

Лекция 1.

1. Назначение, область применения и классификация автономного транспорта.

2. Особенности условий работы и требования, предъявляемые к различным видам автономного транспорта.

3. Структурные схемы силовых цепей тяговых передач и энергоустановок.

1

Определение. “Автономным транспортом” называется транспорт, несущий на своём борту автономную энергетическую установку, используемую как источник для его движения.

Из определения следует, что на транспортном средстве в качестве первичного источника энергии может использоваться источник энергии любого вида: электрической, механической, атомной и т.д.. В качестве тягового привода на таком виде транспорта может использоваться электрический, механический и т.д. Далее рассматриваются транспортные средства только с электрическим приводом.

Назначение автономного транспорта – перемещение пассажиров или грузов.

Область применения:

- для перевозки пассажиров – населённые пункты и трассы между ними;
- для перевозки грузов – предприятия, населённые пункты и трассы между ними.

КЛАССИФИКАЦИЯ

1. По виду энергии, используемой в первичном источнике:

- электрическая (электрохимические источники – аккумуляторы, топливные элементы);
- механическая (маховики);
- атомная;
- лучистая (фотоэлементы – солнечные батареи);
- тепловая (двигатели внутреннего сгорания – дизели, карбюраторные двигатели, газотурбинные установки).

2. По функциональному назначению транспортного средства:

- пассажирский;
- грузовой;
- специализированный (напольный – погрузчики, штабелёры, тележки, тягачи; строительно-дорожный и землеройно-транспортный – бульдозеры, грейдеры, скреперы, планировщики, копающие погрузчики, большегрузные самосвалы и автопоезда).

3. По связи с путевой структурой:

- наземный (рельсовый и безрельсовый);
- водный;
- воздушный.

4. По типу используемого тягового привода:

- с электрическим;
- с механическим;
- с гидравлическим;
- пневматическим и т.д.

Поскольку далее рассматривается только подвижной состав с электрическим приводом, то дальнейшая классификация его в полной мере соответствует классификации, дававшейся в курсах механического и электрического оборудования подвижного состава.

2

ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ РАБОТЫ АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТА

1. Вследствие неровностей дороги или на стыках рельсов, а также колебаний и вибраций подвижной состав работает при частых ударных воздействиях и тряске. Оборудование требует повышенной механической и электрической прочности деталей и узлов и высокой надежности их крепления. Для уменьшения ударных воздействий стремятся делать все оборудование полностью подрессоренным.

2. При движении подвижного состава неизбежно проникновение в него загрязненного и влажного воздуха, а иногда грязи, воды, снега. Изолированные детали электрооборудования должны иметь влагостойкую изоляцию, а все металлические детали – надежно защищены антикоррозионными покрытиями. Электрооборудование, размещённое вне кузова, должно быть, по возможности, защищено от попадания в него посторонних предметов.

3. Автономный транспорт работает с различной нагрузкой, определяемой наполнением подвижного состава, к тому же на меняющемся профиле пути в условиях изменения влажности и температуры окружающей среды от -50 до $+40^{\circ}\text{C}$ и высоте над уровнем моря до 1200м.

4. Выходное напряжение энергетической установки автономного транспорта может изменяться в значительном интервале, что не должно приводить к сбою в работе тягового привода.

5. Режим работы тягового электрооборудования (в частности электродвигателей) – повторно-кратковременный с частыми пусками и торможениями, а иногда и реверсом.

6. Пространство для размещения и монтажа механического и электрического оборудования на подвижном составе весьма ограничено. Поэтому оборудование должно иметь по возможности малые габариты и вес, к нему должен быть обеспечен хороший доступ для осмотров и ремонтов, позволяющий осуществлять быструю замену неисправных узлов и деталей исправными.

7. Отказ в работе электрооборудования на линии, особенно на рельсовом транспорте, приводит к нарушению графика движения всего транспорта на этом участке.

Кроме того, к специализированному автономному транспорту предъявляются особые требования, обусловленные спецификой его функционального назначения: грузоподъемность, маневренность, устойчивость и т.д., которые оговариваются в техническом задании на его разработку.

3

Определение. Под энергоустановкой понимается совокупность устройств (агрегатов), обеспечивающих хранение и полный цикл преобразования энергии любой физической природы в электрическую для питания тягового привода.

Применяемые на автономном транспорте энергоустановки весьма разнообразны и отличаются, как процессами преобразования, так и способами пополнения энергии. Основные виды энергоустановок приведены на рис. 1.1.

