



МГТУ им. Н.Э.Баумана

Кафедра СМ-10 «Колесные машины»

# Трансмиссия лекция 6

## Назначение, состав. Механические трансмиссии

преподаватель

Захаров А.Ю.

# Трансмиссия

**НАЗНАЧЕНИЕ-** трансмиссия автомобиля должна обеспечивать возможность изменения тягового усилия путем изменения в широком диапазоне крутящего момента.

- Двигатели внутреннего сгорания, являющиеся на сегодняшний день основным источником энергии для автомобилей, имеют максимальные значения крутящего момента и мощности при разных значениях частоты вращения коленчатого вала двигателя. Для того чтобы использовать соответствующие обороты двигателя при различных скоростях движения автомобиля, необходимо иметь возможность изменять передаточное число трансмиссии. Общее передаточное число трансмиссии в любой момент времени можно определить отношением частоты вращения коленчатого вала двигателя к частоте вращения ведущих колес.
- Крутящий момент, передающийся на ведущее колесо, определяет тяговое усилие, действующее в контакте колеса с дорогой. Это усилие определяется делением величины крутящего момента на радиус колеса. Для движения автомобиля необходимо, чтобы тяговое усилие было больше суммы сил сопротивления движению (силы сопротивления качению, силы сопротивления подъему, силы инерции, аэродинамического сопротивления). Сумма сил сопротивления движению изменяется в широких пределах в зависимости от условий движения
- Максимальное тяговое усилие ограничивается не возможностями двигателя и трансмиссии, а сцеплением колес с дорогой. Это усилие не должно превышать силу сцепления, иначе ведущие колеса будут проскальзывать и автомобиль не сможет двигаться. Силу сцепления можно определить, умножив часть массы автомобиля, приходящегося на одно колесо, на коэффициент сцепления. Коэффициент сцепления зависит от состояния дорожного покрытия, качества и состояния шин и находится в пределах от 0,1 до 0,9.

# Тяговая характеристика

- **Тяговая характеристика** колесной машины выражает зависимость силы тяги от скорости движения машины при разных передачах коробки передач.
- Она может быть построена по результатам стендовых испытаний, а также аналитическим методом! При аналитических расчетах тяговой характеристики необходимо знать скоростную характеристику двигателя.
- Выполняя тяговый расчет, при проектировании определяют основные конструктивные параметры колесной машины, которые обеспечивают заданные тяговые свойства для соответствующих дорожных условий.
- Важным показателем, определяющим тяговые свойства колесной машины, является  $D$ , т. е. отношение разности силы тяги  $P_k$  и силы сопротивления  $P_w$  воздушного потока к весу машины:
- $D = (P_k - P_w)/G_m$ .

# Динамический фактор,

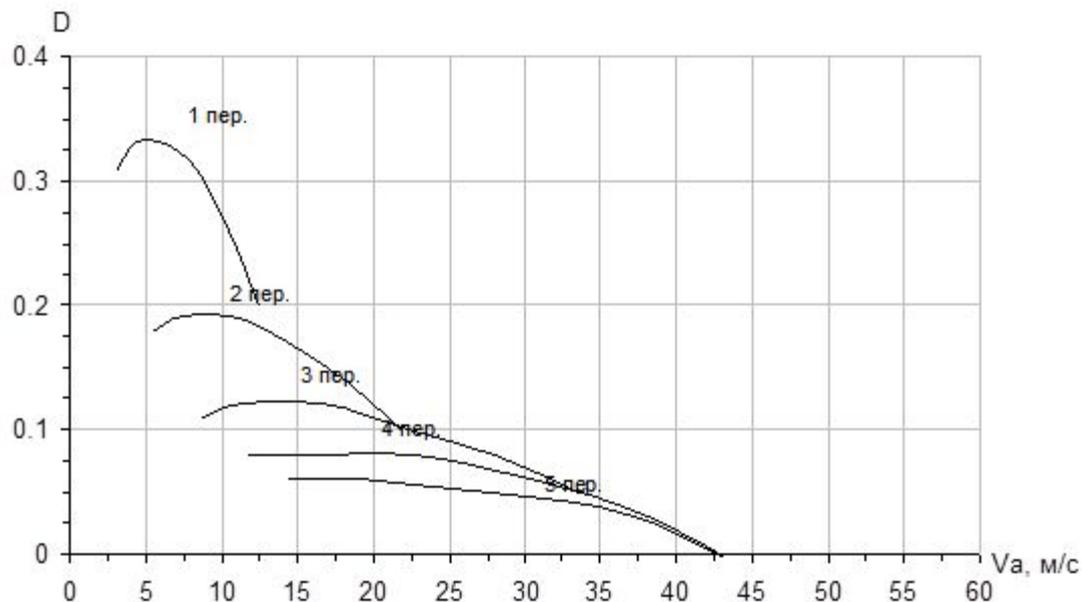
- динамический фактор  $D$ ,

отношение разности силы тяги  $P_k$  и силы сопротивления движению  $P_w$  к весу машины:

$$D = (P_k - P_w) / G_m.$$

# Динамическая характеристика

- **динамическая характеристика**  
графическая зависимость  
динамического фактора от скорости  
колесной машины.



