

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Глава 1. Общее устройство, принципиальная схема и функцирование систем трансмиссии транспортно-технологических машин	9
1.1. Классификация элементов системы трансмиссии.....	15
1.2. Правила построения кинематических схем. Примеры	21
1.3. Описание конструкции элементов системы трансмиссии.	
Кинематические схемы	24
1.3.1. Сцепление.....	24
1.3.2. Коробки передач	28
1.3.3. Карданные передачи.....	38
1.3.4. Главные передачи	41
1.3.5. Дифференциал	46
1.3.6. Противобуксовочная система.....	49
1.3.7. Полуоси	51
Глава 2. Основы теории транспортно-технологических машин	52
2.1. Основные эксплуатационные свойства ТТМ, изучаемые в данном курсе	52
2.2. Условия эксплуатации ТТМ	54
Глава 3. Скоростные свойства (тяговая динамика) транспортно-технологических машин.....	58
3.1. Общие положения.....	58
3.2. Оценочные показатели скоростных свойств.....	58
3.3. Силы, действующие на ТС	61
3.4. Кинематика и динамика автомобильного колеса	68
3.5. Силы сопротивления движению ТС. Сила сопротивления качению.....	81
3.6. Уравнение движения ТС	86
3.7. Графические способы решения уравнения силового баланса ТС	88
3.8. Приемистость ТС	96
3.9. Определение нормальных реакций, действующих на колеса передней и задней осей	104
3.10. Мощностной баланс. График мощностного баланса	106
Глава 4. Тяговый расчет транспортно-технологических машин	111
4.1. Задачи тягового расчета	111
4.2. Подбор внешней характеристики двигателя.....	113
4.3. Выбор передаточных чисел трансмиссии	114
Глава 5. Тормозные свойства транспортно-технологических машин	121
5.1. Общие положения.....	121
5.2. Показатели, измерители и нормативы тормозных свойств ТММ	122
5.3. Уравнение движения ТС при торможении	129
Глава 6. Расчет тормозных систем транспортно-технологических машин	146
6.1. Координаты центра тяжести ТТМ	146
6.2. Расчетный режим тормозных систем	148

6.3. Тормозные механизмы тормозных систем	149
6.3.1. Колодочные тормозные механизмы	149
6.3.2. Дисковые тормозные механизмы	152
6.4. Приводы тормозной системы	153
6.4.1. Гидравлический тормозной привод	153
6.4.2. Пневматический тормозной привод	155
6.5. Расчет элементов тормозной системы	157
Глава 7. Топливная экономичность транспортно-технологических машин	161
7.1. Общие положения	161
7.2. Основные понятия и определения	163
7.3. Измерители и показатели топливной экономичности.	
Нормы расхода топлива	165
7.4. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на топливную экономичность ТММ	170
7.5. Топливно-экономическая характеристика ТММ	184
7.6. Уравнение расхода топлива	186
Глава 8. Особенности тяговых и топливно-экономических свойств транспортно-технологических машин, снабженных гидропередачей	190
8.1. Исходные характеристики гидропередач	190
8.2. Совместная работа двигателя с гидропередачами	194
8.3. Методика построения тяговой диаграммы ТММ с гидропередачей.	
ТС с непрозрачным гидротрансформатором	196
8.4. Особенности тяговой диаграммы ТММ с гидропередачей по сравнению с ТММ, снабженными ступенчатой механической коробкой передач. Динамическая характеристика и параметры	197
8.5. Топливно-экономическая характеристика ТММ с гидропередачей	200
8.6. Способы улучшения тяговых свойств и топливной экономичности ТС с гидропередачами	202
Глава 9. Управляемость и устойчивость транспортно-технологических машин	205
9.1. Определение понятий «управляемость» и «устойчивость» ТММ	205
9.2. Оценочные показатели управляемости и устойчивости	208
9.3. Кинематика поворота	211
9.4. Силы, действующие на ТММ при его повороте в общем случае движения	218
9.5. Распределение поперечной составляющей силы инерции между осями ТММ	222
9.6. Поперечная устойчивость ТММ на горизонтальной дороге	224
9.7. Поперечная устойчивость ТММ на виражах	233
9.8. Критические углы по устойчивости ТММ на дороге с поперечным уклоном (критический угол косогора)	234
9.9. Коэффициент поперечной устойчивости ТММ	235
9.10. Колебания управляемых колес относительно шкворней	239
9.11. Устойчивость при торможении ТММ	250
Глава 10. Расчет рулевой системы транспортно-технологических машин	251
10.1. Расчетные режимы нагрузки	251
10.2. Нагрузка в элементах рулевых систем	254
10.2.1. Задняя рулевая трапеция	254
10.2.2. Трапеция с расчлененной поперечной тягой	256
10.2.3. Рулевая система с гидроусилителем	262

