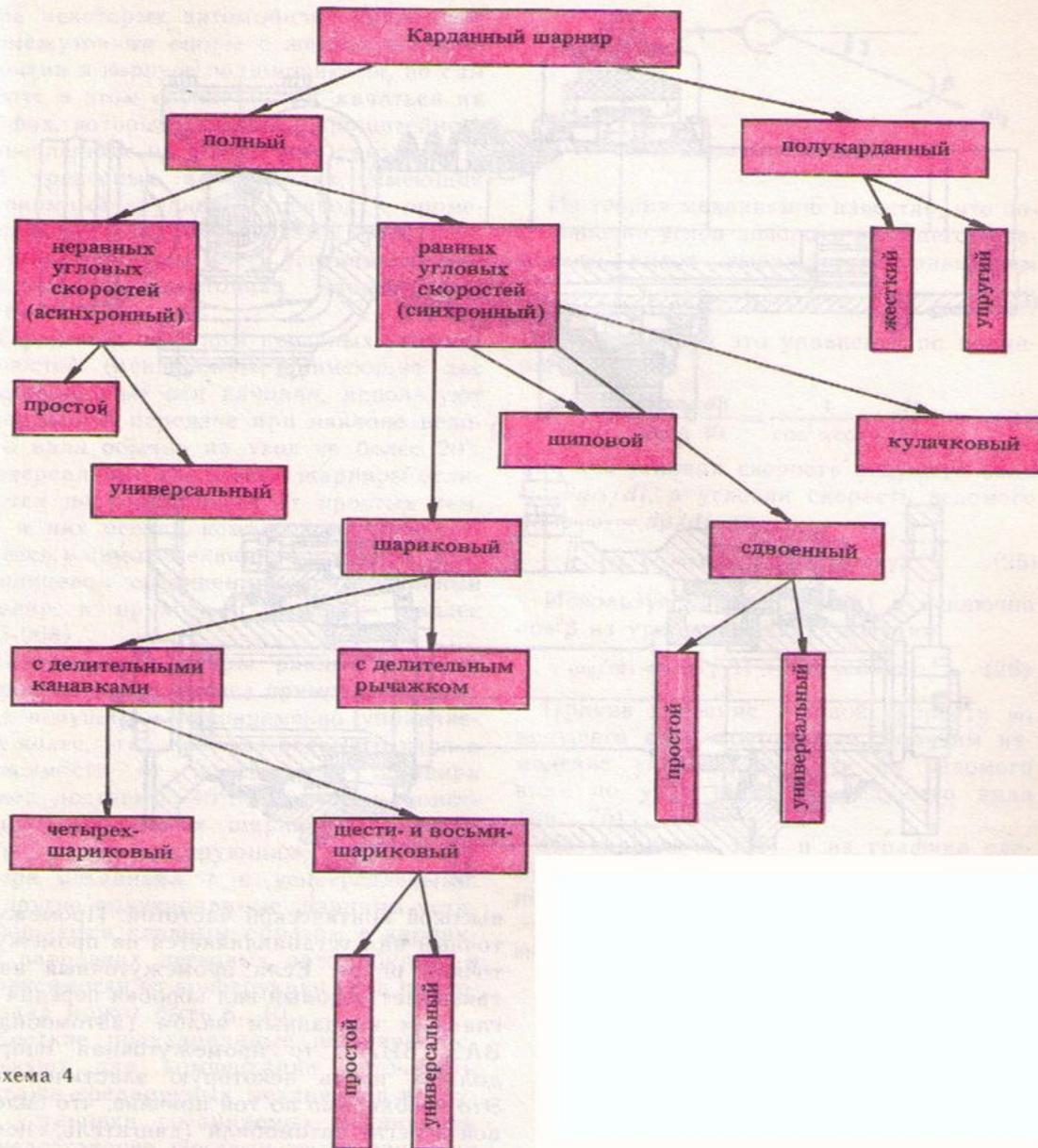
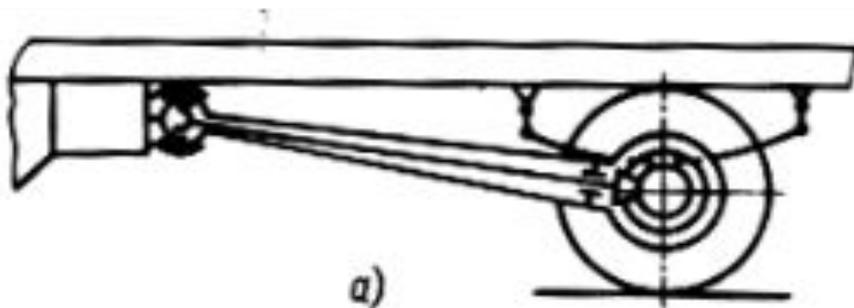


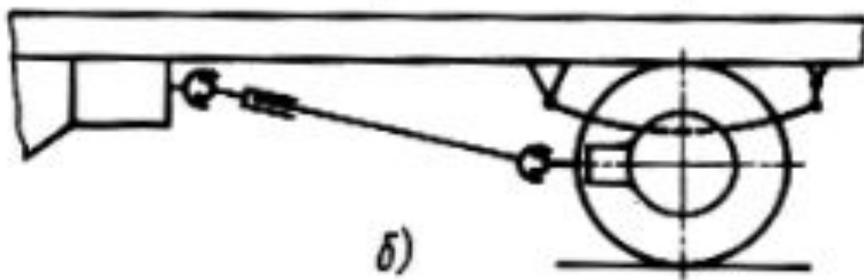
Схема 4

КАРДАННЫЕ ПЕРЕДАЧИ



а)

● а-закртыые



б)

● б-открытые

Закрытые карданные передачи

- Для легковых и грузовых автомобилей, в которых реактивный момент на заднем мосту воспринимается трубой, карданная передача размещается внутри трубы.
- Иногда эта труба служит также для передачи толкающих усилий. Поскольку длина карданного вала в такой конструкции не изменяется при относительных перемещениях кузова и заднего моста, компенсирующее (телескопическое) соединение в карданной передаче такого типа отсутствует и используется только один карданный шарнир.



