

1. История развития тягового электропривода.

2. Назначение, структура и основные элементы тягового электропривода.

3. Особенности условий работы тягового электропривода.

4. Классификация тяговых электроприводов.

1

Создание в 1834 г. русским электротехником Б. С. Якоби, работавший в Германии и России, своего первого электродвигателя мощностью 15 Вт и конструирование на его основе в 1838 г. в Санкт-Петербурге бота, курсировавший по р. Неве можно считать первой попыткой применения тягового электропривода на транспортном средстве. Судно приводилось в движение от 40 электродвигателей, объединенных по 20 штук на двух вертикальных валах и вращающих гребные винты. Источником энергии для них была батарея гальванических элементов, размещенная в боте. Однако малая энергоемкость гальванической батареи не могла обеспечить широкого применения электролодки.

В 1879 г. немецкий инженер В. Сименс построил первую электрическую железную дорогу для Берлинской промышленной выставки. Небольшой вагон с электродвигателем являлся локомотивом для состава из трех тележек, на которых могли разместиться 18 пассажиров. Электрическая энергия подводилась по отдельному контактному рельсу, а обратным проводом являлись рельсы, по которым двигался поезд. В 1880 г. в США Т. Эдисон провел свои опыты по применению электрической тяги на участке железной дороги в штате Нью-Йорк, где он испытывал прототип электровоза. Первой в мире железной дорогой с электрическим подвижным составом стала линия Балтимор—Огайо в США, движение на ней было открыто в 1895 г.

Созданием и промышленным выпуском тяговых электрических машин, приспособленных к работе на транспорте в широком диапазоне температур при воздействии вибраций, пыли, влаги, обеспечивалась возможность широкой электрификации железных дорог в начале XX в. Уже с 1902 г. на заводах Германии освоен выпуск электровозов с конструкционной скоростью 110 км/ч, в 1903 г. на железной дороге прошел испытания первый железнодорожный электрический моторный вагон фирмы «Сименс».

Практически одновременно с созданием электровозов в разных странах начали появляться и тепловозы. Изобретенный в 1897 г. немецким инженером Р. Дизелем двигатель внутреннего сгорания с впрыском и воспламенением топлива в разогретом при сжатии в цилиндре воздухе (двигатель стал называться «дизелем») был использован при создании автономных локомотивов с электрической тягой. Дизель запускался электрическим генератором, от которого получали энергию тяговые двигатели.

В 1880 г. Ф.А. Пироцкий осуществил пуск электрического трамвая в Санкт-Петербурге по линии конной железной дороги. В качестве трамвайного вагона использовали вагон конной железной дороги, к раме которого был подвешен электродвигатель, вращавший ведущие колеса через зубчатую передачу.

С 1883 г. линия трамвая длиной 9,6 км действовала в Португе (Ирландия). В 1884 г. было открыто движение электрических трамваев в Англии и Германии. Первый электрический трамвай в Российской империи был пущен в Киеве в 1892 г., затем в 1894 г. – в Казани, в 1896 г. – в Нижнем Новгороде, в 1897 г. – в Екатеринославле и Курске, в 1898 г. – в Орле и Севастополе, в 1899 г. – в Москве и других городах.

Поэтому можно считать, что зарождение периода электрической тяги относится к концу XIX в. На электрическую тягу начали переводить трамваи и метрополитены, появились первые троллейбусы и электропоезда. Один из первых трамвайных вагонов с питанием от контактного провода внешне мало отличался от конки и имел всего 12 сидячих мест, приводился в движение одним тяговым электродвигателем (ТЭД) мощностью 4,5 л. с. (3,3 кВт) с ременной передачей вращающего момента на движущие колеса (колесную пару) и управлялся силовым контроллером, установленным на площадке.

В 1882 г в Германии на пригородной линии Берлин–Шпандау появился первый опытный образец безрельсового экипажа с электрическим двигателем, получающим питание от контактных проводов — прообраз троллейбуса. Долгое время троллейбус не имел широкого распространения, что было связано главным образом с недостатками токосъема через токосъемные каретки и сменивший его позднее роликотый штанговый токоприемник. Развитие троллейбусов началось в Англии и Чехословакии после изобретения троллейбусных токосъемных штанг с роликотым, а позднее со скользящим контактом, обеспечивших более высокую надежность токосъема при достаточно высоких скоростях движения.