# Динамическая характеристика

Очевидно, чем больше динамический фактор (при удовлетворительном условии сцепления колес с грунтом), тем лучше будет работать машина в тяжелых дорожных условиях.

У грузовых машин максимальное значение динамического фактора на низшей передаче составляет 0,30 ... 0,45, а у колесных машин высокой проходимости 0,9 ... 1,0.

По динамической характеристике определяется целый ряд важных скоростных и эксплуатационных параметров колесной машины:

возможная скорость движения,  
преодолеваемое колесной машиной сопротивление,  
максимальный угол подъема,  
ускорение и возможная сила тяги на крюке.

- Наибольшее суммарное тяговое усилие может быть реализовано, если все колеса автомобиля будут ведущими. Тем не менее для движения автомобиля по дорогам с твердым покрытием достаточно двух ведущих колес на одной оси.
- Увеличение числа ведущих колес приводит к усложнению трансмиссии и увеличению механических потерь, поэтому конструкторам автомобилей приходится применять компромиссные решения в зависимости от назначения автомобиля.
- Выбор типа привода ведущих колес и компоновки автомобиля определяют возможность в наибольшей степени реализовать те или иные его свойства.
- Особенности привода оказывают влияние на топливную экономичность, безопасность, массу и компактность автомобиля, а также на показатели устойчивости, управляемости и тормозной динамики.

# Классификация трансмиссий

По способу передачи и трансформирования момента трансмиссии делятся на :

- механические,
- гидромеханические,
- электромеханические.

# Механические трансмиссии

- простые и планетарные
- В коробках передач содержат лишь шестерёнчатые и фрикционные устройства.
- **Преимущества** их состоят в высоком коэффициенте полезного действия (КПД), компактности и малой массе, надёжности в работе, относительной простоте в производстве и эксплуатации.
- **Недостатком** механической трансмиссии является ступенчатость изменения передаточных чисел, снижающая использование мощности двигателя. Большое время на переключение передач рычагом усложняет управление машиной. Поэтому спортивные автомобили, снабжённые механической трансмиссией, оборудуют электронными переключателями передач (подрулевыми лепестками, кнопками на руле и пр.) и коробками передач со сверхбыстрыми синхронизирующими сервомеханизмами.

# Гидромеханические трансмиссии

- Гидромеханические трансмиссии имеют гидромеханическую коробку передач, в состав которой входят гидродинамический преобразователь момента (гидротрансформатор, комплексная гидropередача) и механический редуктор.
- **Преимущества** этих трансмиссий состоят в автоматическом изменении крутящего момента в зависимости от внешних сопротивлений, возможности автоматизации переключения передач и облегчении управления, фильтрации крутильных колебаний и снижении пиковых нагрузок, действующих на агрегаты трансмиссии и двигатель, и в повышении вследствие этого надёжности и долговечности поршневого двигателя и трансмиссии.
- **Основным недостатком** этих трансмиссий является сравнительно низкий КПД из-за низкого КПД гидротрансформатора. При КПД гидropередачи не ниже 0,8 диапазон изменения момента не более трёх, что вынуждает иметь механический редуктор на три-пять передач, считая передачу заднего хода. Необходимо иметь специальную систему охлаждения и подпитки гидроагрегата, что увеличивает габариты моторно-трансмиссионного отделения. Без специальных автологов или фрикционов не обеспечиваются торможение двигателем и пуск его с буксира.

# Гидравлические трансмиссии

- Гидравлическими трансмиссиями в транспортной технике называются трансмиссии, где переключения выполняются не механически, а гидравлическими аппаратами, так как чисто гидравлические трансмиссии встречаются весьма редко.
- В такой трансмиссии имеется коробка передач с первичным и вторичным валами и несколькими парами зубчатых колёс, как и в обычной КПП, но включение нужной пары в работу выполняет не кулачковая или фрикционная муфта, а гидромуфта или гидротрансформатор, заполняемый для включения передачи. **Достоинство** такой трансмиссии — совершенно безударное включение передач и отсутствие механических муфт, ненадёжно работающих при передаче больших моментов (например, на тепловозах), **недостаток** — необходимость установки отдельной гидромуфты (весьма громоздкого аппарата) на каждую передачу.
- Из-за перечисленных особенностей гидропередача используется в основном на ЖД-технике. Из отечественных типов техники гидропередачу имеют, например, маневровые тепловозы.