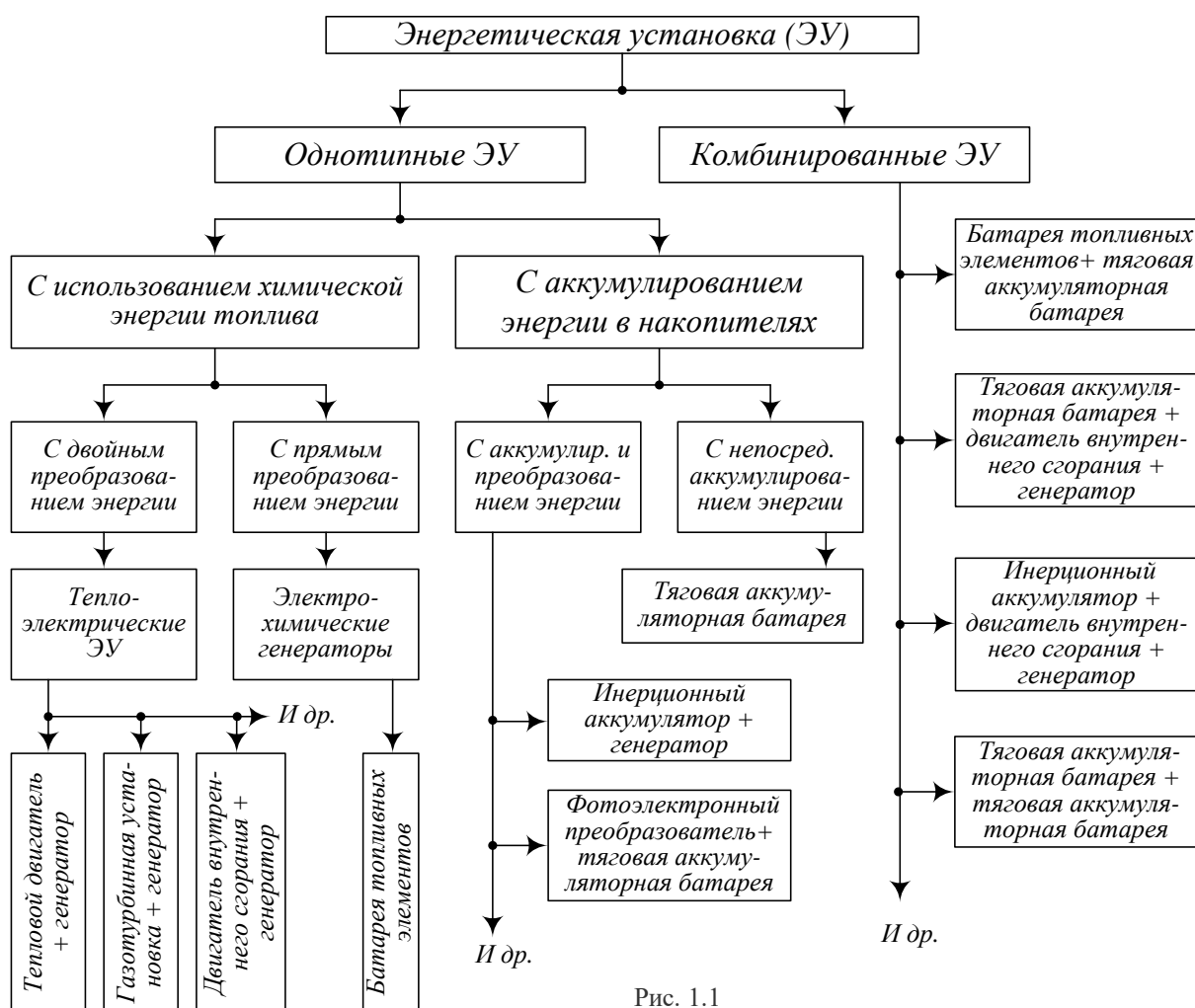


Рис. 1.1

В современных автономных транспортных средствах наибольшее распространение получили теплоэлектрические энергоустановки, состоящие из теплового двигателя и сочленённого с ним тягового генератора. Энергоустановки такого типа обеспечивают широкий диапазон плавного регулирования напряжения на выходе генератора путём изменения его возбуждения, а также скорости вращения вала теплового двигателя посредством изменения подачи топлива. В качестве тепловых двигателей автономных транспортных средств преимущественно используются дизели, значительно реже – газотурбинные установки (ГТУ) и карбюраторные двигатели внутреннего сгорания (ДВС), а также двигатели Венкеля, Стирлинга, Ранкина и др.