10.3. Расчет на прочность элементов рулевой системы	265
10.3.1. Рулевое колесо	265
10.3.2. Рулевой вал	266
10.3.3. Рулевые механизмы	267
10.3.4. Вал рулевой сошки	270
10.3.5. Рулевой привод с задней рулевой трапецией	271
10.3.6. Стенки силового цилиндра	275
10.3.7. Особенности расчета трапеции с расчлененной поперечной тягой	275
Глава 11. Плавность хода транспортно-технологических машин	276
11.1. Измерители и показатели плавности хода ТММ	276
11.2. Колебательная система ТС	277
11.3. Свободные колебания без затухания	278
11.4. Свободные колебания с учетом затухания	285
Глава 12. Проходимость транспортно-технологических машин	288
12.1. Основные положения	288
12.2. Классификация препятствий. Параметры сравнительной оценки проходимости	289
12.3. Профильная проходимость	290
12.4. Опорно-цепная проходимость	293
12.5. Влияние конструктивных параметров ТММ и эксплуатационных факторов на проходимость	294
Глава 13. Расчет системы трансмиссии транспортно-технологических машин	299
13.1. Расчетный режим нагрузки	299
13.2. Кинематический и силовой анализ зубчатых передач	300
13.2.1. Силы в прямозубой цилиндрической передаче	301
13.2.2. Силы в косозубой цилиндрической передаче	302
13.2.3. Силы в прямозубой конической передаче	302
13.2.4. Силы в конической передаче с круговыми зубьями	304
13.2.5. Силы в гипоидной передаче	305
13.2.6. Планетарные механизмы	306
13.3. Расчет зубчатых передач	316
13.3.1. Расчет на контактную выносливость активных поверхностей зубьев	317
13.3.2. Расчет зубьев колес на выносливость при изгибе	326
13.3.3. Расчет на прочность	329
13.4. Расчет валов	335
13.4.1. Определение нагрузок на вал	336
13.4.2. Расчет валов на статическую прочность	337
13.4.3. Особенности расчета осей на статическую прочность	342
13.4.4. Расчет валов на изгибную жесткость	346
13.4.5. Расчет валов на усталостную прочность	352
13.5. Расчет подшипников качения	362
13.5.1. Расчет подшипников качения по динамической грузоподъемности	363
13.5.2. Расчет подшипников качения по статической грузоподъемности	371
Глава 14. Расчет сцепления транспортно-технологических машин	377
14.1. Построение характеристики нажимных пружин	377
14.2. Расчет привода управления сцеплением	383
14.3. Сцепление с цилиндрическими пружинами	384
14.4. Сцепление с тарельчатой пружиной	385
14.4.1. Определение коэффициента запаса сцепления	386

14.4.2. Расчет на износостойкость	388
14.5. Расчет элементов сцепления.....	394
14.5.1. Цилиндрические нажимные пружины	394
14.5.2. Тарельчатые пружины.....	395
14.5.3. Пружины гасителя крутильных колебаний	398
14.5.4. Фрикционные диски	398
14.5.5. Заклепки ведомого диска	399
14.5.6. Шлизы ступицы ведомого диска	400
14.5.7. Рычаги выключения сцепления.....	400
14.5.8. Детали, передающие крутящий момент от маховика двигателя к нажимному диску	402
Глава 15. Эксплуатационный расчет транспортно-технологических машин	405
15.1. Тяговый расчет.....	406
15.2. Эксплуатационный расчет автомобильного транспорта	426
Глава 16. Расчет конвейерного транспорта	435
16.1. Расчет ленточного конвейера	435
16.2. Расчет ленточно-канатного конвейера	450
16.3. Расчет ленточно-тележечного конвейера.....	455
16.4. Расчет крутонаклонных конвейеров	460
Глава 17. Расчет гидравлического транспорта	465
17.1. Расчет напорного транспорта	465
17.2. Расчет самотечного транспорта	469
Глава 18. Расчет подвесных канатных дорог	472
Заключение	481
Список литературы	482