# Гидростатические трансмиссии

- В гидростатической (гидрообъёмной) трансмиссии для передачи мощности используются аксиально-плунжерные гидромашины.
- Достоинства такой трансмиссии — малые габариты машин, малая масса и отсутствие механической связи между ведущим и ведомым звеньями трансмиссии, что позволяет разносить их на значительные расстояния и придавать большое число степеней свободы.
- Недостаток гидрообъёмной передачи — значительное давление в гидролинии и высокие требования к чистоте рабочей жидкости.
- Гидростатическая передача используется на дорожно-строительных машинах (особенно катках — из-за необходимости обеспечивать очень большое передаточное число, а также зачастую приводить вальцы с торца, построение механической передачи затруднено),
- как вспомогательная — на тепловозах, авиационной технике (благодаря малой массе и возможности размещать мотор далеко от насоса), металлорежущих станках.

# Электромеханические трансмиссии

- Электромеханическая трансмиссия состоит из электрического генератора, тягового электродвигателя (или нескольких), электрической системы управления, соединительных кабелей. Основным достоинством электромеханических трансмиссий, является обеспечение наиболее широкого диапазона автоматического изменения крутящего момента и силы тяги, а также отсутствие жёсткой кинематической связи между агрегатами электротрансмиссии, что позволяет создать различные компоновочные схемы.
- Недостатком, препятствующим широкому распространению электрических трансмиссий, являются относительно большие габариты, масса и стоимость (особенно если используются электрические машины постоянного тока), сниженный КПД (по сравнению с чисто механической). Однако, с развитием электротехнической промышленности, массовым распространением асинхронного, синхронного, вентильного, индукторного и др. видов электрического привода, открываются новые возможности для электромеханических трансмиссий.
- Такие трансмиссии применяются в тепловозах, карьерных самосвалах, некоторых морских судах, тракторах, самоходных механизмах, военной технике — на танках ЭКВ (СССР) и немецких военных машинах «Фердинанд» и «Мышонок»), автобусах (которые с таким видом трансмиссии правильнее называются теплоэлектробус, например ЗИС-154).

# МЕХАНИЧЕСКИЕ ТРАНСМИССИИ

Функции трансмиссии:

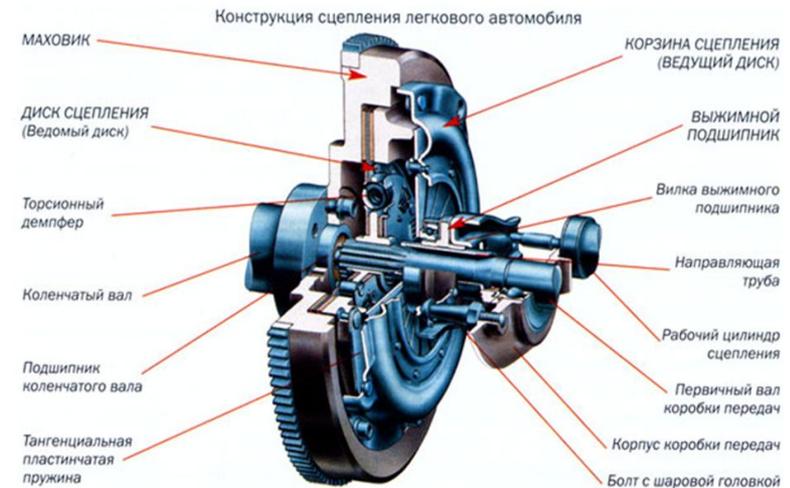
- - передача крутящего момента от двигателя на ведущие колеса,
- - изменение направления крутящего момента и его величины,
- - распределение между колесами крутящего момента,
- - отбор мощности к дополнительным агрегатам.