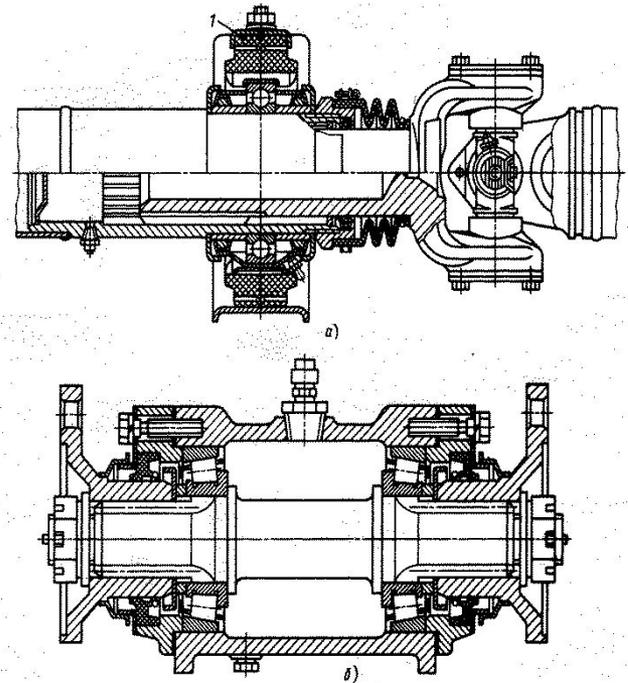
При этом неравномерность вращения карданного вала в некоторой степени компенсируется его упругостью. Существуют конструкции легковых автомобилей об и лен, в которых связь коробки передач и главной передачи осуществляется торсионным валом, а карданные шарниры отсутствуют. Это возможно в автомобилях, где главная передача установлена в кузове

Открытые карданные передачи

- Для автомобилей, в которых реактивный момент воспринимается рессорами или реактивными тягами, карданная передача должна иметь не менее двух шарниров и компенсирующее соединение, так как расстояние между шарнирами в процессе движения изменяется.
- На длиннобазных автомобилях часто карданная передача состоит из двух валов: промежуточного и главного (переднего и заднего). Это необходимо в тех случаях, когда применение длинного вала может привести к опасным поперечным колебаниям, в результате совпадения его критической угловой скорости с эксплуатационной. Короткий вал обладает более высокой критической частотой.

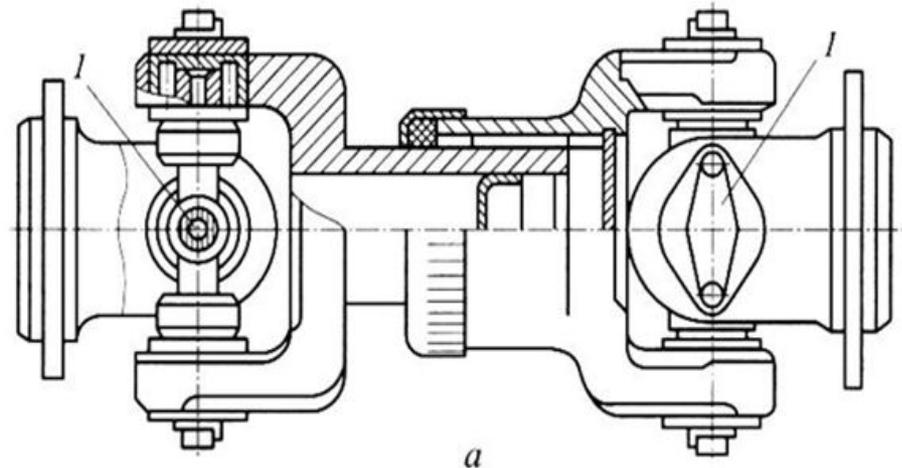
Открытые карданные передачи

- Промежуточный вал устанавливается на промежуточной опоре.
- Если промежуточный вал связывает ведомый вал коробки передач с главным карданным валом, то промежуточная опора должна иметь некоторую эластичность.
- Корпус подшипника промежуточной опоры установлен в кронштейне с резиновым кольцом, а кронштейн укреплен на поперечине рамы.



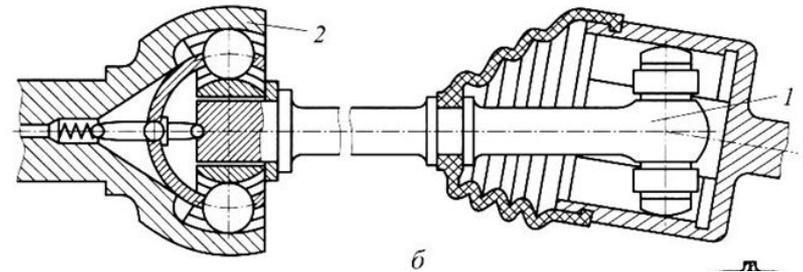
Карданные шарниры

- Карданные **шарниры неравных угловых скоростей**, имеющие две фиксированные оси качания, используют в карданной передаче при наклоне ведомого вала обычно на угол не более 20° .



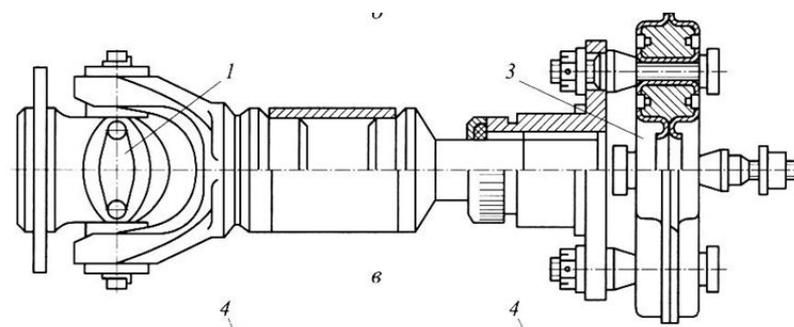
Шарниры равных угловых скоростей

- Карданные шарниры равных угловых скоростей применяют в приводе ведущих и одновременно управляемых колес,
- угол наклона ведомого вала в зависимости от конструкции шарнира может достигать 45° .
- Некоторые конструкции ШРУС ов выполняются с компенсирующим устройством внутри механизма, т. е. универсальными.



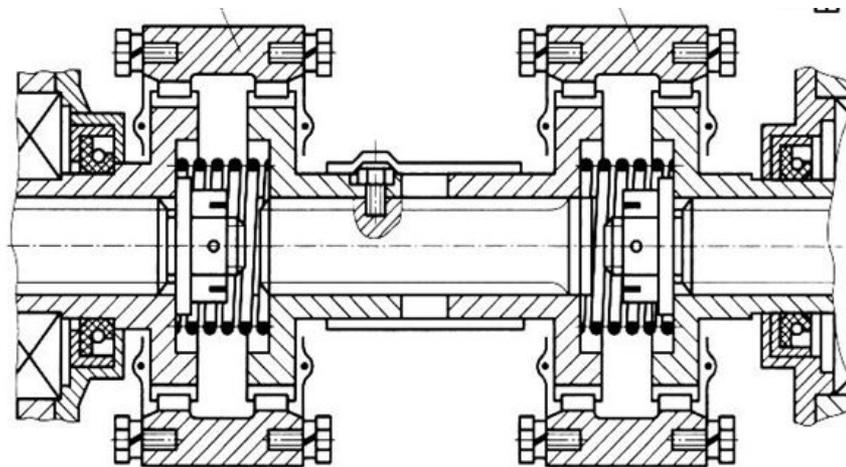
Упругие полукарданные шарниры

- Устанавливаются главным образом в карданных передачах легковых автомобилей, и в зависимости от конструкции угол наклона вала может быть $8... 10^\circ$.

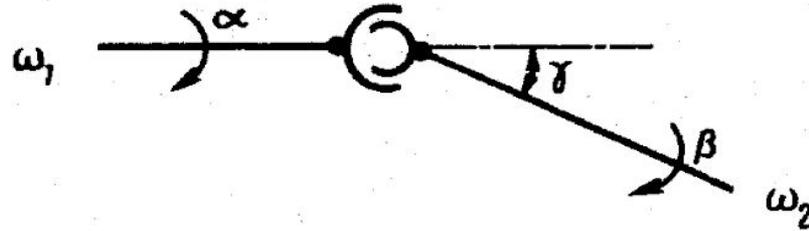


Жесткие полу карданные шарниры

- Используют для компенсации неточности монтажа соединяемых механизмов в случае установки соединяемых механизмов на недостаточно жестком основании. Они допускают угол наклона вала не более 2° .
- На автомобилях применяется крайне редко.



Кинематика



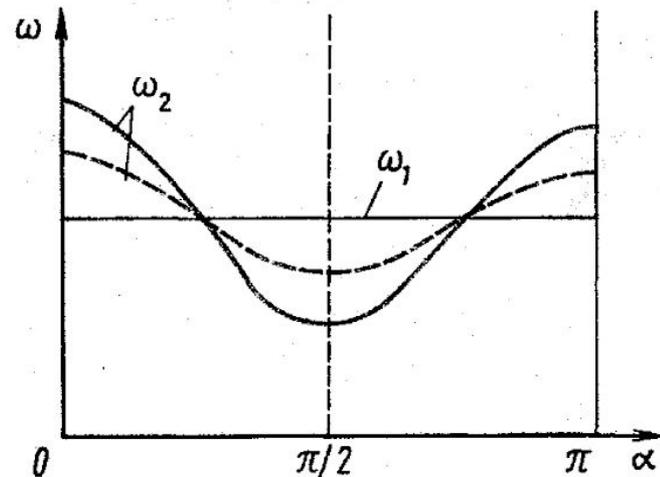
- соотношение углов поворота ведущего и ведомого валов выражается уравнением

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \alpha \cos \gamma$$

$$\varpi_2 / \varpi_1 = \cos \gamma / (1 - \sin^2 \gamma \cos^2 \alpha)$$

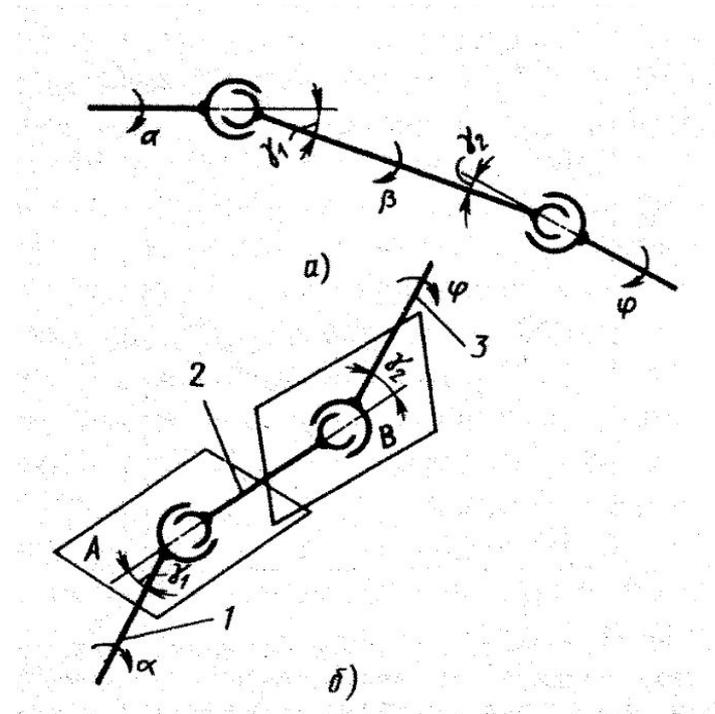
Кинематика

- Приняв значение угловой скорости ω_1 ведущего вала постоянным, получим изменение угловой скорости ω_2 ведомого вала по углу поворота ведущего вала