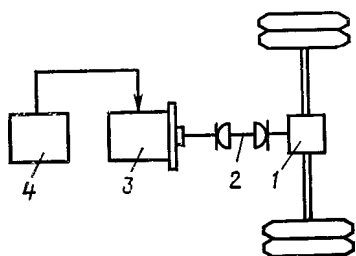


Рис. 1.2

В зависимости от мощности ТЭУ, частоты вращения ТД и других факторов в качестве генераторов используются тяговые генераторы постоянного тока и синхронные генераторы различных модификаций.

Перспективными считаются ЭУ с непосредственным преобразованием химической энергии топлива в электрическую в топливных элементах (ТЭ), особенно низкотемпературных, поскольку имеют достаточно высокий КПД (порядка 0,6...0,7), отличаются бесшумностью работы, почти полным отсутствием токсичных отходов, простотой заправки.

Достаточно широкое распространение получили ЭУ небольшой мощности на базе тяговых аккумуляторных батарей (ТАБ) для напольного транспорта.

На рис. 1.2 приведена схема тягового привода автономного транспортного средства с ТАБ, включающая в себя редуктор с дифференциалом 1, карданный вал 2, тяговый электродвигатель 3, ТАБ 4.

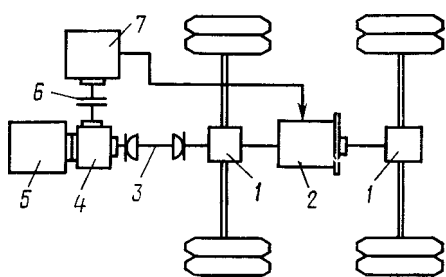


Рис. 1.3

На рис. 1.3 приведена схема тягового привода, содержащего комбинацию из двух типов: механического и электрического периодического действия. Схема включает в себя редуктор с дифференциалом 1, тяговый электродвигатель 2, карданный вал 3, раздаточный редуктор 4, ДВС 5, муфту 6, Тяговый генератор 7. Привод с такой схемой исполнения можно использовать для активизации колёс полуприцепа или прицепа при прохождении тяжёлых участков пути.

На рис. 1.4 приведена схема тягового привода, содержащего комбинацию из двух типов: механического и электрического для режимов трогания и разгона. Схема включает в себя редуктор с дифференциалом 1, карданный вал 2, муфты 3, тяговый электродвигатель 4, ДВС 5, ТАБ 6, блок

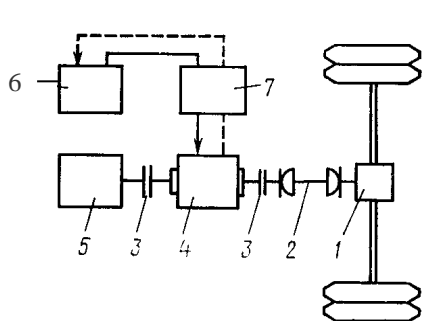


Рис. 1.4

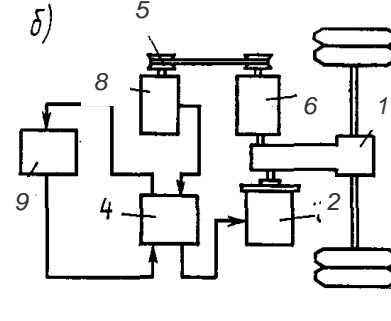
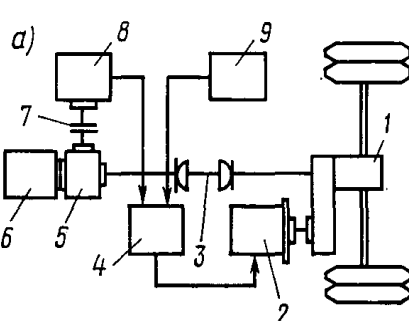


Рис. 1.5

управления 7.

В режимах трогания и разгона транспортного средства ДВС и тяговый электродвигатель работают одновременно, либо только один тяговый электродвигатель (муфта, соединяющая ДВС с электродвигателем отключена). В режиме установившейся скорости работает только ДВС.