ПРЕДИСЛОВИЕ

Перед инженерно-техническими работниками предприятий промышленности РФ, а также специалистами сервисных служб и теми, кто связан с эксплуатацией транспортных, транспортно-технологических машин постоянно стоят основополагающие задачи совершенствования конструкций транспортных средств, повышения их производительности, снижения эксплуатационных затрат и повышения безопасности. Под транспортно-технологическими машинами подразумеваются наземные, колесные, безрельсовые транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, пассажиров или специального оборудования. В результате интенсивного совершенствования конструкции автомобилей, более частого обновления выпускаемых моделей, придания им высоких потребительских качеств, отвечающих современным требованиям, постоянно возникает необходимость повышения уровня подготовки специалистов. Выпускник вуза должен уметь оценивать качество транспортных, транспортно-технологических машин на основе анализа их конструкции и показателей различных свойств. Такие знания позволят будущему специалисту успешно справляться со своими задачами на различных уровнях, связанных с эксплуатацией транспортных, транспортно-технологических машин.

В соответствии с учебной программой и объемом курса «Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства транспортных, транспортно-технологических машин» в данном учебнике освещаются основы этой науки в ее современном развитии, с учетом передового опыта в повышении производительности, экономичности и безопасности движения транспортных, транспортно-технологических машин. В данном курсе изучаются критерии, измерители, показатели и нормативы, позволяющие оценивать эксплуатационные свойства, анализируются потенциальные свойства транспортных, транспортно-технологических машин, определяющие его отдельные эксплуатационные свойства, оценивается влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на эксплуатационные свойства транспортных, транспортно-технологических машин. Под **свойствами** понимаются количественные или качественные характеристики объектов (изделий), присущие им и проявляющиеся в определенных условиях. К таким свойствам относятся функциональные, технологические, экономические, эстетические, эргономические, безопасности, надежности, унификации и т. п., по которым в целом и определяют потребительские качества изделия. Показатель представляет собой параметр, характеризующий конкретные свойства транспортно-технологических машин. Измеритель позволяет выполнить

количественную оценку, т. е. определить числовые значения рассматриваемого показателя. Экономические свойства транспортно-технологических машин характеризуют величину затрат, необходимых для его создания и функционирования. Свойства надежности транспортно-технологических машин — это способность сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих возможность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях. Технологические свойства характеризуют прежде всего приспособленность транспортно-технологических машин к серийному производству, техническому обслуживанию и ремонту. Функциональные свойства оценивают возможность и качество транспортно-технологических машин выполнять свои функции по перевозке грузов или специального оборудования. Применительно к транспортно-технологическим машинам функциональные свойства принято называть **эксплуатационными**.

Эксплуатационные свойства транспортно-технологических машин характеризуют степень их приспособленности к функционированию в качестве транспортных средств для удовлетворения определенных потребностей в соответствии с назначением. Для оценки эксплуатационных свойств транспортно-технологических машин используются различные показатели и измерители.

В учебнике рассмотрены следующие группы свойств транспортно-технологических машин: тягово-скоростные, тормозные, топливная экономичность, управляемость, устойчивость, плавность хода, проходимость. Для улучшения эксплуатационных свойств и совершенствования конструкций транспортных, транспортно-технологических машин приведен расчет приводов и основных элементов трансмиссии, тормозных систем, рулевого управления, представлены режимы нагрузки для проверочного расчета. Цель настоящего учебника — получение обучающимися прочных знаний по конструкции и эксплуатационным свойствам транспортно-технологических машин с системотехнических позиций, а также дополнительной информации при самостоятельном изучении отдельных разделов учебной дисциплины.

Глава 1

ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА И ФУНКЦИРОВАНИЕ СИСТЕМ ТРАНСМИССИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Процесс движения транспортно-технологических машин (ТММ) представляется различными режимами: движение с установленвшейся скоростью, разгон, замедление. Эти режимы определяются как водителем, так и внешними условиями движения, а именно: сопротивлением дороги, сопротивлением воздушной среды, условиями транспортного потока, организацией дорожного движения и т. д. При движении транспортно-технологических машин в различных условиях возникает необходимость по-разному использовать мощностной запас двигателя, сохраняя при этом его ресурс и обеспечивая эффективный расход топлива. Оптимальный подбор мощности двигателя в зависимости от условий движения обеспечивается системой трансмиссии. Система трансмиссии автомобиля предназначена для передачи энергии от двигателя на ведущие колеса. Однако, поскольку в теории и конструкции автомобиля общепринято говорить о передаче не энергии, а крутящего момента (учитывается передача усилий, их трансформация или изменение), то в дальнейшем будем говорить о передаче крутящего момента.