# Состав трансмиссии

- Механизм сцепления
- Коробка передач
- Раздаточная коробка
- Карданная передача
- Валы с шарнирами
- Главная передача
- Дифференциал
- Полуось

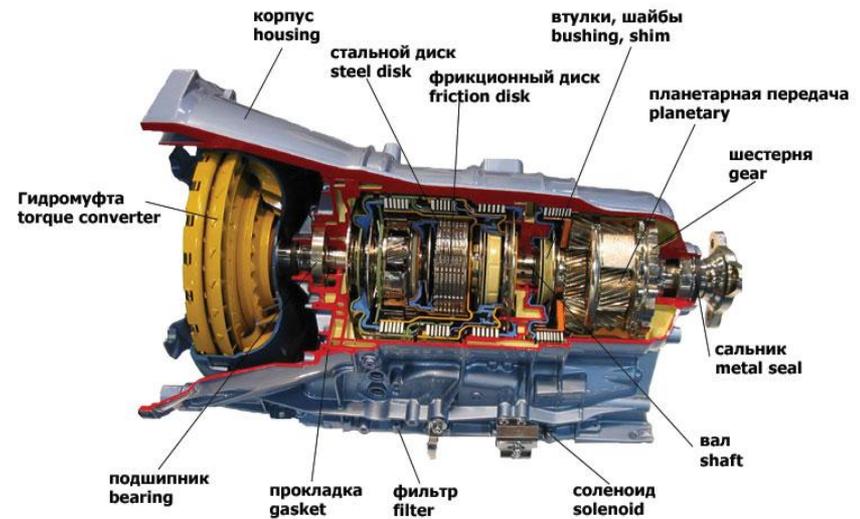
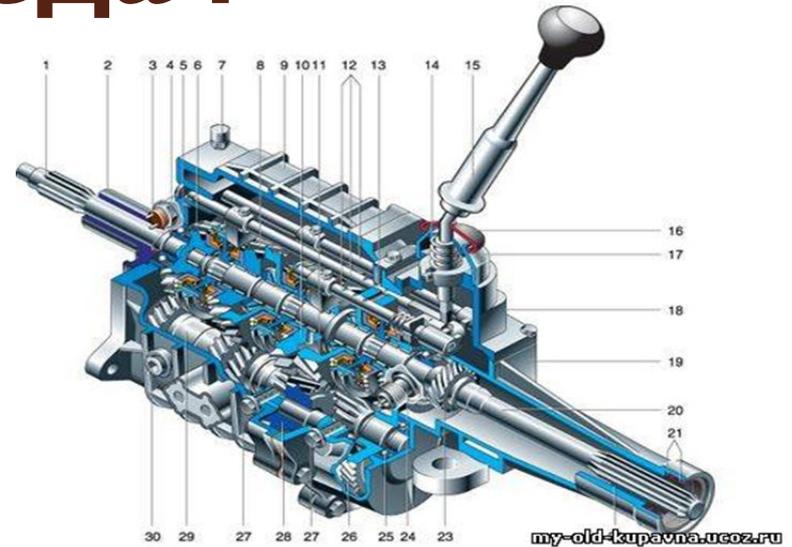
# Механизм сцепления

- представляет собой устройство, в котором происходит передача крутящего момента за счет работы сил трения.
- Механизм сцепления позволяет кратковременно разъединять двигатель и коробку передач, а затем вновь плавно их соединять.
- Элементы механизма сцепления заключены в картер, сцепления который крепится к картеру двигателя.



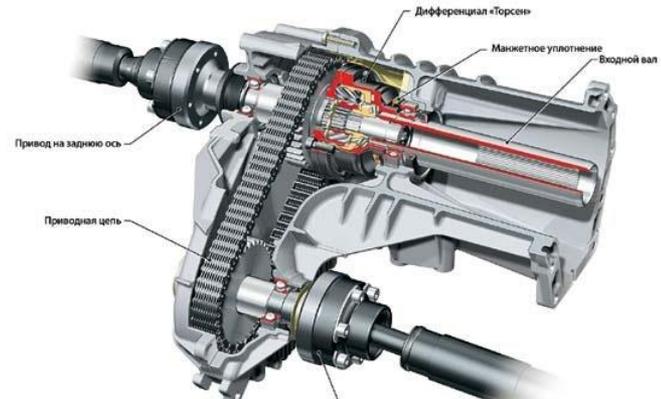
# Коробка передач

- предназначена для изменения по величине и направлению крутящего момента и передачи его от двигателя к ведущим колесам.
- она обеспечивает длительное разобращение двигателя и ведущих колес, причем на неограниченный срок и без усилий со стороны водителя (по сравнению со сцеплением).