Появление электрической тяги коренным образом расширило и перспективы развития метрополитенов. Перевод их с паровой тяги на электрическую значительно улучшил санитарное состояние станций и тоннелей, позволил повысить скорость движения поездов и увеличить глубину заложения тоннелей, так как электрическая тяга исключает необходимость усиленной вентиляции. В свою очередь, глубокое заложение тоннелей обеспечило возможность наиболее удобной трассировки линий метрополитенов независимо от уличной сети. Первый отечественный метрополитен был открыт в Москве в 1935 г.

2

Как известно, под тяговым электроприводом подразумевается совокупность элементов электрического и механического оборудования транспортного средства, предназначенная для преобразования энергии источника питания в энергию его поступательного движения. Кроме того, привод должен обеспечивать и режим торможения (электрического и механического).

Структурная схема тягового электропривода приведена на рис. 1.1 её образуют: блок *ИЭ* – источник энергии; *ПР* – преобразователь; *ЭМПР* – электромеханический преобразователь (тяговый электродвигатель); *МП* – механическая передача; *Дв* – движитель (пневмоколесо, колёсная пара и т.д.).

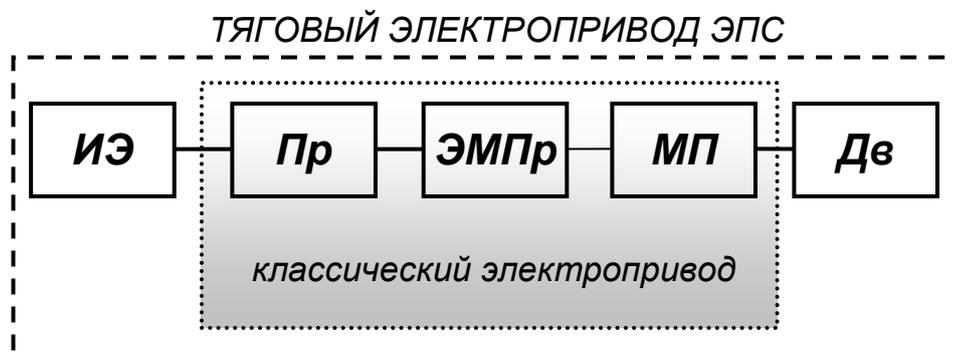
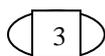


Рис. 1.1

Поскольку назначение и конструктивное исполнение элементов тягового электропривода достаточно полно и подробно излагалось в курсах «Тяговый электропривод» и «Теория и расчёт устройств электрического транспорта» дальнейшее детальное рассмотрение нецелесообразно. Для восстановления сведений по этому материалу студент может обратиться к соответствующим разделам изученных дисциплин.



ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

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

2. При движении подвижного состава неизбежно проникновение в элементы его привода загрязненного и влажного воздуха, а иногда грязи, воды, снега. Изолированные детали электрической части привода 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. Подвижной состав работает с различной нагрузкой, определяемой наполнением подвижного состава, к тому же на меняющемся профиле пути в условиях изменения влажности и температуре окружающей среды от -50 до +40°C и высоте над уровнем моря до 1200м.

4. Питающее напряжение энергетической установки транспортного средства 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 транспорту на электрической тяге предъявляются особые требования, обусловленные спецификой его функционального назначения: грузоподъёмность, маневренность, устойчивость и т.д., которые оговариваются в техническом задании на его разработку.



КЛАССИФИКАЦИЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

1. По типу источника питания:

- с автономным источником, находящимся на борту транспортного средства;
 - с централизованным источником питания (контактной, кабельной сетью);
 - комбинированным источником питания;
2. По типу преобразователя:
 - с пассивным (выполненным на резисторах) преобразователем;
 - с активным (выполненным на полупроводниковых элементах) преобразователем – более подробно классификация преобразователей приводится в курсе «Импульсные системы управления транспортными средствами»;
 3. По типу электромеханического преобразователя:
 - с двигателями постоянного тока различного способа возбуждения;
 - с двигателями переменного тока (асинхронными, синхронными, линейными и т.д.);
 4. По типу механической передачи:
 - индивидуальный;
 - групповой;
 - дифференциальный (более подробно классификация приведена в курсе «Теория и расчёт устройств электрического транспорта»);
 5. По способу управления приводом:
 - непосредственного;
 - косвенного (автоматизированного, автоматического).

Управление приводом в широком смысле подразумевает изменение параметров привода путём регулирования характеристик источника питания (например, величины питающего напряжения), преобразователя (например, частоты и уровня подводимого к двигателю напряжения), тягового двигателя (например, ослабление поля), механической передачи (например, изменение передаточного числа редуктора).