Основными элементами системы трансмиссии являются: механизм сцепления, коробка передач, карданская передача, главная передача, дифференциал, полуоси.

Для лучшего понимания предназначения элементов трансмиссии необходимо представить себе процесс движения автомобиля. Для этого постараемся вникнуть в простейшую схему, представляющую собой цепочку «двигатель — сцепление — коробка передач — главная передача — ведущие колеса». На рисунке 1.1 изображена условная цепочка «двигатель — трансмиссия — ведущие колеса».

Из рисунка 1.1 видно, что момент, развиваемый двигателем, проходя через систему трансмиссии, приводит во вращение ведущие колеса, которые, отталкиваясь от дороги, движут АТС. В обратном порядке от земли через ведущие колеса, а также через систему трансмиссии идет нагружение двигателя. Эта нагрузка складывается из сопротивления дороги, массы и инерции деталей, входящих в конструкцию двигателя и трансмиссии (а в целом и массы АТС),

сил трения, действующих в вышеуказанных элементах системы. Большие нагрузки на двигатель приводят к его повышенному износу, повышенному расходу топлива, работа АТС при этом становится неэффективной. Поскольку запас мощности двигателя ограничен, то обеспечить движение АТС по дорогам с большим сопротивлением движению (подъемы, бездорожье, грунты) и по прямолинейным участкам с небольшим дорожным сопротивлением за счет использования только мощности двигателя практически невозможно. Поэтому в конструкции АТС предусмотрена коробка передач, которая позволяет подобрать оптимальную мощность двигателя для конкретных условий движения, уменьшая при этом нагрузки на двигатель. Проведем аналогию.



Рис. 1.1

Схема передачи крутящего момента по цепочке «двигатель — трансмиссия»

Представим процесс передвижения человека. По прямолинейному ровному участку человек может передвигаться с достаточной скоростью. Однако при подъеме, например по лестнице, человек так же быстро идти не может, так как на его пути возникает сопротивление в виде подъема. При этом организм нагружается и человек вынужден снизить скорость, чтобы тратить силу организма на преодоление препятствия. Механизм регулирования собственной скорости заложен в человеке природой на подсознательном уровне. Для АТС придуман аналогичный механизм, которым и является коробка передач.

В системе трансмиссии используется «золотое» правило механики: выигрываем в силе — проигрываем в скорости, и наоборот. По аналогии с движущимся человеком, когда он движется на подъем, уменьшая скорость, но сохраняя силу организма. Коробка передач (КП) является, по сути, трансформатором, изменяющим крутящий момент (M_{kp}) по величине и направлению (задний ход). Каким образом происходит эта трансформация? Представим условно, как коробка передач изменяет постоянный M_{kp} , развиваемый двигателем. M_{kp} двигателя на соответствующей ступени коробки передач изменяется, при этом изменяется и частота вращения (рис. 1.2).

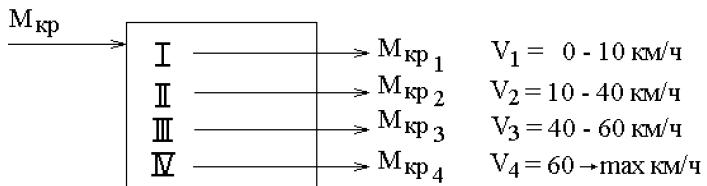


Рис. 1.2
Трансформация M_{kp}
коробкой передач

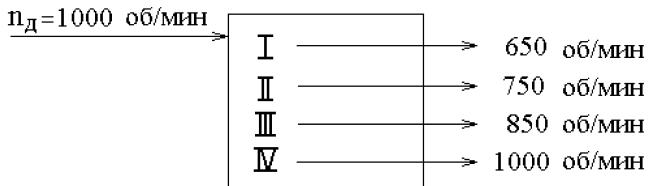


Рис. 1.3
Условная трансформация
частоты вращения
коробкой передач

За пример взята 4-ступенчатая механическая КП. Из рисунков 1.2 и 1.3 видно, что на 1...3 передачах частота вращения уменьшается, т. е. эти передачи являются понижающими. На этих передачах происходит понижение частоты вращения, но крутящий момент при этом повышается. Таким образом, в случае когда на пути движения автомобиля встречается сопротивление, то используются понижающие передачи (то же при трогании с места). Когда же автомобиль разгоняется, то постепенно (по мере увеличения кинетической энергии движущегося АТС) происходит переключение коробки передач на более высокие ступени, доходя до четвертой (в нашем примере), которая является прямой, то есть не трансформирующей крутящий момент.