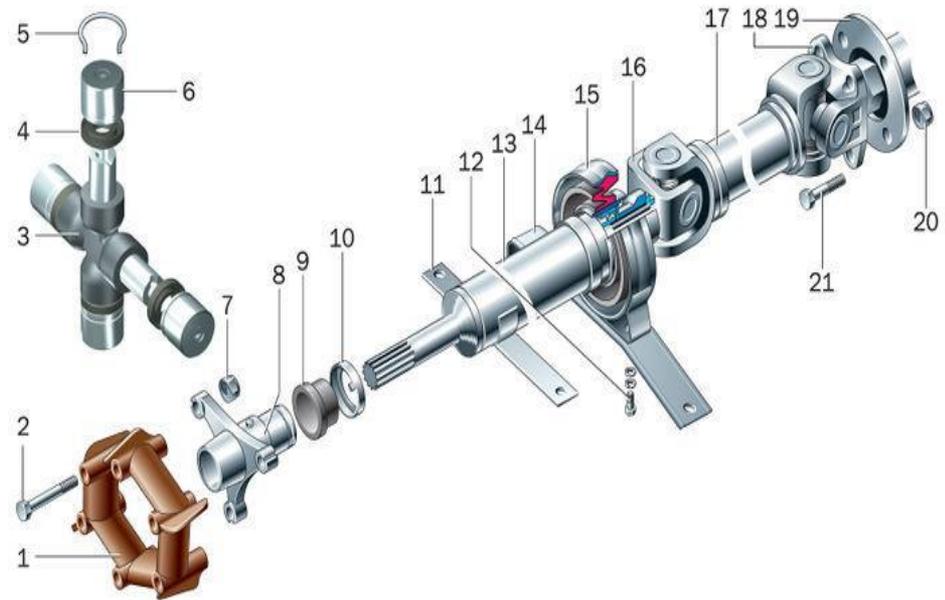
# Раздаточная коробка

- предназначена для распределения крутящего момента от коробки передач к ведущим мостам ТССН.



# Карданная передача

- Карданная передача автомобилей предназначена для передачи крутящего момента от вторичного вала коробки передач к главной передаче под изменяющимся углом.



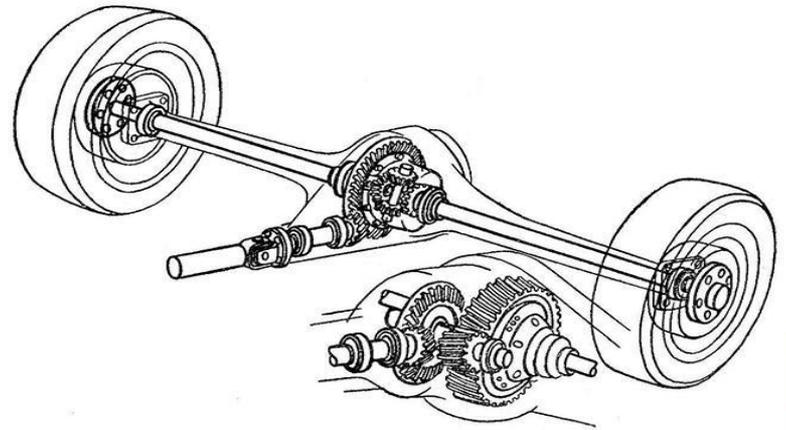
# Валы с шарнирами

- У автомобилей с управляемыми ведущими мостами момент на колеса передается двумя передачами, каждая из которых имеет свой вал и шарниры .
- Независимая по два шарнира, зависимая по одному на каждую сторону.



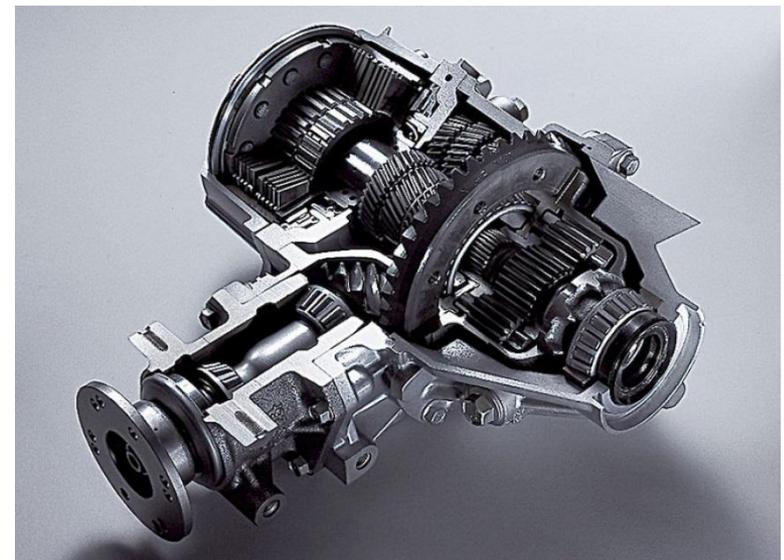
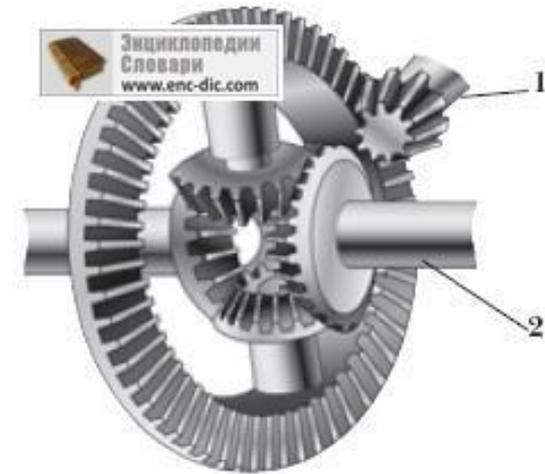
# Главная передача

- предназначена для увеличения крутящего момента и передачи его на полуоси колес под прямым углом.



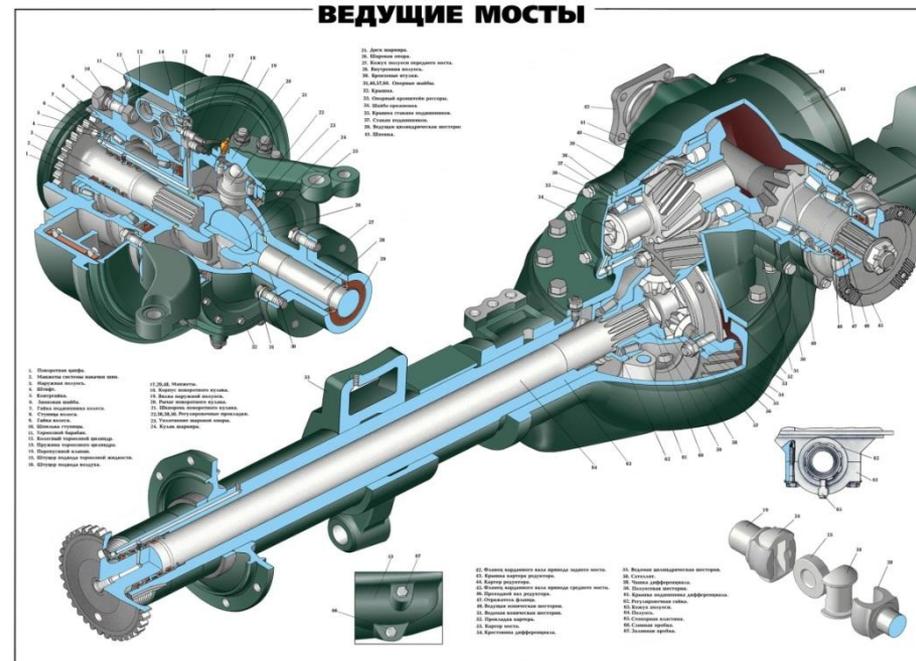
# Дифференциал

- Предназначен для распределения крутящего момента между полуосями ведущих колес при повороте автомобиля и при движении по неровностям дороги.
- Дифференциал позволяет колесам вращаться с разной угловой скоростью и проходить неодинаковый путь без проскальзывания относительно покрытия дороги.
- Дифференциал выравнивает моменты на колесах одной оси, выбирая наименьший из моментов сопротивления в пятне контакта колёс.



# Полуось

- **ОСНОВНЫМ** назначением является функция передачи преобразованного редуктором крутящего момента непосредственно на колесо автомобиля.