Кинематика

- Карданная передача с двумя карданными шарнирами и валами, расположенными в одной плоскости

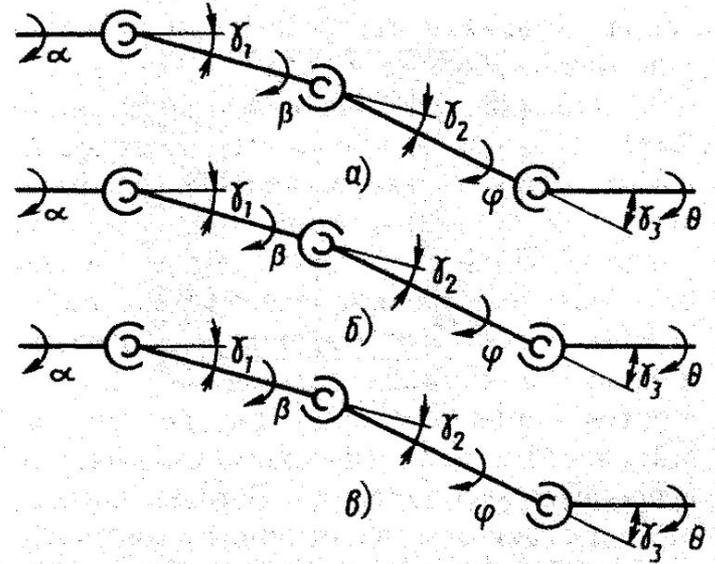


равенство углов поворота (синхронность вращения ведущего и ведомого валов) карданной передачи с двумя шарнирами, ведущие вилки которых повернуты относительно друг друга на угол $\pi / 2$, возможно в случае, если

$$\gamma_1 = \gamma_2$$

Кинематика

- Карданная передача с тремя шарнирами и валами, расположенными в одной плоскости. В зависимости от компоновочной схемы, шарниры могут располагаться одним из показанных на рисунке



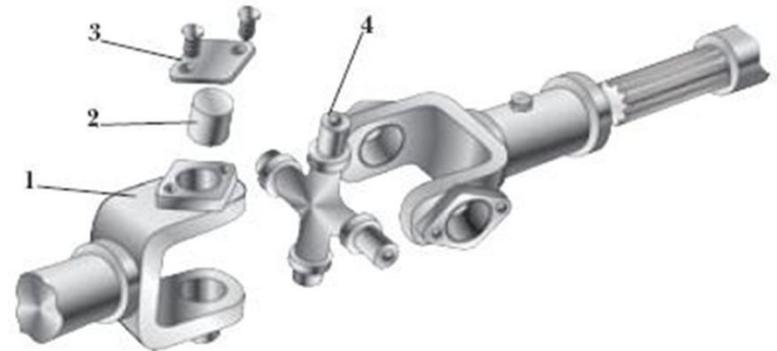
синхронность обеспечивается при условии

$$\cos \gamma_1 = \cos \gamma_2 \cos \gamma_3$$

Следует иметь в виду, что при неправильной установке карданных шарниров возникают вибрации карданного вала и в несколько раз снижается долговечность карданной передачи.

Конструкции шарниров

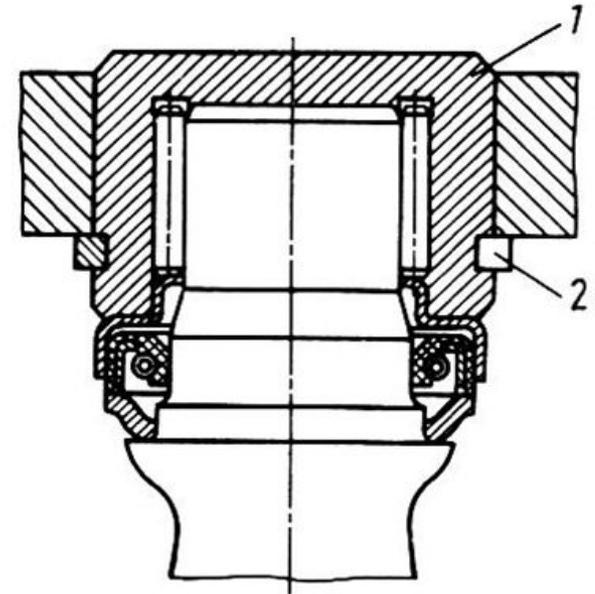
- Применяемые в современных автомобилях карданные шарниры неравных угловых скоростей на игольчатых подшипниках удовлетворяют поставленным требованиям при условии, если шарнир имеет рациональную конструкцию, технология производства строго соблюдается, а игольчатые подшипники надежно смазываются.



В современных карданных шарнирах, смазываемых пластичным смазочным материалом, сохраняется масленка или резьбовое отверстие, закрытое резьбовой пробкой, а клапан отсутствует. Нагнетаемый смазочный материал заполняет полость крестовины и поступает к подшипникам, а излишки его выдавливаются через резиновые сальниковые «проточные» уплотнения.

Конструкция шарниров

- Суммарный межигловой зазор в карданных шарнирах различных автомобилей колеблется в широких пределах (0,1...1,5 мм). Считается, что суммарный межигловой зазор должен быть меньше половины диаметра иглы подшипника.
- диаметр игл 2...3 мм (допуск по диаметру не свыше 5 мкм, а по длине — не свыше 0,1 мм).

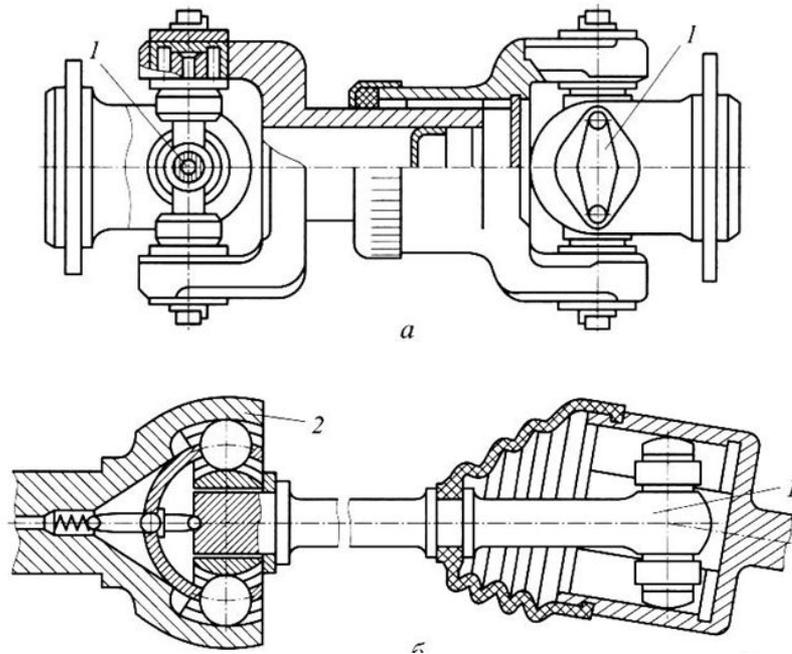


Крестовина карданного шарнира должна строго центрироваться. Это достигается точной фиксацией стаканчиков 1 подшипников при помощи стопорных колец 2 (рис. 80) или крышек, которые прикрепляются болтами к вилкам шарнира.

Наличие зазора между торцами шипов крестовины и днищами стаканчиков недопустимо, так как это приводит к переменному дисбалансу карданного вала при его вращении.

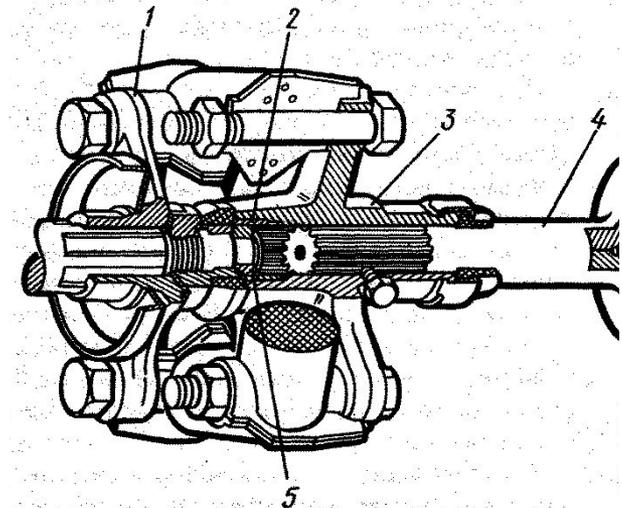
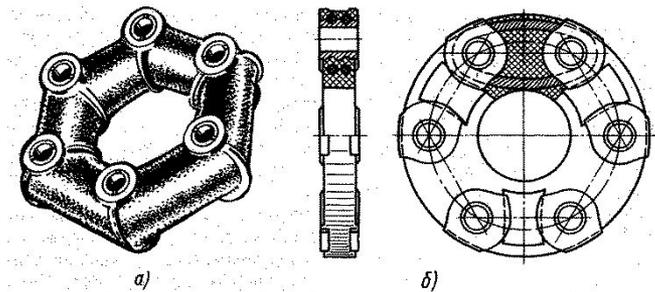
Компенсация осевых перемещений

- Осевое перемещение карданного вала с компенсируется шлицевым соединением или установкой универсального шарнира



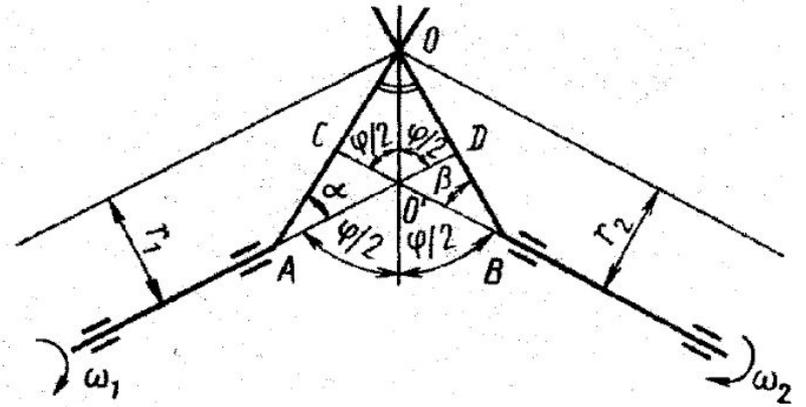
Полукарданные шарниры

- Упругий полукарданный шарнир допускает передачу крутящего момента от одного вала к другому, расположенному под некоторым углом, благодаря деформации упругого звена, связывающего оба вала.
- Упругое звено может быть резиновым, резинотканевым или резиновым, усиленным стальным тросом. В последнем случае полукарданный шарнир может передавать значительный крутящий момент и под несколько большим углом, чем в первых двух случаях. Достоинствами полукарданного шарнира являются: снижение динамических нагрузок в трансмиссии при резких изменениях частоты вращения (например, при резком включении сцепления); отсутствие необходимости обслуживания в процессе эксплуатации. Благодаря эластичности такой шарнир допускает небольшое осевое перемещение карданного вала.
- Упругий полукарданный шарнир должен центрироваться, иначе балансировка карданного вала может нарушиться.



КАРДАНЫЕ ПЕРЕДАЧИ С ШАРНИРАМИ РАВНЫХ УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ

- точки контакта, через которые передаются окружные силы, находятся в биссекторной плоскости валов.



$$V_o = \omega_1 r_1$$

$$V_o = \omega_2 r_2$$

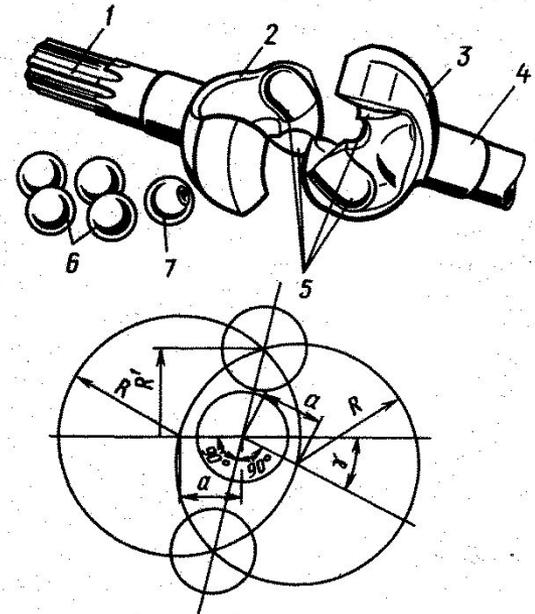
$$\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$$

$$AO = BO$$

$$\alpha = \beta$$

Конструкции ШРУСов

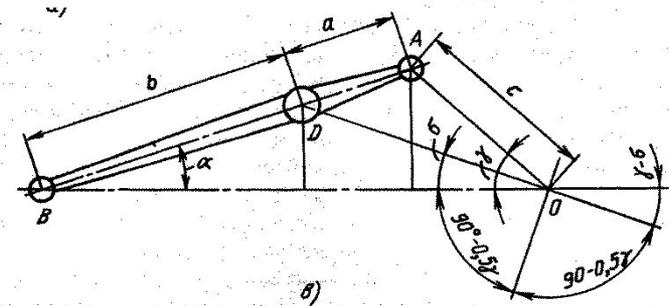
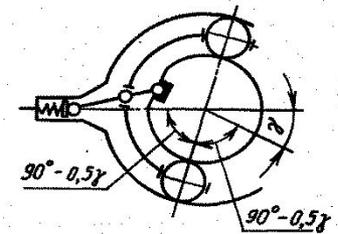
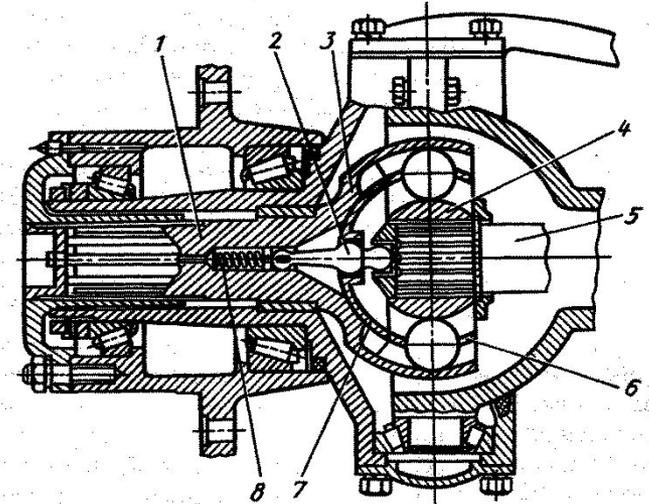
- **Четырехшариковый карданный шарнир с делительными канавками (типа «Вейс»),**
- При движении автомобиля вперед усилие передается одной парой шариков; при движении задним ходом — другой парой. Обычно канавки выполняются так, что центр окружности, образующей ось канавок, находится на расстоянии $a = (0,4...0,45)R$ от центра шарнира..
- Угол между валами $\gamma = 30...32^\circ$.
- Малая трудоемкость изготовления (наименьшая по сравнению с синхронными шарнирами других типов), простота конструкции и низкая стоимость обеспечили их широкое распространение. КПД шарнира достаточно высокий, так как в нем преобладает трение качения.
- Долговечность в эксплуатации обычно не превышает 25...30 тыс. км.



Конструкции ШРУСов

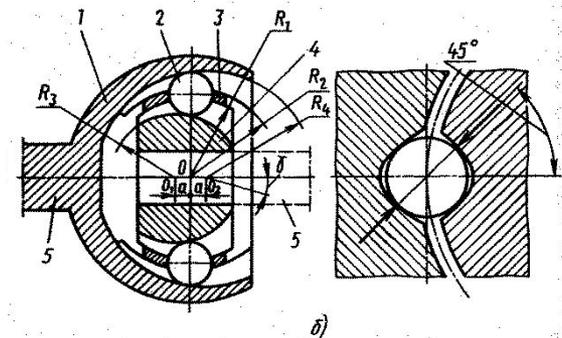
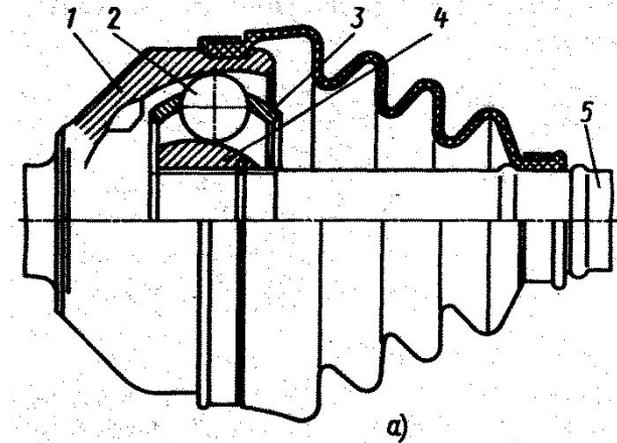
- Шести шариковый карданный шарнир с делительным рычажком (типа «Рцепп»), сферический кулак 4, закрепленный на шлицах вала 5, и сферическая чашка 3, связанная с другим валом. На кулаке и на внутренней стороне чашки выфрезеровано по шесть меридиональных канавок полукруглого сечения. Канавки выполнены из одного центра.
- В канавках размещено шесть шариков, которые связаны сепаратором 6. При наклоне валов шарики устанавливаются в биссекторной плоскости при помощи делительного рычажка 2, который поворачивает направляющую чашку 7, а вместе с ней и сепаратор.
- Пружина 8 служит для поджатия делительного рычажка к гнезду з торце вала 5 при изменении положения рычажка в результате наклона валов.

Карданный шарнир с делительным рычажком допускает максимальный угол 37° . Так как усилие в этом шарнире передается шестью шариками, он обеспечивает передачу большого крутящего момента при малых размерах.



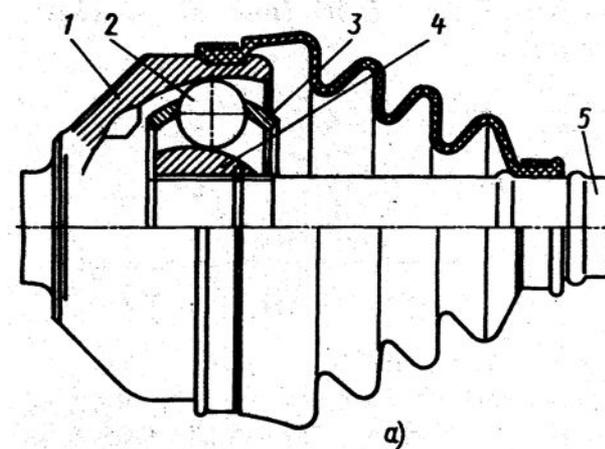
Конструкции ШРУСов

- Шести шариковый карданный шарнир с делительными канавками типа «Бирфильд»,
- В положении, I когда валы шарнира соосны, шарики находятся в плоскости, перпендикулярной осям валов, проходящей через центр шарнира.
- При наклоне одного из валов 5 на угол верхний шарик выталкивается из сужающегося пространства канавок вправо, а нижний шарик перемещается сепаратором в расширяющееся пространство канавок влево.
- Центры шариков всегда находятся I на пересечении осей канавок. Это обеспечивает их расположение в биссекторной плоскости,



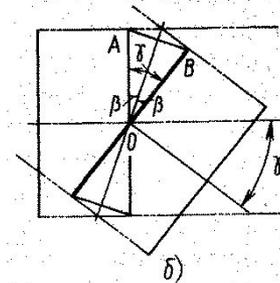
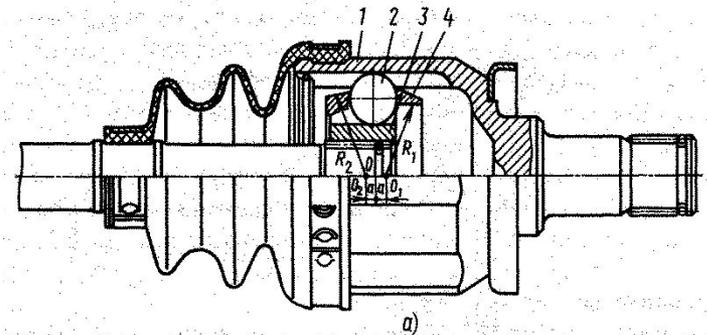
Конструкции ШРУСов

- В отличие от карданного шарнира с делительным рычажком в данном шарнире профиль сечения канавок выполнен не по дуге окружности, а по эллипсу
- Благодаря этому силы взаимодействия стенки канавки и шарика составляют с вертикалью угол 45° , что предохраняет кромки канавок от смятия и скалывания.
- Отсутствие делительного рычажка позволяет этому шарниру работать при угле между валами 45° .
- КПД шарнира при малых углах выше 0,99, а при $\gamma = 30^\circ$ — 0,97.
- Ресурс современных шарниров этого типа составляет примерно 150 тыс. км. Основной причиной преждевременного выхода из строя шарнира является повреждение защитного резинового чехла.



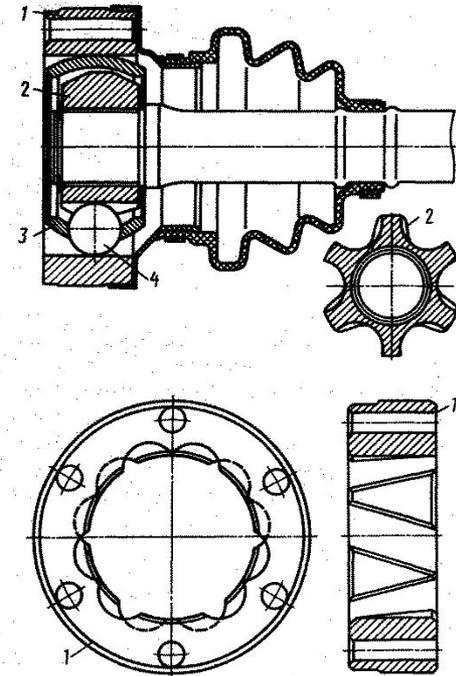
Конструкции ШРУСов

- Универсальный шестишариковый карданный шарнир типа ГКН,
- На внутренней поверхности цилиндрического корпуса шарнира нарезаны шесть продольных канавок эллиптического сечения, такие же канавки имеются на сферической поверхности кулака параллельно продольной оси вала.
- В канавках размещаются шесть шариков, установленных в сепараторе.
- Сферическая наружная часть сепаратора переходит в коническую что ограничивает максимальный угол наклона вала примерно до 20° .
- Перемещение карданного вала равно рабочей длине канавок корпуса, что влияет на размеры шарнира.
- При осевых перемещениях шарики не перекатываются, а скользят, что снижает КПД шарнира.