Из рисунка 1.2 видно, что каждой передаче КП соответствует определенный скоростной диапазон движения АТС. Это соответствие приводит к оптимальному нагружению двигателя и расходу топлива. В случае искусственного изменения этого диапазона, как правило, возрастает расход топлива и возникают другие нежелательные явления в работе двигателя и трансмиссии.

Каким же образом происходит трансформация крутящего момента в КП с конструктивной точки зрения? Достигается это использованием зубчатых зацеплений. КП состоит из набора валов и шестерен, расположенных на этих валах. На определенной передаче КП в зацеплении находится трансформирующая пара зубчатых колес. Трансформация частоты вращения или M_{kp} происходит по схеме, представленной на рисунке 1.4.

На рисунке 1.4 изображены два вала, один из которых (ведущий) вращается принудительно с частотой 1000 об/мин, а второй как ведомый должен вращаться с частотой 500 об/мин. Эта разница в частоте обеспечена тем, что на первом (ведущем) вале расположена шестерня 1 диаметром в 2 раза меньше, чем шестерня, расположенная на ведомом вале. 3 — точка зацепления шестерен 1 и 2. Шестерне 1 для описания окружности в 360° необходимо в 2 раза меньше времени, чем шестерне 2. За счет этого ведущий вал вращается в 2 раза быстрее, чем ведомый вал. Общий принцип трансформации M_{kp} в КП сводится к включению в цепь передачи M_{kp} соответствующей пары зубчатых колес, обеспечивающих изменение частоты вращения в зависимости от подобранных

и рассчитанных при проектировании диаметров (или числа зубьев) этих зубчатых колес. Отношение диаметров зубчатых колес, находящихся в зацеплении, называется передаточным числом пары.

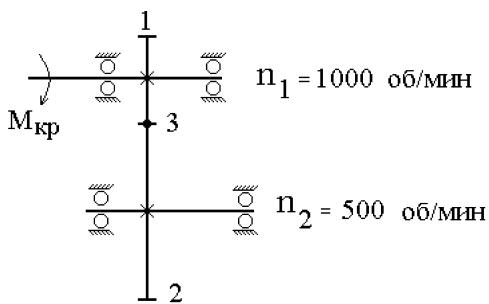


Рис. 1.4
Схема изменения
частоты вращения

При передаче крутящего момента через КП детали находятся под действием усилий. Во время переключения ступени КП (введение в зацепление следующей пары) необходимо временно прервать передачу усилий на детали КП, иначе включение пары зубчатых колес становится невозможным. С этой целью в систему трансмиссии включается механизм сцепления.

Сцепление предназначено для кратковременного отсоединения КП от двигателя. Помимо включения в зацепление пары зубчатых колес в КП, сцепление позволяет также произвести плавное соединение двигателя и КП, не допуская приложения резких нагрузок, а также позволяет обеспечить плавное трогание автомобиля с места и его остановку без выключения двигателя. В механизме сцепления при его выключении происходит прерывание передачи M_{kp} от двигателя и, с другой стороны, нагрузки на двигатель (рис. 1.1).

Механизм сцепления в принципиальном смысле представляется как два диска, из которых один связан с двигателем (диск 1 на рис. 1.1), а второй (диск 2 на рис. 1.1) связан с коробкой передач. В обычном положении эти диски находятся в прижатом состоянии. Усилие прижатия дисков определяется жесткостью прижимных пружин, поджимающих эти диски. При нажатии на педаль сцепления через механизм выключения диски 1 и 2 отсоединяются. При этом сцепление выключается, диск 1 продолжает вращаться (так как он соединен с двигателем, а диск 2, условно, перестает вращаться).