# Схемы мостовых трансмиссий

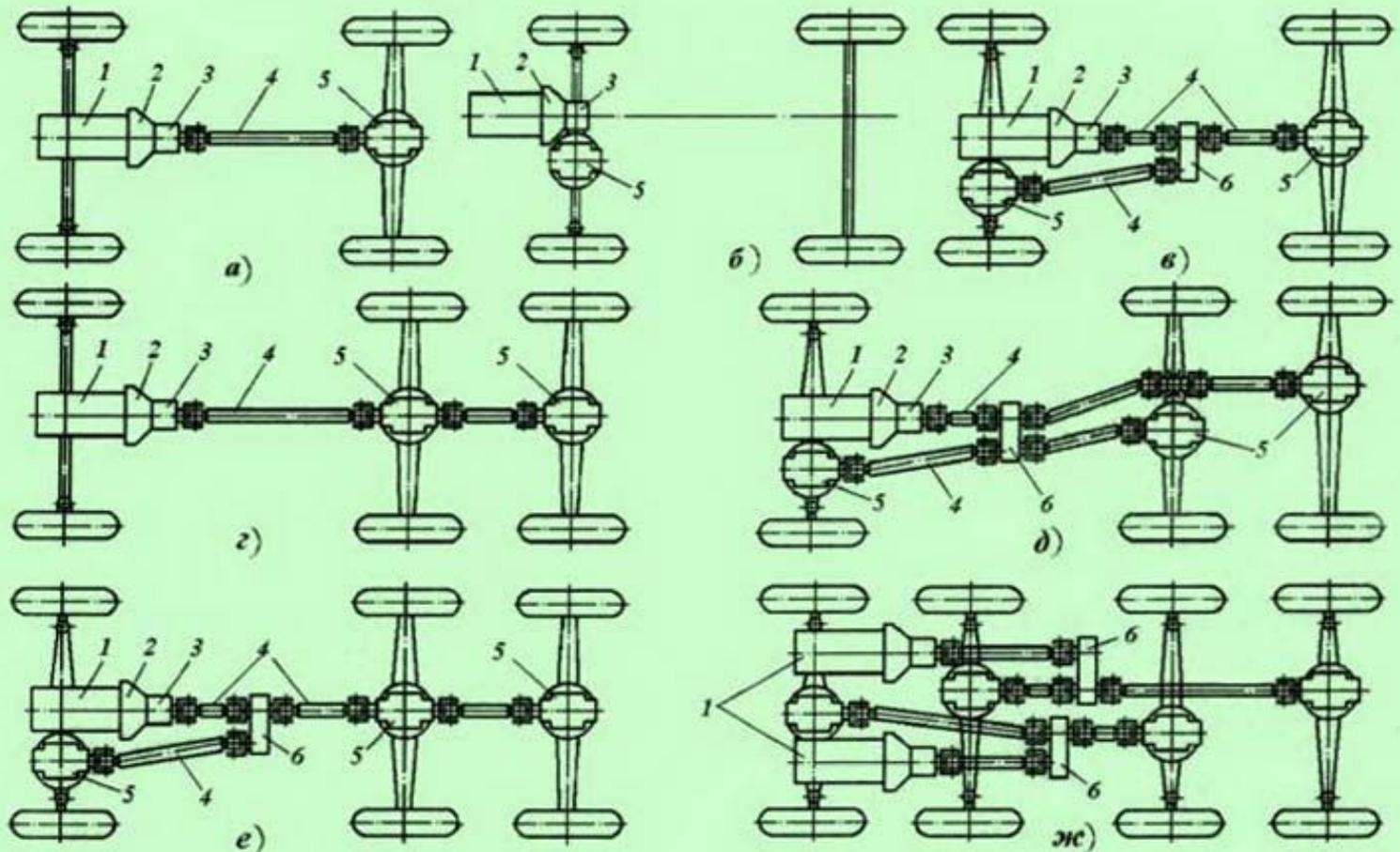
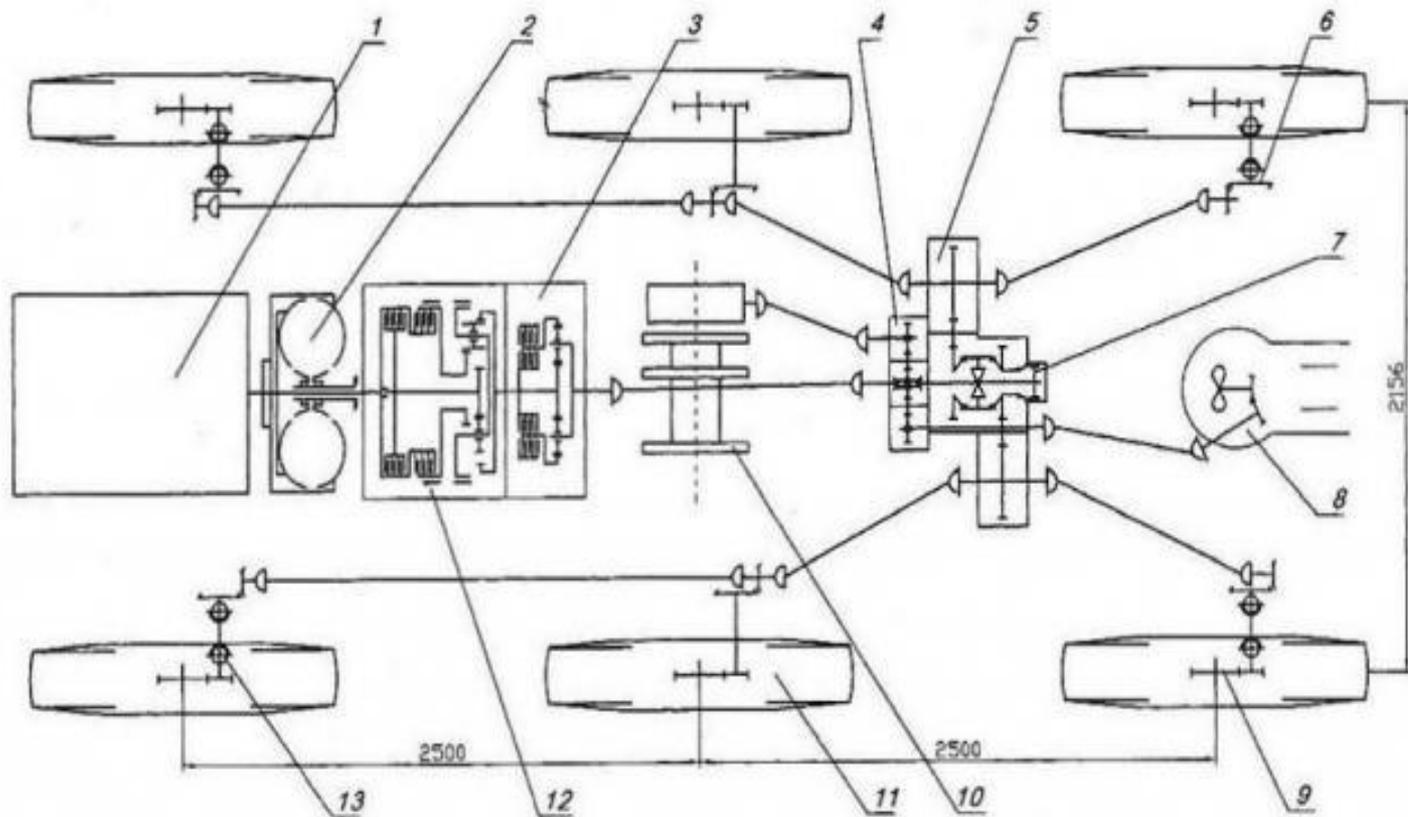
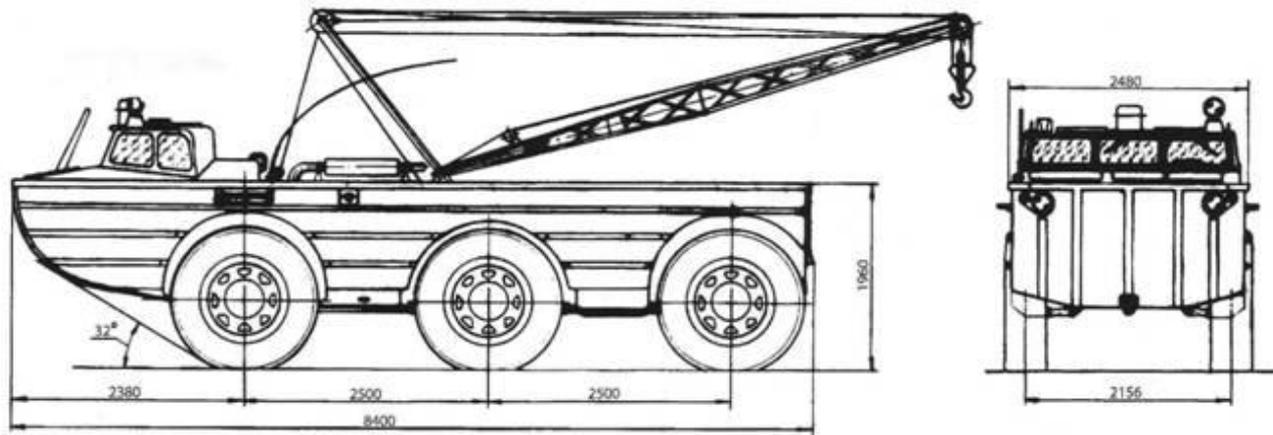


Рис. 1. Мостовые схемы трансмиссий автомобилей с различной колесной формулой: а, б —  $4 \times 2$ ; в —  $4 \times 4$ ; г —  $6 \times 4$ ; д, е —  $6 \times 6$ ; ж —  $8 \times 8$ ; 1 — двигатель; 2 — сцепление; 3 — коробка передач; 4 — карданная передача; 5 — главная передача; 6 — раздаточная коробка



### Кинематическая схема ПЭУ:

1 - двигатель; 2 - гидротрансформатор; 3 - демультипликатор; 4 - механизм отбора мощности; 5 - раздаточная коробка; 6 - бортовой редуктор; 7 - механизм блокировки межбортового дифференциала; 8 - водомет; 9 - колесный редуктор; 10 - лебедка; 11 - колесо; 12 - планетарная коробка передач; 13 - шарнир равных угловых скоростей типа «Рцеппа».



# Трансмиссии многоосных ТС