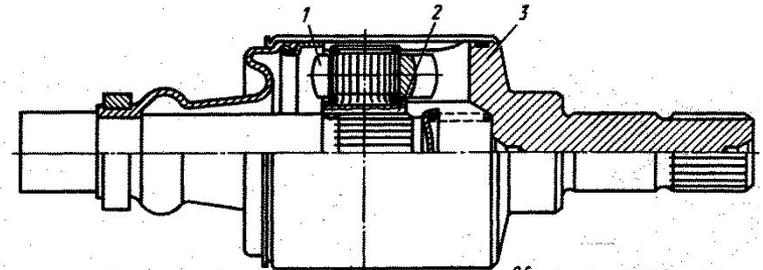
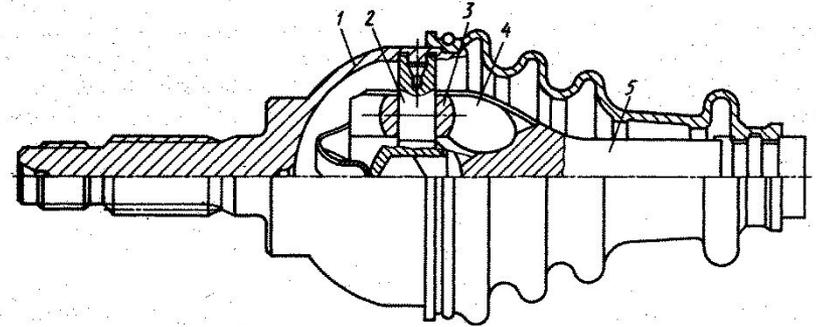
Конструкции ШРУСов

- Универсальный шестишариковый карданный шарнир с делительными канавками типа «Лебро»,
- Шарнир состоит из цилиндрического корпуса 7, на внутренней поверхности которого под углом (примерно $15...16^\circ$) к образующей цилиндра нарезаны шесть прямых канавок, расположенных в порядке, показанном на рисунке; сферического кулака 2, на его поверхности нарезано также шесть прямых канавок; сепаратора 3 с шариками 4, центрируемыми наружной сферической поверхностью по внутренней цилиндрической поверхности корпуса 7, а внутренней сферической поверхностью устанавливаются с некоторым зазором на кулаке 2.
- Шарики устанавливаются в пересечениях канавок, чем обеспечивается синхронность вращения валов, так как шарики, независимо от угла между валами, всегда находятся в биссекторной плоскости.
- Этот шарнир имеет меньшие размеры, чем шарниры других типов, так как рабочая длина канавок и ход шариков в 2 раза меньше хода вала.
- Шарнир имеет высокий КПД (около 0,99 при $\gamma = 10^\circ$) и применяется на переднеприводных автомобилях.



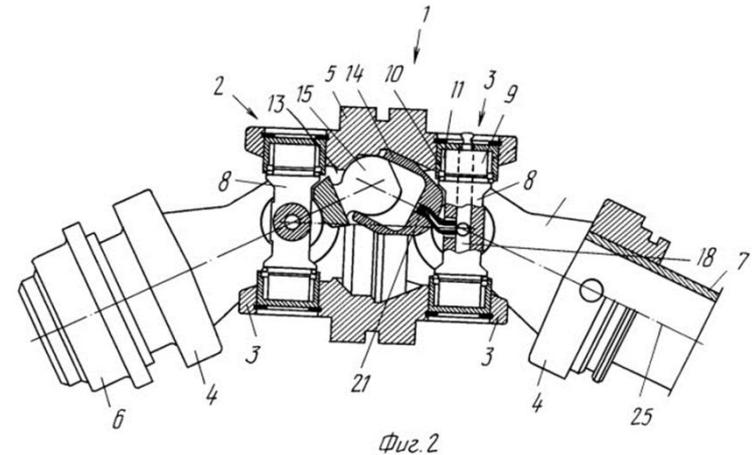
Конструкции ШРУСов

- Трехшиповой карданный шарнир типа «Трипод».
- Такие карданные шарниры устанавливают на легковых и грузовых автомобилях малой грузоподъемности.
- Конструктивно эти шарниры имеют два исполнения: шарниры, позволяющие передавать момент при углах γ между валами до 43° , но не допускающие осевых перемещений (шарниры жесткие), и универсальные шарниры, допускающие осевую компенсацию, но работающие при сравнительно небольших углах между валами.
- Шипы, как и пазы, расположены под углом 120° один относительно другого.
- При вращении валов под углом ролики перекатываются в пазах, поворачиваясь на игольчатых подшипниках, и в то же время шипы могут перемещаться вдоль роликов подшипников, что обеспечивается кинематикой шарнира.
- Универсальный шарнир этого типа может использоваться, если максимальное значение угла γ не превышает 25° .



Конструкции ШРУСов

- Сдвоенный карданный шарнир. Применяемые в приводе управляемых ведущих колес эти шарниры могут иметь различную конструкцию; один из вариантов приведен на рис. 93, а. Здесь два шарнира неравных угловых скоростей объединяются двойной вилкой. Схема шарнира показана на рисунке
- Равенство угловых скоростей должно обеспечиваться делительным рычажком.
- Для двойного шарнира на игольчатых подшипниках характерен значительный износ этих подшипников и шипов крестовин. Это объясняется тем, что благодаря преимущественно прямолинейному движению автомобиля иглы подшипников не перекатываются, вследствие чего поверхности деталей, с которыми они соприкасаются, подвержены бринеллированию, а сами иглы иногда сплющиваются.



Конструкции ШРУСов

- Кулачковый карданный шарниры применяются на автомобилях большой грузоподъемности в приводе к ведущим управляемым колесам.
- Если разделить по оси симметрии! кулачковый карданный шарнир на две части, то каждая часть будет представлять собой карданный шарнир неравных угловых скоростей с фиксированными осями качания (так же как у сдвоенного карданного шарнира).
- Благодаря наличию развитых поверхностей взаимодействующих деталей шарнир способен передавать значительный по величине крутящий момент при обеспечении угла между валами $40...45^\circ$.