При включении сцепления диски 1 и 2 соединяются под действием усилия прижимных пружин и крутящий момент опять передается от двигателя на коробку передач. В систему трансмиссии включена карданная передача, которая предназначена для передачи крутящего момента от КП к главной передаче и ведущим колесам с учетом изменения пространственного положения ведущего моста относительно кузова или рамы автомобиля. Положение ведущего моста автомобиля изменяется при изменении нагрузок на АТС, при движении по неровной дороге, при возникновении поперечных и продольных колебаний.

Главная передача предназначена для изменения направления крутящего момента под углом 90° и его увеличения. Поскольку передача M_{kp} от двигателя

до главной передачи (ГП) происходит в плоскости, перпендикулярной продольной оси АТС, а ведущие колеса вращаются в параллельной этой плоскости, то необходимо изменение передачи M_{kp} под углом 90° . В конструкцию ГП входит дифференциал.

Дифференциал предназначен для обеспечения вращения ведущих колес с разной частотой (или угловой скоростью). Эта необходимость возникает, например, при движении АТС на повороте.

Из рисунка 1.5 видно, что АТС на повороте движется по траектории, при которой внешние и внутренние колеса проходят окружности различных диаметров.

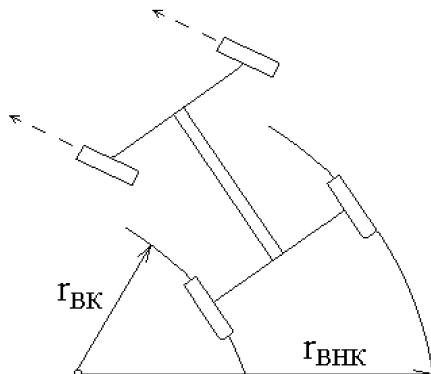


Рис. 1.5
Схема поворота АТС

В частности, внешние к центру поворота колеса проходят окружность радиуса $r_{внк}$, а внутренние — окружность радиуса $r_{вк}$. Если не обеспечить при этом разной угловой скорости вращения колес, то они будут стремиться к этому сами. Но так как с конструктивной точки зрения это не обеспечено, то колеса все-таки, вращаясь с одинаковой угловой скоростью, будут нагружать полуоси (нагрузки скручивания), ресурс которых резко сокращается. Кроме того, возможен повышенный износ шин. Работа дифференциала основана на возникновении различных сил трения между внешним и внутренним к центру поворота колесами. Эта разница приводит в действие дифференциал, который является неподвижным при отсутствии разницы в трении.

Полуоси предназначены для передачи крутящего момента от ГП и дифференциала на ведущие колеса. В зависимости от конструктивной схемы и предназначения автомобиль может называться передне-, заднеприводным или полноприводным.

Трансмиссия переднеприводных автомобилей предусматривает передачу крутящего момента от двигателя на передние колеса (т. е. они являются ведущими). В этом случае в конструкции трансмиссии не предусмотрена карданская передача.

В трансмиссию полноприводных автомобилей (крутящий момент передается как на задние, так и на передние колеса) включается раздаточная КП, кар-

данные шарниры равных угловых скоростей (для передачи M_{kp} к управляемым колесам), устройства блокировки дифференциала (для внедорожных автомобилей). Кроме того, на специализированных автомобилях используется коробка отбора мощности для привода вспомогательных механизмов (автоподъемники, автокраны и т. д.).