На рис. 1.5 приведены два варианта схемы тягового привода, содержащего комбинацию из двух типов: механического и электрического для режимов трогания и разгона. В отличие от предыдущего варианта схема включает в себя тяговый генератор 8, который может питать тяговый электродвигатель 2 параллельно с ТАБ 9. Вращение вала тягового генератора в схеме рис. 1.5а осуществляется, как и в варианте по схеме рис. 1.3, ДВС через раздаточный редуктор 5 и муфту 7, а в схеме рис. 1.5б – через передачу 5. Блок управления 4 позволяет осуществлять не только совместное и раздельное питание электродвигателя от ТАБ и генератора, но и подзарядять ТАБ от генератора.

Поскольку наиболее распространёнными в настоящее время являются энергоустановки с двойным преобразованием энергии (теплоэнергетические ЭУ), то в дальнейшем именно им и будет уделено основное внимание.

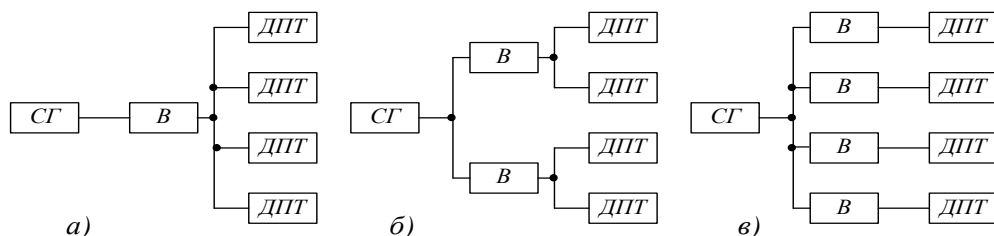


Рис. 1.6

Схема силовой цепи электрической части тягового электропривода существенно зависит от рода тока, используемого

в тяговом генераторе и электродвигателе. Поскольку в качестве тяговых двигателей используются электрические машины постоянного и трёхфазного переменного тока, как и в качестве источника электроэнергии на автономном транспортном средстве, то возможны различные сочетания этих элементов в структурных схемах: приводы постоянного, постоянно-переменного, переменного-постоянного и переменного тока. Для определённости рассмотрим структурные схемы электрической части привода карьерных самосвалов, оснащённых мотор-колёсным тяговым приводом.

На рис. 1.6 приведены варианты структурных схем электрической части тягового привода четырёхколёсного самосвала с тяговыми двигателями постоянного тока (ДПТ) и синхронным тяговым генератором (СГ). Регулирование подводимого к двигателям напряжения осуществляется либо управляемым выпрямителем (В), либо возбуждением синхронного генератора. Из рисунка видно, что возможны три варианта построения схем, каждый из которых обладает своими достоинствами и недостатками. Наиболее приемлемой, как в плане реализации свойств тяговых двигателей, так и по надёжности работы привода в целом, является схема рис. 1.6в. Но она же требует и большего количества элементов.

На рис. 1.7 приведены варианты схемных решений привода самосвала на переменном токе.

В качестве источника электрической энергии во всех схемных решениях выступает синхронный генератор, как и в передаче переменного-постоянного тока рис. 1.6. Тяговым двигателем является трёхфазный асинхронный двигатель АД.

В варианте рис. 1.7а питание двигателя осуществляется через преобразователь частоты с непосредственно связью (ПЧНС), в остальных – через преобразователь частоты со звеном постоянного тока (ПЧПТ), состоящий из выпрямителя (В) и инвертора (И).

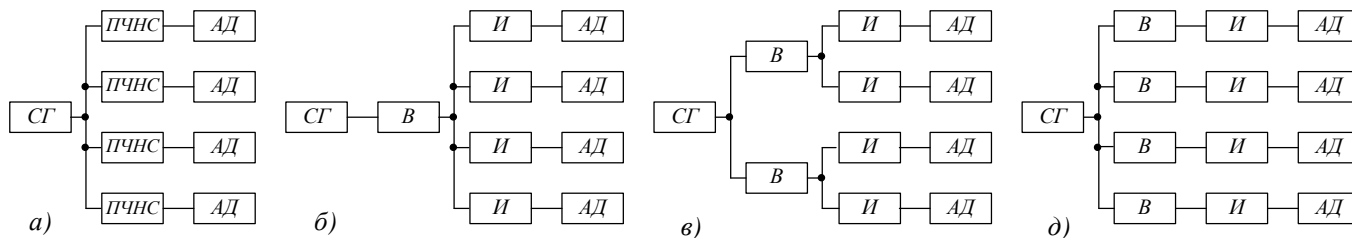


Рис. 1.7

Сопоставление различных вариантов и выявление достоинств и недостатков каждого из них не составляет особого труда и предоставляется студентам.