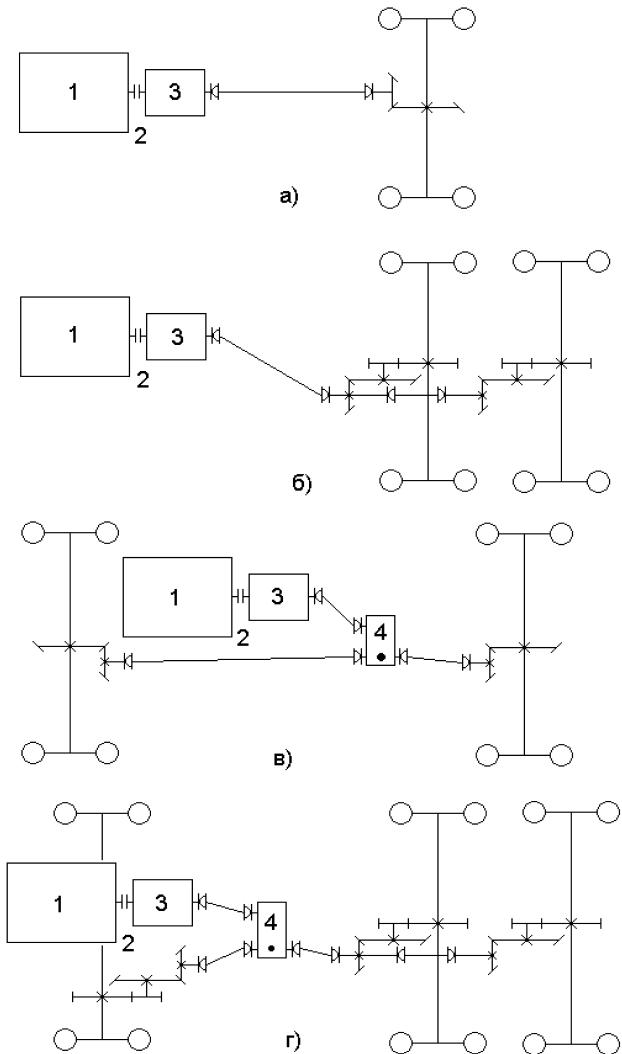


Рис. 1.6

- Схемы трансмиссий:
- заднеприводной автомобиль с одним ведущим мостом;
 - заднеприводной автомобиль с двумя ведущими мостами;
 - полноприводной автомобиль с двумя ведущими мостами;
 - полноприводной автомобиль с тремя ведущими мостами

Для автомобилей большой грузоподъемности и для работающих в тяжелых дорожных условиях используются дополнительные КП, которые позволяют регулировать силу тяги на ведущих колесах.

На рисунке 1.6 представлены схемы компоновки и расположения основных элементов системы трансмиссии для различных типов автомобилей.

1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ТРАНСМИССИИ

Дадим определение классификационного признака. Детали, узлы и агрегаты автомобиля могут классифицироваться в зависимости от их предназначения, конструктивной схемы, особенностей функционирования и т. д. В связи с этим важно научиться классифицировать элементы конструкции автомобиля и, в частности, трансмиссии по классификационным признакам. Классификационными признаками называются признаки, по которым детали, узлы и агрегаты АТС объединяются в ряды, определяющие особенности рассматриваемых систем и их элементов. Например, КП можно классифицировать по количеству ступеней (3-, 4-, 5-ступенчатые), предназначению (основная, раздаточная, дополнительная), особенностям конструкции (2-, 3-вальные). В данном примере классификационными признаками являются количество ступеней, количество валов, предназначение. Классификационные признаки выделяют особенности системы и ее элементов.

В конструкции автомобилей применяются механические, гидромеханические, электромеханические и гидрообъемные (гидростатические) трансмиссии.

Рассмотрим классификацию элементов трансмиссии.

Классификация сцеплений.

1. По способу управления:

- неавтоматическое;
- автоматическое;
- с усилителем;
- без усилителя.

2. По принципу работы:

- постоянно замкнутое;
- постоянно разомкнутое.

3. По типу привода:

- механические;
- гидравлические;
- комбинированные:
 - пневмомеханическое;
 - пневмогидравлическое;
 - электромеханическое;
 - электровакуумное.

4. По характеру кинематической связи:

- гидравлическое;
- электромагнитное;
- фрикционное.

5. По способу создания нажимного усилия:

- центробежное;
- полуцентробежное;
- пружинное;
- электромагнитное.

6. По типу пружин с:

- периферийными пружинами;
- центральной пружиной;
- цилиндрической пружиной;
- конической пружиной;
- диафрагменной пружиной.

7. По форме и количеству элементов трения:

- дисковое с сухими дисками;
- дисковое с дисками в масле;
- однодисковое;
- многодисковое.

Классификация коробок передач.

1. По предназначению:

- основная;
- раздаточная;
- дополнительная;
- коробка отбора мощности.

2. По характеру изменения передаточного числа:

- ступенчатая;
- бесступенчатая;
- комбинированная.

3. По типу кинематической передачи:

- механическая;
- гидравлическая;
- электрическая;
- гидромеханическая;
- электромеханическая.

4. По количеству валов:

- двухвальная;
- трехвальная;
- многовальная.

5. По количеству ступеней:

- трехступенчатая;
- четырехступенчатая;
- пятиступенчатая;
- многоступенчатая с:
 - делителем;
 - демультипликатором;
- комбинированная.

6. По способу управления:

- с непосредственным управлением;
- с дистанционным управлением;
- полуавтоматическая;
- автоматическая.

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru