Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Региональный железнодорожный техникум»

# УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

для обучающихся по профессии 23.01.09
«Помощник машиниста локомотива (по видам подвижного состава)»

**При освоении профессионального модуля ПМ.01 Техническое обслуживание и ремонт локомотива** (по видам подвижного состава)

**Разработали:**
**мастера производственного обучения**
**Сашенков Ю.А.**
**Кузнецов Ю.П.**

Рассмотрено на заседании цикловой комиссии «Техника и технология наземного транспорта»
протокол №2 от 15.09.2023

## Глава 1. Общие сведения по локомотивам: тепловозам и электровозам

### Общие сведения.

Локомотивом (от сочетания латинских слов loco и moveo – сдвигаю с места, буквально как движущий, тянущий) называется транспортная машина, предназначенная для создания движущей силы (силы тяги), под действием которой по рельсовым путям железных дорог может перемещаться вагонный подвижной состав. К таким машинам относятся паровозы, тепловозы, электровозы, газотурбовозы. Конструктивно локомотив состоит из энергетической установки (преобразователя энергии), передачи, вспомогательного оборудования и экипажной части. Тип локомотива определяется устройством и принципом действия его энергетической установки, преобразующей энергию топлива или электрическую энергию, поступающую извне, в механическую работу вращения движущих колёсных пар.

Тепловозом называется локомотив, у которого функцию энергетической установки выполняет тепловой поршневой двигатель внутреннего сгорания – дизель.

Дизель тепловоза преобразует тепловую энергию от сгорания топлива в механическую энергию вращения своего коленчатого вала. На современных тепловозах преимущественно применяют электрическую передачу (2ТЭ10М, 2ТЭ25КМ, ЧМЭ3).

Электровозом называют локомотив, который преобразует электрическую энергию, получаемую от контактного провода в энергию для питания тяговых двигателей.

Причем для электровозов постоянного тока (ВЛ-10, ВЛ-11, ЧС-7, ЭП-2К) напряжение контактной сети через регулировочное сопротивление поступает для питания тяговых электродвигателей (рисунок 8,9).

Для электровозов переменного тока (ВЛ-80, ЭП-1М) от контактного провода напряжение поступает на понижающий трансформатор и далее через главный контроллер или групповой переключатель для питания тяговых электродвигателей. (рисунок 10).

В царской России электрических железных дорог не было. В основном применялся гужевой транспорт. В начале двадцатого века интенсивно развивалось строительство и применение паровых машин. Паровые машины устанавливались на гражданских судах и боевых кораблях флота. На железных дорогах использовались паровозы. Электрификация основных магистралей была намечена на первые годы Советской власти при организации планового хозяйства страны. В 1920 году в разработанном плане ГОЭЛРО было уделено внимание увеличению провозной и пропускной способности железных дорог за счет перевода их на электрическую тягу. В 1926 году была электрифицирована линия Баку-Саруханы протяженностью 19 км при напряжении в контактной сети 1200В постоянного тока. В 1929 г. переведен на электрическую тягу пригородный участок Москва-Мытищи протяженностью 17,7 км и напряжением в контактной сети 1500В. В 1932 году был электрифицирован первый магистральный участок Хашури-Зестафони на Сурамском перевале Кавказа протяженностью 63 км. с напряжением 3000 В постоянного тока.

## 1.2.Распределение локомотивов по роду службы:

***Локомотивы подразделяются по роду службы:***

Локомотивы классифицируются на поездные, маневровые и промышленные. В свою очередь среди поездных или магистральных, выделяют грузовые, пассажирские и грузопассажирские.

***По числу секций*** – односекционные, двухсекционные, трехсекционные и четырехсекционные.

***По типу передачи*** – локомотивы с электрической передачей постоянного тока, электрической передачей переменного тока, гидропередачей и механической передачей.

По конструкции ходовых частей – тележечные и с жесткой рамой.

По осевой характеристике – ($3^o$-$3^o$ +$3^o$-$3^o$)

По обозначению:

Т – тепловоз,

Э – с электрической передачей,

Г – с гидравлической передачей,

П – пассажирский,

М – маневровый.

***Локомотивы подразделяются по роду службы:***

- по роду тока – постоянные и переменные;
- по назначению – грузовые и пассажирские;

-по осевой формуле 3о + 3о - ВЛ 19, 22, 23, 36;

3о - 3о - ВЛ-60к, ЧС-4, ЭП-2К, ЧМЭ3, 2ТЭ10, 2ТЭ25КМ;

2о – 2о – 2о - 2о - или 2о(2о-2о) - ВЛ-80с, ВЛ-10, ВЛ-11;

2о-2о-2о – ЭП-20, ЭП-1М.

**При этом:**

- о – индивидуальный привод для каждой колёсной пары;
- + обе тележки связаны шарнирно;
- - обе тележки не связаны шарнирно.

**Обычно обозначения электровозов:**

К – с кремниевыми вентилями;

Т – с реостатным тормозом;

Р – с рекуперативным тормозом;

М – модернизированный

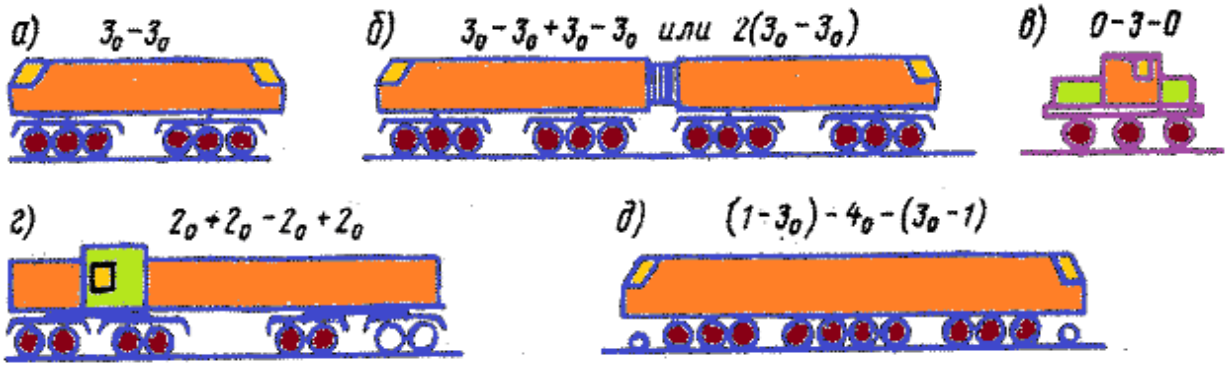
У– усовершенствованный;

А – с асинхронными электродвигателями;

В - с вентильными двигателями;

С – работает по системе многих единиц;

П/К – пассажирские




**Схемы экипажей локомотивов**

а) ТЭП70 и ТЭП60; б) 2ТЭ10А; в) ТГМ1; г) ТЭМ7; д) ЩЭЛ-1;

**Рисунок 1.**

### 1.3. Переменный и постоянный ток, определение и назначение

Еще в Советском Союзе после второй мировой войны на железных дорогах работали в основном паровозы. Но мощностей было недостаточно. Страна была в развалинах для ее восстановления необходимо было увеличить пропускную способность железных дорог.

Восстанавливались заводы **:**

Коломенский тепловозостроительный завод (основные серии: ТЭ3, ТЭП60, ТЭП70). На сегодняшний день налажен выпуск электровозов ЭП-2К.

Харьковский завод транспортного машиностроения (Украина) строил тепловозы с 1947 по 1968 год (основные серии: ТЭ1, ТЭ2, ТЭ3, ТЭ4, ТЭ5, ТЭ7, ТЭ10, 2ТЭ40, ТЭП10).

Луганский тепловозостроительный завод (Украина) строит тепловозы с 1956 года (основные серии: ТЭ3, 3ТЭ3, ТЭ7, 2ТЭ10Л, 2ТЭ10В, ТЭ109, ТЭ114, 2ТЭ116, 2ТЭ10М, 2ТЭ10У, 2ТЭ10УТ, 2ТЭ121, М62, ТГ102, ТЭМ2).

Брянский завод строит тепловозы с 1958 года (основные серии: ТЭМ1, ТЭМ2 всех модификаций, ТЭМ5, ТЭМ18). На сегодняшний день налажен выпуск тепловозов 2ТЭ 25 КМ ТЭМ 18ДМ.

Людиновский тепловозостроительный завод строит тепловозы с 1957 года. Основные серии: ТГ16 и ТГ22 (с колеей 1067 мм для железной дороги на острове Сахалин), ТГМ3, ТГМ4, ТГМ6, ТГМ6А, ТЭМ7, ТЭМ7А.

Муромский тепловозостроительный завод с 1957 года строит тепловозы ТГМ1, ТГМ20, ТГМ23 (всех модификаций).

Калужский машиностроительный завод. В 1933 году завод построил первый маневровый тепловоз, получивший наименование АА-1. С 1958 года завод серийно строил тепловозы ТГК, ТГК2, узкоколейные ТУ2.

По прошествии времени тепловозная тяга стала недостаточной и возникла идея для использования более мощных локомотивов - электровозов. Электровоз - это локомотив, который способен водить пассажирские и грузовые поезда, используя энер-

гию, получаемую от контактного провода. Первоначально для электровозов применяли постоянное напряжение 3000В в контактном проводе. (рисунок 8,9)

Тут возникает новая проблема, которую решить необходимо в кратчайшие сроки. Для использования электровозов необходимо строить распределительные подстанции для регулирования и поддержания необходимого напряжения в контактной сети. Нужно монтировать контактную сеть на большом протяжении. (рисунок 7)

Строились тяговые подстанции, назначением которых является понижение переменного напряжения питающей сети до необходимого значения, и его выпрямление, т.е. преобразование в постоянное. Но шли годы, объемы перевозок на железной дороге увеличивались, соответственно росла нагрузка тяговых сетей. Росли нагрузки, росли и потери в тяговой сети. Это приводило к необходимости усиления тяговой сети, т.е. строились дополнительные тяговые подстанции, увеличивалось сечение проводов. Но все это радикально не решало проблемы. Выход был один - это уменьшить величину тока, но при той же мощности нагрузки это можно сделать только поднимая величину напряжения. А тут возникла серьезная проблема: для двигателей постоянного тока напряжение 3 кВ оказалось практически предельным. Это связано с его конструкцией, наличием коллектора и щеток, вращающейся обмотки якоря. При повышении напряжения, надежность работы этих узлов значительно снизилась. Двигатели же переменного тока для тяги в то время были совершенно непригодны. Таким образом, возникло противоречие - для системы электроснабжения напряжение 3 кВ оказалось мало, а для ТЭД повышать его было невозможно. (рисунок 8,9). Но выход был найден с помощью перехода на переменный ток! с напряжением 25 000В.

В системе переменного тока на ЭПС стали устанавливать трансформаторы, которые позволяют, как известно, достаточно просто изменять величину напряжения. После трансформатора устанавливается выпрямитель, а дальше - ТЭД постоянного тока. При этом напряжение на ТЭД можно значительно понизить, тем самым повысив их надежность, а напряжение тяговой сети повысить, уменьшив потери в ней. Так было и сделано. Напряжение тяговой сети переменного тока повысили до 25 кВ, на шинах тяговой подстанции 27,5 кВ. При этом увеличилось расстояние между тяговыми подстанциями, уменьшилось сечение проводов тяговой сети, а следовательно, и стоимость системы электроснабжения. На начальном этапе внедрения переменного тока снова возникли проблемы. Дело в том, что выпрямительная техника того времени была несовершенна. Для выпрямления переменного тока использовались ртутные выпрямители. А это достаточно сложные, дорогие и капризные агрегаты даже при работе в стационарных условиях, не говоря уже об их установке на ЭПС. Это еще несколько задержало внедрение переменного тока. С появлением полупроводниковых выпрямителей эта проблема тоже решилась. Пока шло становление системы переменного тока, система постоянного тока бурно внедрялась на сети железных дорог. Когда все проблемы по переменному току удалось решить, значительная часть дорог оказалась уже электрифицирована на постоянном токе. Таким образом, система электрификации переменного тока является более совершенной и в настоящее время принята основной. По нормам проектирования постоянный ток

должен применяться для завершения электрификации направлений, ранее электрифицированных на этом токе и для электрификации участков, примыкающих к таким направлениям. Кроме того, в настоящее время разработана система тягового электроснабжения переменного тока 2х25 кВ. При этом напряжение питающей сети увеличено до 50 кВ, а напряжение в контактной сети сохранилось прежним 25 кВ.
(рисунок 11)
По этой системе электрифицирована Байкало-Амурская магистраль и ряд участков в центре России. В местах стыкования систем постоянного и переменного тока устраиваются станции стыкования, где происходит смена локомотивов переменного и постоянного тока. Кроме того, существуют электровозы двойного питания, на переменный и постоянный ток. В России электровозы двойного питания имеют маркировку ЭП-20 (фото 10) и их применяют для вождения пассажирских поездов. Развитие полупроводниковой и микропроцессорной техники позволило снять ограничения на применение у электрического подвижного состава (ЭПС) двигателей переменного тока. Эти двигатели, особенно асинхронные, являются простыми и надежными. В настоящее время выпущены электровозы и электропоезда с двигателями переменного тока, ведутся дальнейшие исследования в этом направлении.
Контактная сеть на станции стыкования может переключаться на любой род тока - полностью или по частям. Электровоз например, постоянного тока подходит к станции, ему подают в КС постоянный ток, он притаскивает состав на заданный путь, отцепляется, уходит на свою стоянку (где только постоянный ток), после этого ток в КС переключается на переменный, со своего места выходит электровоз-переменник и прицепляется к оставленному составу. Ещё существуют двухсистемные электровозы, которым всё равно под каким родом тока ехать. Но они довольно дорогие и их мало - грузовые (а фактически грузопассажирские) ВЛ82 и ВЛ82М в Выборге и Минеральных Водах и пассажирский ЭП10. На сегодняшний день разработан электровоз двойного питания ЭП20 (фото 10). Данный локомотив применяется при следовании с пассажирскими поездами. В частности направлением Москва-Казань и Москва-Брянск. Смена постоянного тока на переменный происходит на станциях Вековка и Сухиничи.

**Постоянный ток:**
Подвижной состав в полтора раза дешевле.
В России не собираются переводить все участки на переменный ток.

**Преимущества переменной электротяги:**
Уменьшение силы тока в КС за счет применения высокого напряжения 25кВ. Следствие - более длинные интервалы между тяговыми подстанциями и уменьшение количества самих подстанций. Любое необходимое напряжение на электровозе и электропоезде можно получить за счет трансформатора, который имеет кпд, близкий к 100% и очень высокую надежность, (при постоянном токе для этих целей используются электромашинные преобразователи (мотор-генераторы) или электронные статические преобразователи, которые дороги и ненадежны). На переменном токе

на электровоз можно передавать гораздо большую мощность, чем на постоянном. Отсюда и ограничение 200км/ч для скоростных поездов на постоянном токе. Контактную сеть переменного тока можно использовать, как резервное питание для устройств систем централизации и блокировки (СЦБ). На переменном токе проще погасить электрическую дугу, которая возникает при проходе секционных изоляторов, при пробое воздушных промежутков (защита от молнии), при переключениях мачтовых разъединителей, поскольку дуга может сама погаснуть при переходе фазы через нулевое значение, причем вне зависимости от наличия в цепи реактивных сопротивлений. (На постоянном токе наличие реактивных сопротивлений только усугубляет ситуацию с дугогашением). Проще конструкция тяговых подстанций.

## Глава 2.Технические характеристики локомотивов:
## 2.1.Технические характеристики тепловоза ТЭ10М

**Фото 1.**

| Показатели | Единица измерения | Показатели для одной секции тепловоза |
|---|---|---|
| Мощность по дизелю | кВт (л.с) | 2206 (3000) |
| Род службы | | грузовой |
| Конструктивная скорость | м/с(км/ч) | 27,72 (100) |
| Масса секции со служебной экипировкой | кг (т) | 138000+-3% (138+-3%) |
| Нагрузка от колесной пары на рельсы | кН (тс) | 226+-3% (23+-3%) |
| Сила тяги длительного режима | кН (тс) | 245 (24,96) |
| Длительная скорость | м/с (км/ч) | 6,83 (24,6) |
| Диаметр колес | мм | 1050 |
| Тип букс | | Поводковые на роликоподшипниках |
| Наименьший радиус проходимых кривых | м | 125 |
| ***Экипировка*** | | |
| Топливо | Кг (л) | 6300 (7300) |
| Масло | кг | 1500 |
| Вода | кг | 1450 |
| Песок | кг | 1006 |

## 2.2 Технические характеристики тепловоза М62У

**Фото 2.**

| Показатели | Единица измерения | Показатели для одной секции тепловоза |
|---|---|---|
| Мощность по дизелю | кВт (л.с) | 2х147 (2х2000) |
| Род службы | | грузовой |
| Конструктивная скорость | м/с(км/ч) | 28 (100) |
| Масса секции со служебной экипировкой | Н(т) | $12x10^5$+-3% (120+-3%) |
| Нагрузка от колесной пары на рельсы | Н (тс) | $2x10^5$+-3% (20+-3%) |
| Сила тяги длительного режима | Н (тс) | $195x10^5$ (19,5) |
| Длительная скорость | м/с (км/ч) | 5,8 (20,9) |
| Диаметр колес | мм | 1050 |
| Тип букс | | Поводковые на роликоподшипниках или челюстные |
| Наименьший радиус проходимых кривых | м | 125 |
| ***Экипировка*** | | |
| Топливо | Кг (л) | 6300 (7300) |
| Масло | кг | Около 950 |
| Вода | кг | 950 |
| Песок | кг | 600 |

## 2.3 Технические характеристики тепловоза ЧМЭ3

| Показатели | Единица измерения | Показатели для одной секции тепловоза |
|---|---|---|
| Мощность по дизелю | кВт (л.с) | 736 (1000) |
| Род службы | | Вывозной и маневровый |
| Конструкционная скорость | (км/ч) | 95 |
| Служебная масса тепловоза | (т) | 123+-3% |
| Нагрузка от колесной пары на рельсы | кН (тс) | 205+-3% (20,5+-3%) |
| Сила тяги длительного режима | кН (кг с) | 230 (23000) |
| Длительная скорость | км/ч | 11,4 |
| Диаметр колес | мм | 1050 |
| Тип букс | | Безповодковые на роликоподшипниках |
| Наименьший радиус проходимых кривых | м | 80 |
| ***Экипировка*** | | |
| Топливо | л | 6000 |
| Масло | кг | 650 |
| Вода | кг | 1100 |
| Песок | кг | 1500 |

Ссылка: Пособие машинисту по устранению неисправностей тепловозов 2ТЭ10М, 2М62У, ЧМЭ3. В.Л. Сухоносов

Тепловоз ЧМЭ3 с установленным токоприемником

**Фото 3.**

**Фото 4.**

## 2.4 Технические характеристики тепловоза 2ТЭ25КМ

| | |
|---|---|
| Общие сведения | |
| Осевая (колесная) формула | 2х(3о-3о) |
| Число сцепных осей секции | 6 |
| Мощность тепловоза по дизелю (полная), кВт (л.с.) | 2х2650 (2х3604) |
| Служебная масса, (т) | 2х144+3% |
| Статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс) | 235,4 (24,0) ± 3% |
| Касательная сила тяги при трогании с места, максимальная, кН (тс) | 2х419,4 (2х42,77) |
| Касательная сила тяги длительного режима, кН (тс) | 2х323,6 (2х33) |
| **Скорость, км/ч):** | |
| • конструкционная | 100 |
| • длительного режима | 23 |
| Ширина колеи, мм | 1520 |
| Габарит | 1-Т |
| **Основные размеры, мм:** | |
| • высота расположения оси автосцепки от уровня головки | 1060±20 |
| • длина по осям автосцепок, не более | 2х20000 |
| • наибольшая ширина | 3120 |
| • высота от головки рельса по кузову | 5005 |
| • расстояние между осями шкворней | 10200 |
| • база тележки | 3700 |
| • диаметр колес по кругу катания | 1050 |
| Запасы, кг: | 2х7000 |
| Напряжение бортовой сети, цепей управления и освещения, В | 110 |

**Фото 5.**

## 2.5.Технические характеристики тепловоза ТЭП 70

| Показатели | Единица измерения | Показатели для одной секции тепловоза |
|---|---|---|
| Мощность по дизелю | кВт (л.с) | 2942 (4000) |
| Род службы | | Пассажирский |
| Конструкционная скорость | (км/ч) | 160 |
| Служебная масса тепловоза | (т) | 135+-3% |
| Нагрузка от колесной пары на рельсы | кН (тс) | 221+-3% (22,5+-3%) |
| Сила тяги длительного режима | кН (т с) | 167 (17) |
| Длительная скорость | км/ч | 48 |
| Диаметр колес | мм | 1220 |
| Наименьший радиус проходимых кривых | м | 125 |
| ***Экипировка*** | | |
| Топливо | л | 6000 |
| Песок | кг | 600 |

**Фото 6.**

## 2.6 Технические данные дизелей

| Основные параметры | Тип дизеля | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10Д100 | 2А-5Д49 | ПД1М | 310DR | 14Д40 | Д49 |
| Обозначения по ГОСТу | 10ДН 207/254 | 16ЧН 260/260 | 6ЧН 318/330 | 6ЧН 310/360 | 12ДН 230/200 | 16ЧН26/26 |
| Тепловоз | ТЭ10М | ТЭП70 | ТЭМ2 | ЧМЭ3 | М62 | 2ТЭ25КМ |
| Мощность кВт(л.с) | 2206 3000 | 2940 4000 | 880 1200 | 993 1350 | 1471 2000 | 2650 3604 |
| Расположение цилиндров | рядное | V - образное | рядное | | V – образное | |
| Частота вращения Об/мин | 850 | 1000 | 750 | | | 1000 |
| | 400 | 350 | 300 | 350 | 400 | 350 |
| Тактность | 2 | 4 | | | 2 | 4 |
| Скорость поршня м/с | 7,2 | 8,67 | 8,25 | 9 | 7,5 | --- |
| Степень сжатия | 15,1 | 12,5 | 12,5 | 13 | 14,6 | --- |
| Объем цилиндра л | 170,9 | 276 | 157,2 | 163,2 | 150,6 | --- |
| Температура выпускных газов °С | 420 | 600 | 470 | 480 | 470 | 630 |
| Масса дизеля (сухая) кг | 19500 | 18500 | 16200 | 13400 | 12500 | 28500 |
| Габариты мм Длина | 6180 | 4722 | 5192 | 5125 | 3787 | 2х20000 |
| Ширина | 1730 | 1610 | 1467 | 1840 | 1730 | 3120 |
| высота | 3210 | 2890 | 2478 | 2860 | 2190 | 5005 |

| Показатели | тепловозы | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2ТЭ10М (Ут) 2ТЭ10МК | М62 | ТЭП70 | ТЭМ2 | ЧМЭ3 | 2ТЭ25КМ |
| Род службы | грузовой | грузовой | Пассажирский | маневровый | | грузовой |
| Сцепной вес, тс | 2х138 | 2х119 | 135 | 123,6 | 123 | |
| Нагрузка от | 226 | 200 | 220,6 | 196 | 205 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| КП на рельсы кН (тс)(+)(-)3%) | (23) | (20) | (22,5) | (20) | (20,5) | 235,4 (24,0) |
| Сила тяги кН (тс) | 2х245 (2х24,96) Ут-(26) | 2х195 (2х19,5) | 167 (17) | 200 (20,4) | 230 (23) | 2х323,6 (2х33) |
| Длительная скорость км/ч | 24,6 | 20,9 | 48 | 11,1 | 11,4 | 23 |
| Передаточное число | 4,41 (75:17) | | 3,12 (78:25) | 4,41 | 5,06 (76:15) | 4,41 (75:17) |
| Длина по осям авто-сцепок мм | 2х16969 | 2х17400 | 21700 | 16910 | 17220 | 2х20000 |
| Ширина | 3250 | 2950 | 3080 | 3150 | 3150 | 3120 |
| Высота | 5252 | 4615 | 4975 | 5115 | 5240 | 5005 |
| Полная мощ-ность кВт | 2х2206 | 2х1470 | 2942 | 882 | 993 | 2х2650 |

**1 л.с. = 735,499 Вт. = 0,736 кВт**

## 2.7 Система воздухоснабжения дизеля

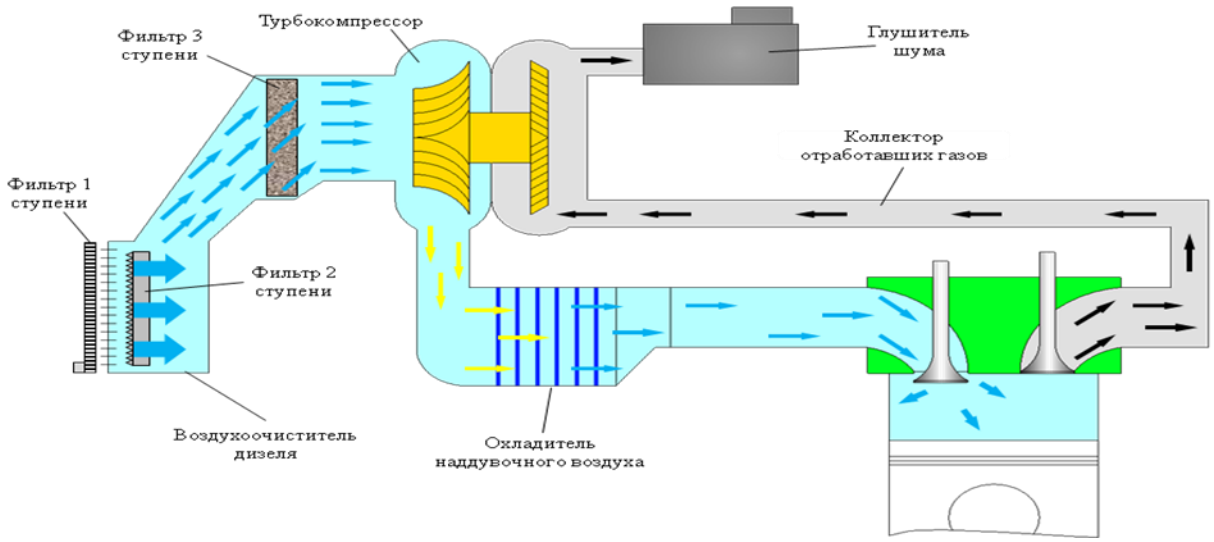



**Рисунок 2.**

Воздухоснабжение дизеля играет огромную роль:
- Улучшается сгорание топлива;
- Увеличивается мощность дизеля;
- Улучшается возможность продувки камеры сгорания и удаления оставшихся выхлопных газов.

Краткое описание.

При сгорании топлива в камере сгорания, выхлопные газы с большим давлением поступают через коллектор отработавших газов в турбокомпрессор, при этом раскручивается ротор, (частота вращения может достигать 19 000 об/мин).
На противоположном конце вала ротора располагается компрессорное колесо, которое через фильтр захватывает воздух из атмосферы и через охладитель надувочного воздуха, открывающийся клапан воздух попадает в камеру сгорания. При сжатии он нагревается  и при попадании топлива в мелкораспыленном виде перемешивается и воспламеняется.

## Глава 3. Технические данные электровозов.

### 3.1. Технические данные электровоза 2ЭС6 (Синара)

**Фото 7.**

| Наименования параметров и характеристик | Значение |
|---|---|
| Номинальное напряжение на токоприемнике, кВ | 3,0 |
| Колея, мм | 1520 |
| Осевая формула | $2(2_o - 2_o)$ |
| Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН | 245± 4,9 |
| Масса служебная с 0,7 запаса песка, т | 200± 2 |
| Разность по колесной нагрузки (для одной оси), кН (тс), не более | 4,9 (0,5) |
| Номинальный диаметр бандажа колесной пары по кругу катания, мм | 1250 |
| Высота оси автосцепки от головки рельса при новых бандажах, мм | 1040 - 1080 |
| Высота от головки рельса до рабочей поверхности полоза токоприемника: в опущенном / рабочем положении, мм, не более | 5100 / (5500 – 7000) |
| Минимальный радиус проходимых кривых на тракционных путях при скорости до 10 км/ч, м | 125 |
| Максимальная скорость в эксплуатации, км/ч | 120 |
| *Часовой режим* | |
| Мощность на валах тяговых двигателей, не менее кВт | 6400 |
| Сила тяги, кН | 450 |
| Скорость, км/ч | 50,0 |
| ***Продолжительный режим*** | |
| Мощность на валах тяговых двигателей, не менее кВт | 5900 |
| Сила тяги, кН | 408 |
| Скорость, км/ч | 51,0 |
| Расчетный коэффициент сцепления, не менее | 0,26 |

| | |
|---|---|
| Мощность электрического тормоза на валах тяговых двигателей:<br>- рекуперативного, кВт, не менее<br>- реостатного, кВт, не менее | <br><br>4000<br>3000 |

## 3.2. Технические данные электровоза ВЛ-10

**Фото 8.**

| Наименования параметров и характеристик | Значение |
|---|---|
| Номинальное напряжение на токоприемнике, кВ | 3,0 |
| Колея, мм | 1520 |
| Осевая формула | $2(2_o - 2_o)$ |
| Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН | 25 |
| Передаточное число зубчатой передачи | 3,826 (88:23) |
| Номинальный диаметр бандажа колесной пары по кругу катания, мм | 1250 |
| Высота оси автосцепки от головки рельса при новых бандажах, мм | 1040 – 1080 |
| Мощность на валах тяговых двигателей (часовой режим) | 5360 кВт |
| Сила тяги | 39500кг с |
| Скорость движения | 48,7 км/ч |
| Ток | 4х480А |
| Напряжение на зажимах двигателя | 1500В |

## 3.3.Технические данные электровоза ЭП2К

**Фото 9.**

| Наименования параметров и характеристик | Значение |
|---|---|
| Номинальное напряжение на токоприемнике, кВ | 3,0 |
| Колея, мм | 1520 |
| осевая формула | 3о-3о |
| служебная масса, т | 135±3% |
| нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс), не более | 221±3%(22,5±3%) |
| конструкционная (максимальная в эксплуатации) скорость, км/ч | 160 |
| мощность продолжительного режима на валах тяговых двигателей, кВт, не менее | 4320 |
| мощность в часовом режиме на валах тяговых двигателей, кВт, не менее | 4800 |
| сила тяги в продолжительном режиме, кН (тс), не менее | 167,4 (17,06) |
| сила тяги в часовом режиме, кН (тс), не менее | 192,8 (19,7) |
| скорость в продолжительном режиме, км/ч, не менее | 91 |
| скорость в часовом режиме, км/ч, не менее | 87,8 |
| максимальная сила тяги при трогании, кН (тс), не менее | 302 (30,8) |
| сила тяги при максимальной скорости, кН (тс), не менее | 91,4(9,3) |
| минимальный радиус проходимых кривых при скорости 10 км/ч | 125 |
| высота оси автосцепки от головки рельса при новых бандажах, мм | 1040-1080 |
| высота от головки рельса до рабочей поверхности полоза токоприемника:<br>а) в опущенном состоянии | 5100 |
| б)в рабочем положении | 5500-7000 |

## 3.4. Технические данные электровоза двойного питания ЭП20

**Фото 10.**

| Наименование параметра | Значение |
|---|---|
| Напряжение номинальное на токоприемнике, В:<br>переменный ток частотой 50 Гц<br>постоянный ток | <br>25 000<br>3000 |
| Колея, мм | 1520 |
| Формула ходовой части | 2о-2о-2о |
| Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс) | 220,7+-5<br>(22,5±0,5) |
| Масса сцепная электровоза с 0,67 запаса песка, т | 135±3 |
| Номинальный диаметр колеса по кругу катания при новых бандажах, мм | 1250 |
| Высота от уровня верха головок рельсов до оси автосцепки, мм | 1040—1080 |
| Высота от уровня верха головок рельсов до рабочей поверхности полоза токоприемника,<br>не более, мм:<br>в опущенном положении<br>в рабочем положении | <br><br><br>5100<br>5500—7000 |
| Конструкционная скорость не менее, км/ч | 160/200 |
| Мощность в часовом режиме на валах тяговых двигателей, не менее, кВт | 7200 |
| Мощность в продолжительном режиме на валах тяговых двигателей, не менее, кВт | 6600 |
| КПД в часовом режиме, не менее:<br>при работе на переменном токе<br>при работе на постоянном токе | <br>0,86<br>0,875 |
| Длина электровоза по осям автосцепок, не более, мм | 22 550 |
| Минимальный радиус проходимых кривых при скорости до 10 км/ч, м | 125 |

## 3.5. Технические данные электровозов переменного тока ВЛ-80 и ЭП1М

**Фото 11.**

| № | **Технические данные электровозов** | **ВЛ80С** | **ЭП1М** | **ЭП1П** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Напряжение, кВ | 25 | 25 | 25 |
| 2 | Формула ходовой части | 2(2о-2о) | 2о-2о-2о | 2о-2о-2о |
| 3 | Ширина колеи, мм | 1520 | 1520 (1524) | 1520 (1524) |
| 4 | Передаточное число | 88/21=4,19 | 85/26=3,27 | 88/23=3,83 |
| 5 | Конструкционная скорость, км\час | 110 | 140 | 120 |
| 6 | Масса с 2\3 запаса песка, т | 192±4 | 132 | 132 |
| 7 | Осевая нагрузка, тс | 24±0,5 | 22 | 22 |
| 8 | Высота электровоза с опущенными ТП, мм | 5100 | 5100 | 5100 |
| 9 | Высота электровоза с поднятым ТП, мм | 5500-7000 | 5500-7000 | 5500-7000 |
| 10 | Длина электровоза по осям автосцепок, мм | 32840 | 22500 | 22500 |
| 11 | Ширина кузова, мм | 3160 | 3160 | 3160 |
| 12 | Мощность часового режима, кВт | 6520 (8859лс) | 4700 (6386лс) | 4700 (6386лс) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 13 | Мощность длительного режима, кВт | 6160 (8370лс) | 4400 (5978лс) | 4400 (5978лс) |
| 14 | Сила тяги часового режима, тс | 45,1 | 23,4 | 27,4 |
| 15 | Сила тяги длительного режима, тс | 40,9 | 21,4 | 25,4 |
| 16 | Скорость часового режима, км\час | 51,6 | 70 | 60 |
| 17 | Скорость длительного режима, км\час | 53,6 | 72 | 61 |
| 18 | КПД, % | 84 | 85,5 | 85,5 |

| № | **Технические данные тяговых электродвигателей** | **ВЛ-80 НБ-418К6** | **ВЛ-80 НБ-514** | **ЭП1М НБ-520В** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Напряжение, В | 950 | 980 | 1000 |
| 2 | Мощность длительного режима, кВт | 740 | 760 | 750 |
| 3 | Мощность часового режима, кВт | 790 | 815 | 800 |
| 4 | Ток длительного режима, А | 820 | 820 | 795 |
| 5 | Ток часового режима, А | 880 | 880 | 845 |
| 6 | Ток не боле 30 минут, А | - | - | 980 |
| 7 | Ток не более 10 минут, А | - | - | 1200 |
| 8 | Ток кратковременно, А | 1200 | 1200 | 1400 |
| 9 | К.п.д., % | 94,5 | 94,5 | 94,5 |
| 10 | Количество охлаждающего воздуха, куб.м/мин | 105 | 80 | 70 |

**Технические данные вспомогательных машин 380 В**

| № | **Технические данные асинхронных электродвигателей** | **ВЛ80С** | | **ЭП1М** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | До | С №265 | НВА- | НВА | НВА |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | №2654<br>АЭ-92-4 | 4<br>АНЭ-225 | 22<br>для МК | -55<br>для МВ | -55С<br>с №589 для МВ |
| 1 | Напряжение, В | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| 2 | Ток, А | 90 | 119 | 70,5 | 113 | 120 |
| 3 | Мощность, кВт | 40 | 45 | 22 | 55 | 55 |
| 4 | Частота вращения, об/мин | 1425 | 1500 | 750 | 1500 | 1500 |
| 5 | К.п.д., % | 85,5 | 88 | 82,7 | 90,2 | 90,2 |

**Технические данные вспомогательных машин 50 В**

| № | **Технические данные вспомогательных двигателей постоянного тока** | **ВЛ-80**<br>П11М<br>МКП | **ВЛ-80**<br>ДМК-1/50<br>СМ | **ЭП1М**<br>П22К-50<br>М35 (МКП) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Напряжение, В | 50 | 50 | 50 |
| 2 | Ток, А | 14,8 | 13,5 | 13,5 |
| 3 | Мощность, кВт | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 4 | Частота вращения, об/мин | 2800 | 1400 | 1400 |

**Технические данные токоприемников**

| № | **Технические данные токоприемников** | **ВЛ-80**<br>**Л-13У1** | **ЭП1М**<br>**ТАсС-10-01** |
|---|---|---|---|
| 1 | Напряжение, кВ | 25 | 25 |
| 2 | Ток движение/стоянка, А | 550/50 | 1300/130 |
| 3 | Скорость максимальная, км/ч | 160 | 160 |
| 4 | Высота максимальная, мм | 2100 | 2100 |
| 5 | Диапазон рабочей высоты, мм | 400-1900 | 400-1900 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 | Нажатие активное/пассивное, кгс | 6/9 | 6/9 |
| 7 | Время подъема/опускания, с | 7-10/3,5-6 | 7-10/3,5-6 |
| 8 | Рабочее давление воздуха, кгс/кв.см | 5 | 2,4 |
| 9 | Масса, кг | 290 | 123,2 |
| 10 | Расстояние до заземленных частей, мм | 240 | - |
| 11 | Высота в сложенном состоянии, мм | 740 | 435 |

**Технические данные электровозов постоянного тока**

| № | **Технические данные электровозов** | **ВЛ-10** | **ВЛ-11** | **ЧС200** | **ЭП2К** | **ЭП20** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Напряжение, кВ | 3кВ | 3кВ | 3кВ | 3кВ | 3/29кВ |
| 2 | Формула ходовой части | 2о-2о-2о-2о | 3(2о-2о) | 2о-2о-2о-2о | 3о-3о | 2о-2о-2о |
| 3 | Ширина колеи, мм | 1520 | 1520 (1524) | 1520 (1524) | 1520 | 1520 |
| 4 | Передаточное число | 88/23 =3,82 | 88/23 =3,82 | -------- | 93/38= 2,45 | 93/18= 5,167 |
| 5 | Конструкционная скорость, км\час | 100 | 120 | 200 | 160 | 200 |
| 7 | Осевая нагрузка, тс | 23 | 23-25 | 19 | 22,5 | 21,5 |
| 8 | Высота электровоза с опущенными ТП, мм | 5100 | 5100 | 5100 | 5100 | 5100 |
| 9 | Высота электровоза с поднятым ТП, мм | 5500-7000 | 5500-7000 | 5500-7000 | 5500-7000 | 5500-7000 |
| 10 | Длина электровоза по осям СА, мм | 32840 | 22500 | 22500 | | 22550 |
| 11 | Ширина кузова, мм | 3160 | 3160 | 3160 | | 3100 |
| 12 | Мощность часового режима, кВт | 5360 | 7800 | 8400 | 4800 | 7200 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | Сила тяги часового режима, кг с | 39500 | 59250 | 22000 | 19,7 (т.с) | 33,1/25,4 (т.с) |

## Глава 4. Принцип работы двигателя внутреннего сгорания (Дизеля)

Общие сведения:

На отечественных тепловозах применяют двигатель внутреннего сгорания «Дизель», который ис ользует энергию сгоревшего топлива и преобразует выделенную энергию во вращательное движение коленчатого вала.

Качественное сгорание топлива происходит при необходимом условии подачи воздуха. При этом работа дизеля может происходить за два или четыре перемещения поршня в цилиндре (рисунок 3).

Работа дизеля заключается в следующем:

- поршень через шатун получает от коленчатого вала вращательное движение и поднимается вверх, к верхней мертвой точке;
- в этот момент происходит сжатие воздуха в камере сгорания, воздух нагревается примерно до температуры 500-700 градусов по цельсию;
- еще до верхней мертвой точки (ВМТ) происходит подача топлива в мелкораспыленном виде, топливо смешивается с горячим воздухом и воспламеняется.

В связи с возвратно-поступательным движением поршня сгорание топлива в поршневых двигателях возможно лишь последовательными порциями, причём сгоранию каждой порции топлива должен предшествовать ряд подготовительных процессов. Совокупность термодинамических процессов, происходящих в цилиндре в определённой последовательности, называется рабочим циклом, который повторяется во время работы двигателя.

Двигатели, в которых самовоспламенение топлива происходит в среде воздуха с высоким сжатием, называются по имени изобретателя этого двигателя – немецкого инженера Рудольфа Дизеля – дизелями (рисунок 12).

Историческая справка. Рудольф Дизель

**Фото 12.**

Двигатель, изобретенный в 1893 г. Рудольфом Дизелем и названный его именем, отличался тем, что начало сгорания топлива в цилиндре осуществлялось путем само-

воспламенения топлива в процессе сжатия за счет значительного превышения температуры рабочего тела в конце сжатия над температурой самовоспламенения.
Первый в России дизель был выпущен в 1899 г. заводом «Русский дизель» в Санкт-Петербурге. Дизели использовались на судах и в стационарных установках. С выпуском в России в 1924 г. первого тепловоза началось применение дизелей на ж.-д. транспорте. На первых тепловозах устанавливались судовые дизели.
В августе 1924 года был выпущен тепловоз $Щ^{эл}1$. Снятый с подводной лодки и установленный на тепловозе десятицилиндровый дизель был четырёхтактным, не реверсивным. Максимальная мощность дизеля при частоте вращения вала 395 об/мин. составляла 1030 л.с.
В ноябре 1924 г. был выпущен тепловоз $Э^{эл}2$ с первым тепловозным дизелем типа 42БМК-6. При частоте вращения коленчатого вала 425 об/мин он развивал мощность 1050 л.

Крайним положением поршня в цилиндре, или мёртвой точкой, называется положение, при котором происходит изменение направления поступательного движения поршня в цилиндре. Наиболее близкое к коленчатому валу положение поршня называется нижней (или наружной, НМТ) мёртвой точкой; положение поршня при максимальном удалении от вала – верхней (или внутренней, ВМТ) мёртвой точкой. Расстояние, проходимое поршнем между двумя этими точками, называется ходом поршня (в расчётах обозначается S). Каждому ходу поршня соответствует поворот кривошипа вала на $180^0$, т.е. за один оборот вала поршень совершает два хода (рисунок 3).

Тактом называется единичное перемещение поршня в цилиндре от одного крайнего положения в другое.
Объём внутренней полости рабочего цилиндра при положении поршня в ВМТ называется объёмом камеры сгорания, или камеры сжатия (в расчётах обозначается $V_c$).
Объём, описываемый поршнем при перемещении от ВМТ до НМТ, называется рабочим объёмом цилиндра (в расчётах обозначается $V_h$).
Объём над поршнем, находящимся в НМТ, называется полным объёмом цилиндра (в расчётах обозначается $V_a$): $V_a = V_c + V_h$.
Отношение полного объёма цилиндра к объёму камеры сгорания называется степенью сжатия (в расчётах обозначается Σ): $\Sigma = V_a / V_c$. Степень сжатия показывает во сколько раз полный объём цилиндра больше объёма камеры сгорания. Степень сжатия двигателей с внешним смесеобразованием находится в пределах 5…8, дизелей – 12…18.
Современные тепловозные двигатели представляют собой многоцилиндровые, двух- или четырёхтактные дизели средней быстроходности (скорости вращения коленчатого вала) с водяным охлаждением и наддувом воздуха (иногда применяются и быстроходные четырёхтактные дизели).
Рассматривая многоцилиндровые двигатели, полагаем, что рабочие процессы в его цилиндрах протекают примерно одинаково и только смещены по фазам (тактам) на угол сдвига кривошипов коленчатого вала. Поэтому можно считать, что мощность, развиваемая в отдельных цилиндрах, тоже одинакова. Тогда мощность двигателя в целом равна сумме мощностей всех цилиндров.

Различают индикаторную мощность (в расчётах обозначается $N_i$), развиваемую газами в цилиндрах двигателя, и эффективную мощность (в расчётах обозначается $N_e$), реализуемую на коленчатом валу. Между собой они связаны выражением: $N_e = N_i - N_м$, где $N_м$ – мощность механических потерь. Индикаторная мощность, развиваемая газами в цилиндрах двигателя, при передаче на коленчатый вал частично затрачивается на трение поршней о цилиндры, трение в подшипниках, на привод топливных, масляного, водяных насосов и других механизмов, без которых невозможна его работа. В сумме эти затраты мощности и составляют мощность механических потерь.

Под номинальной мощностью двигателя подразумевают эффективную мощность, развиваемую им при нормальных условиях (при давлении атмосферного воздуха 760 мм.рт.ст., температуре +20 $^0$С и относительной влажности 70%).

В зависимости от рабочего цикла дизели могут быть четырех-и двухтактные, а по расположению цилиндров — однорядные, двухрядные, с V-образным расположением.

Все детали дизеля можно объединить в несколько групп (рисунок 4,5,6):

- остов,
- шатунно-кривошипный механизм,
- газораспределительный механизм,
- топливная и регулирующая аппаратура.
- вспомогательное оборудование, обеспечивающее подачу топлива, воды, воздуха.

**Четырех - и двухтактные дизели**

Рабочий цикл — это совокупность периодически повторяющихся процессов, происходящих в цилиндрах в определенной последовательности при преобразовании теплоты в механическую работу. Периодичность рабочих циклов характеризуется числом ходов поршня (тактов). Тактом называют часть рабочего цикла, совершающегося в цилиндре при перемещении поршня из одного крайнего положения в другое (т. е. за один ход поршня). Крайние положения поршней называют мертвыми точками, потому что в них ось шатуна совпадает с осью кривошипа и давление рабочего тела на поршень не вызывает его перемещения. Графическое изображение изменения давления Р в цилиндре в зависимости от объема V за цикл называется индикаторной диаграммой.

**Рабочий цикл четырехтактного дизеля** (рисунок 3)**.**

Такт 1 — наполнение. При движении поршня от верхней мертвой точки (в. м. т.) вниз специальный распределительный механизм открывает впускной клапан и воздух заполняет полость цилиндра. Впускные клапаны открываются чуть раньше прихода поршня в в. м. т. .

Такт 1 закончен. Произошло наполнение цилиндра зарядом свежего воздуха.

Такт 2 — сжатие. Поршень движется от н. м. т. (точка а) к в. м. т. Заряд свежего воздуха сжимается до давления и температуры, обеспечивающих надежное воспламенение топлива, поданного в цилиндр через топливную аппаратуру.

Такт 3 — рабочий ход (расширение). Поршень движется от в. м. т. к н. м. т. под действием образовавшихся газов. Температура образованных газов достигает 1700—

1900 °С, давление повышается до 90-105 Па. В цилиндре происходит расширение газов, во время которого теплота преобразуется в механическую работу — в перемещение поршня, а затем кривошипно-шатунным механизмом, — во вращение коленчатого вала.

Такт 4 — выхлоп (выпуск) газов. Выпускные клапаны открываются на такте расширения, когда давление в цилиндре еще достаточно высокое. Это уменьшает сопротивление движению поршня к н. м. т. и улучшает очистку цилиндра.

Такт 1 Такт 2 Такт 3 Такт 4

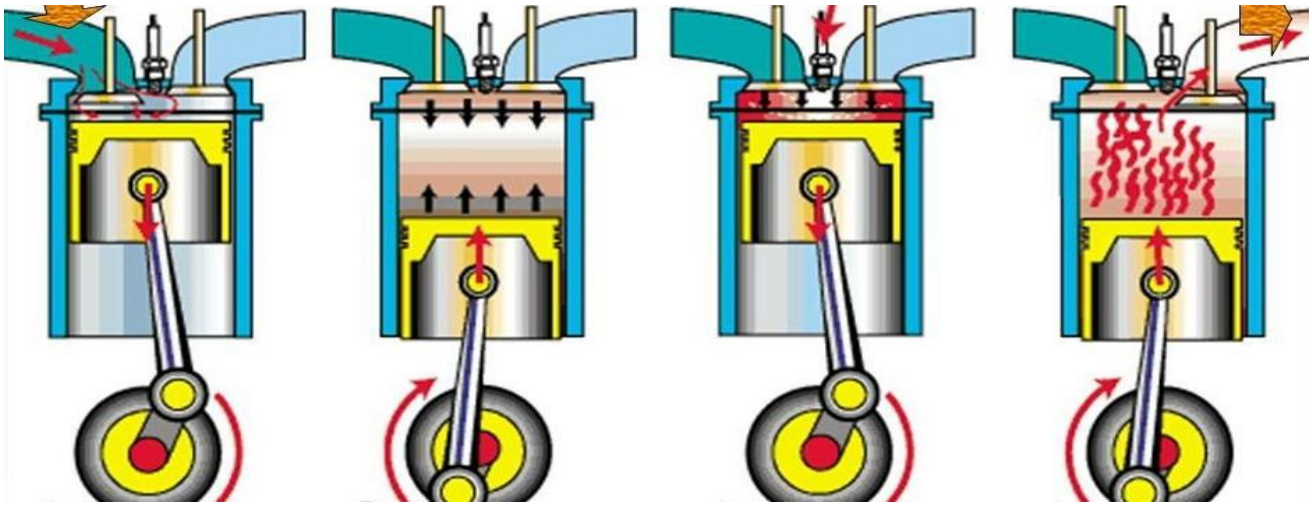
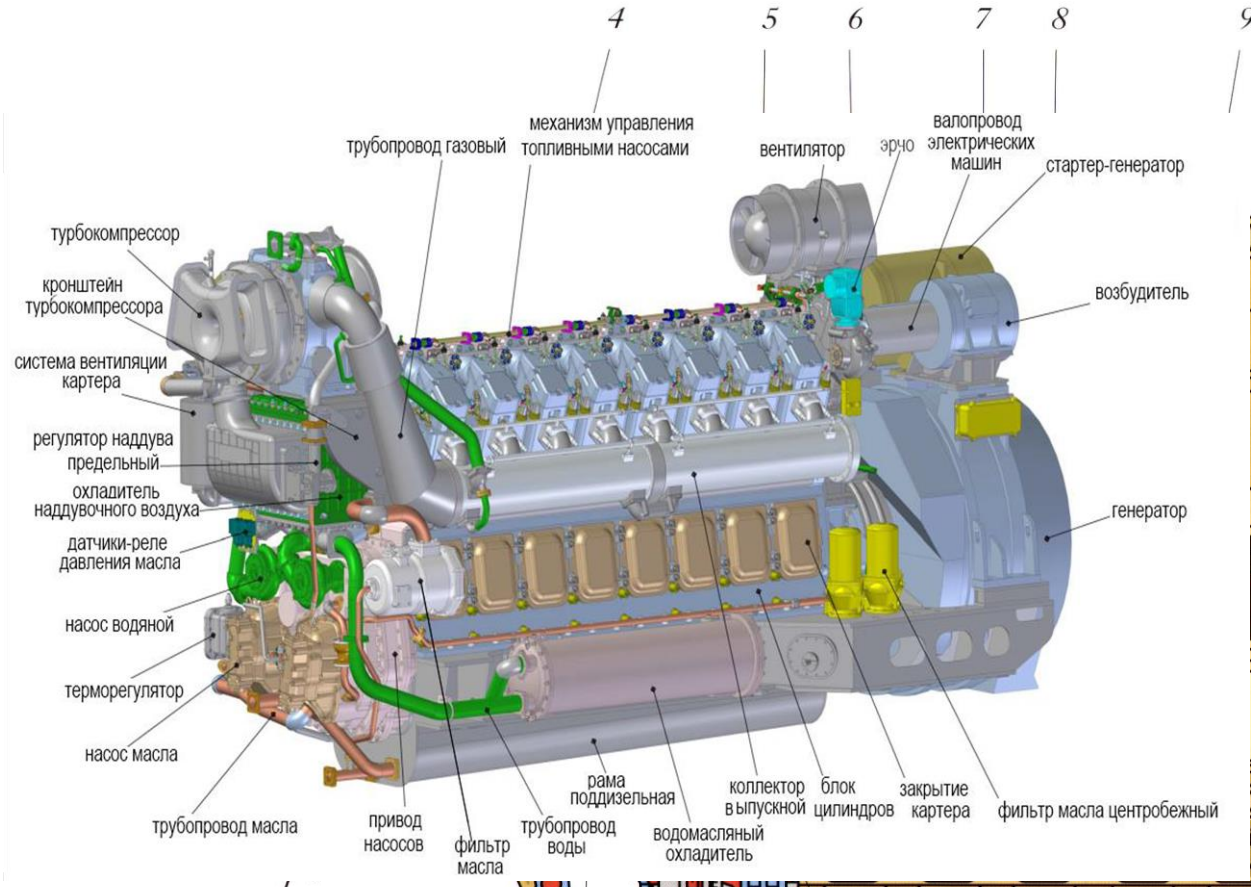
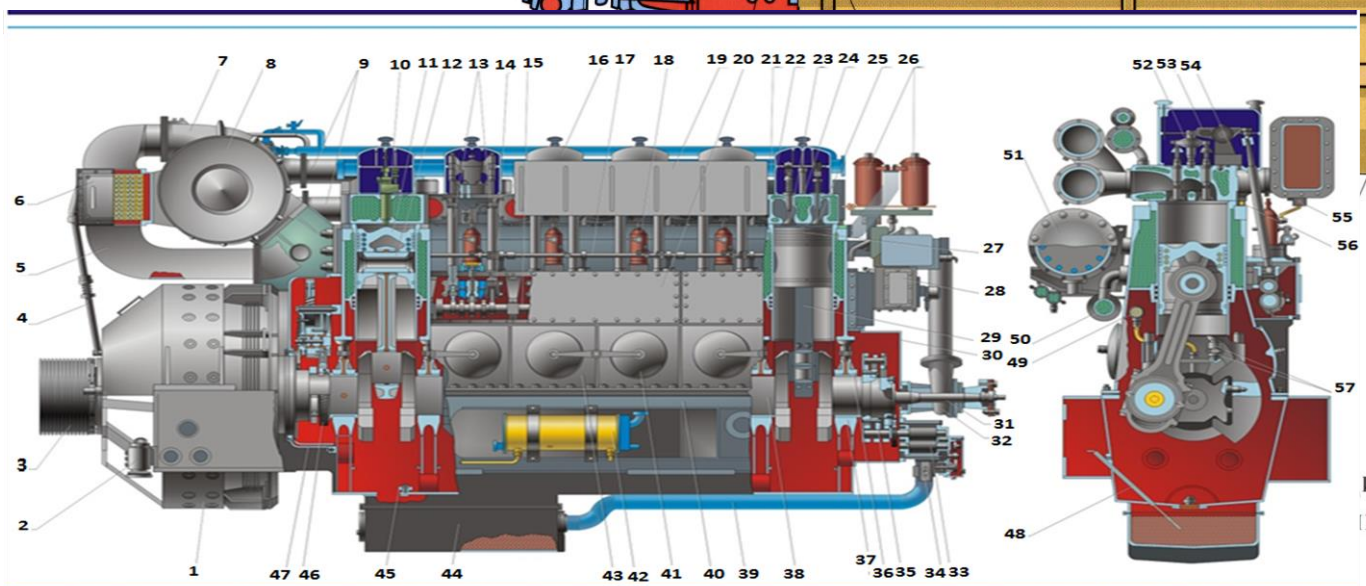


**Рисунок 3.**



1.Тяговый генератор TD-802
2.Втулочный упор
3.Шкив
4. Упорная штанга
5. Воздушный ресивер
6. Воздухоохладитель
7. Воздуховод
8. Турбонагнетатель PDH 50V
9. Выпускные патрубки
10.Форсунка
11.Поршень
12.Поршневой палец
13.Стойки толкателей привода клапанов
16. Крышка клапанной коробки
17. Топливные рейки
18. ТНВД
19. Откидная площадка
20. Отсек распределительного вала
21. Трубопровод охлаждения
22. Трубопровод охлаждения
23. Клапан
24.Охлаждение клапанной коробки
25. Клапан
26. Фильтр тонкой очистки
27. Поршневые кольца
28.
31. Вал привода насосов
32. Водяной насос
33. Шестерни масляного насоса
34. Топливоподкачивающий насос
35. Антивибратор
36. Коренной подшипник
37. Опора коренного подшипника
38. Коленчатый вал
39. Трубопровод масла
40. Рама дизеля
41. Смотровой люк
42. Топливоподогреватель
43. Отсек коленчатого вала
46. Шестерня привода распредвала
47. Стяжной хомут
48. Щуп
49. Масляный коллектор
50. Патрубок от водяного насоса
51. Теплообменник
52. Стойка
53.Коромысло
54. Корпус толкателей
55.Воздушный ресивер
56.Уплотнительное кольцо втулки
57.Прижимные болты подшипника

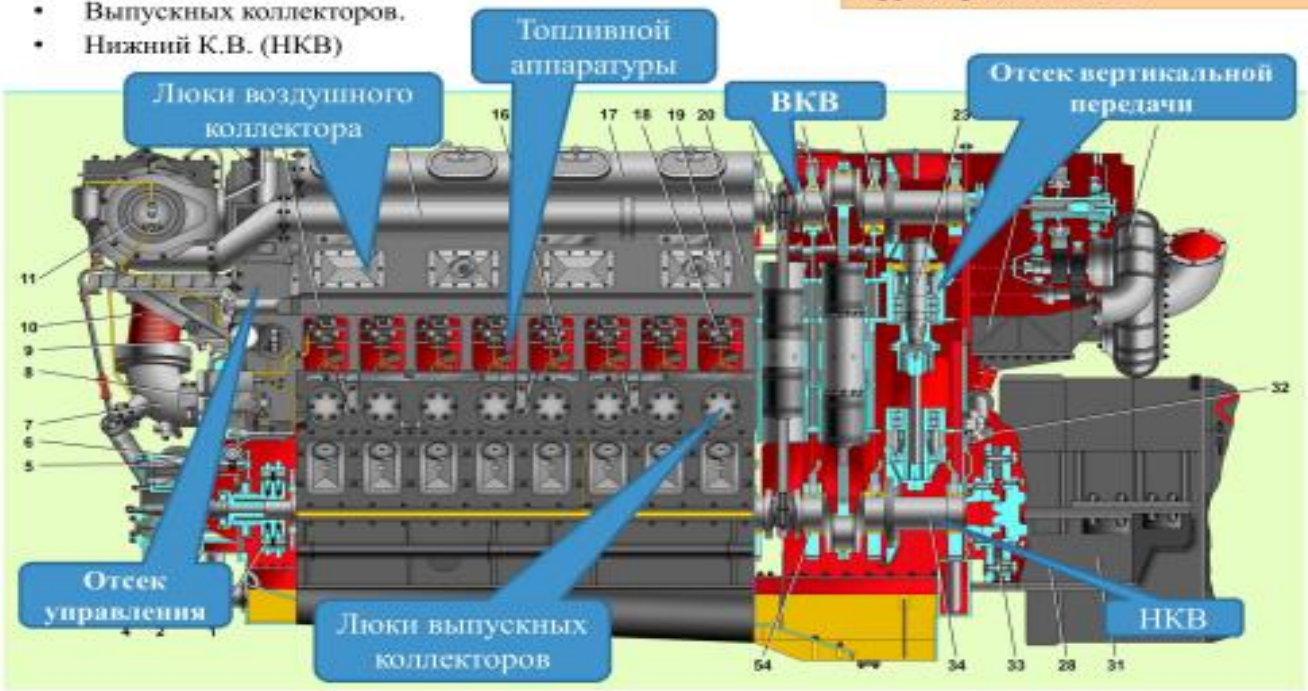
коленчатого вала на холостом ходу, об/мин.....400±15

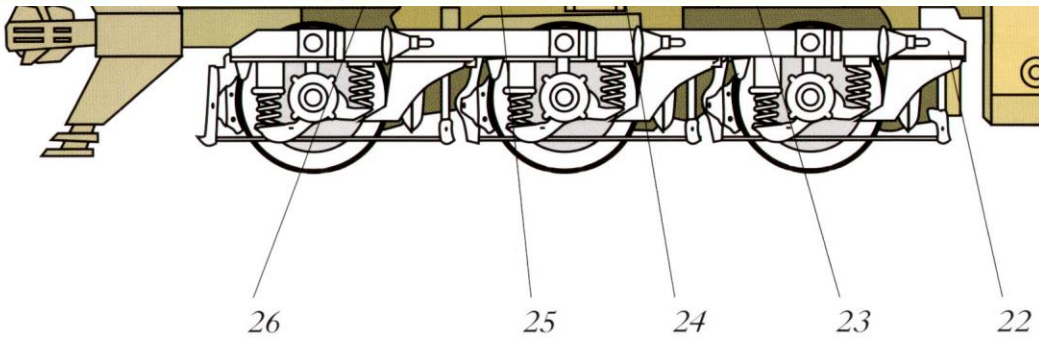
высота от оси нижн коленчатого вала, м

Горизонтальные листы 22-25мм делят блок на пять отсеков:

- Верхнего К.В. (ВКВ)
- Воздушного ресивера.
- Топливной аппаратуры и механизм управления.
- Выпускных коллекторов.
- Нижний К.В. (НКВ)

***Для осмотра В.К.В. снимают крышку блока в которой имеются шесть люков для осмотра подшипников К.В. и трубопровода ВМК***




Род службы.....грузовой, магистральный
Передача.....электрическая постоянного тока
Управление.....дистанционное,
из любой крайней секции
Осевая характеристика.....$3_0$-$3_0$
Мощность дизеля, кВт.....2210
Масса одной секции, т:
служебная.....138±3%
сухая.....131,7±3%
Нагрузка от колесной пары
на рельсы, кН.....226±3%
Длительная сила тяги, кН.....245
Длительная скорость, км/ч.....24,6
Конструкционная скорость,
км/ч.....100
Тип тележки.....бесчелюстная
Ширина колеи, мм.....1520

Колесная база, мм.....
Диаметр колес по кругу
катания.....
Минимальный радиус
проходимых кривых, м....
Габарит.....1-
Длина секции тепловоза
по осям автосцепок, м.....
Ширина тепловоза (по ра
Высота по вентилятору ку
Шкворневая база, мм.....
Масса экипировочных мат
топливо.....
песок.....
масло.....
вода.....

# Глава 6. Электроснабжение железных дорог.

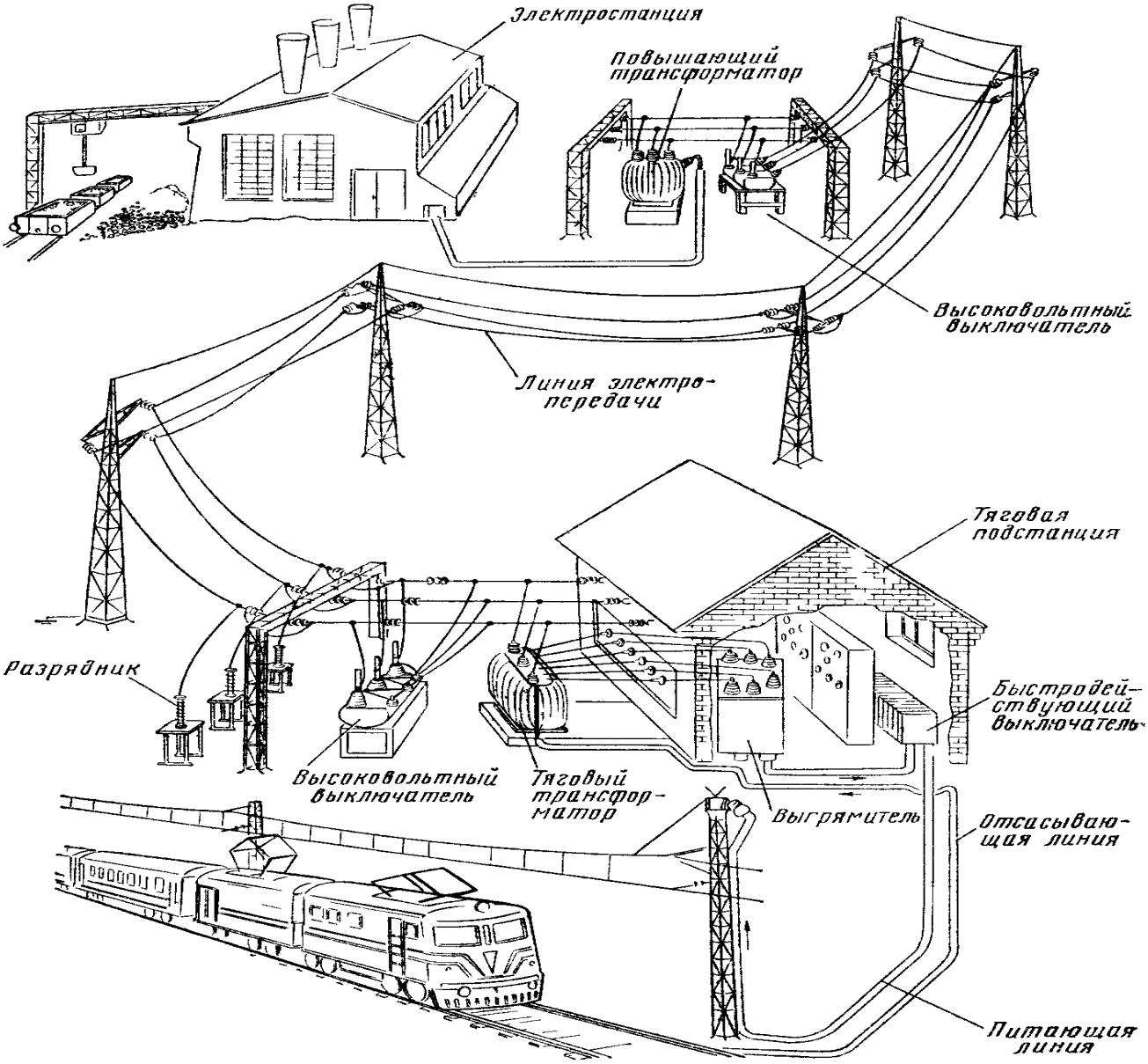



**Рисунок 7.**

На данном рисунке изображена упрощенная схема электроснабжения электрической железной дороги от электростанции. Трехфазный переменный ток напряжением 6-10кВ от электростанции по кабелю поступает к повышающему трансформатору, где напряжение повышается до 20,35,110,150,220,330,500,750 кВ. Затем ток через высоковольтный выключатель и линию электропередач проходит к потребителям.

Ссылка Н.И. Сидоров «Как устроен и работает электровоз»

**Упрощенная схема работы электровозов постоянного тока**

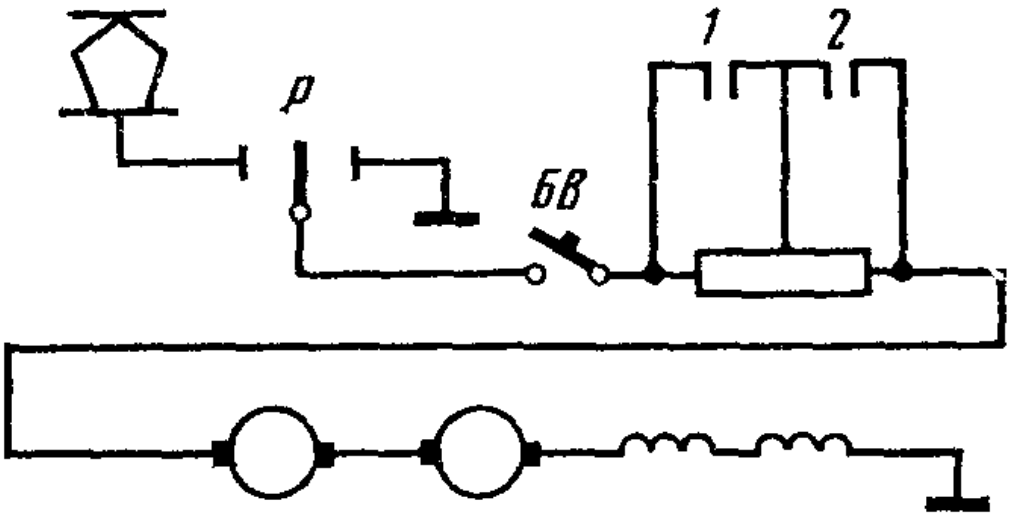



**Рисунок 8.**

После подъема токоприемника электрический ток течет через разъединитель (Р), быстродействующий выключатель (БВ), через сопротивление на якорную и обмотку возбуждения тяговых электродвигателей. Для увеличения скорости движения с помощью контактов (1,2) обходим сопротивление, ток тяговых двигателей увеличивается.

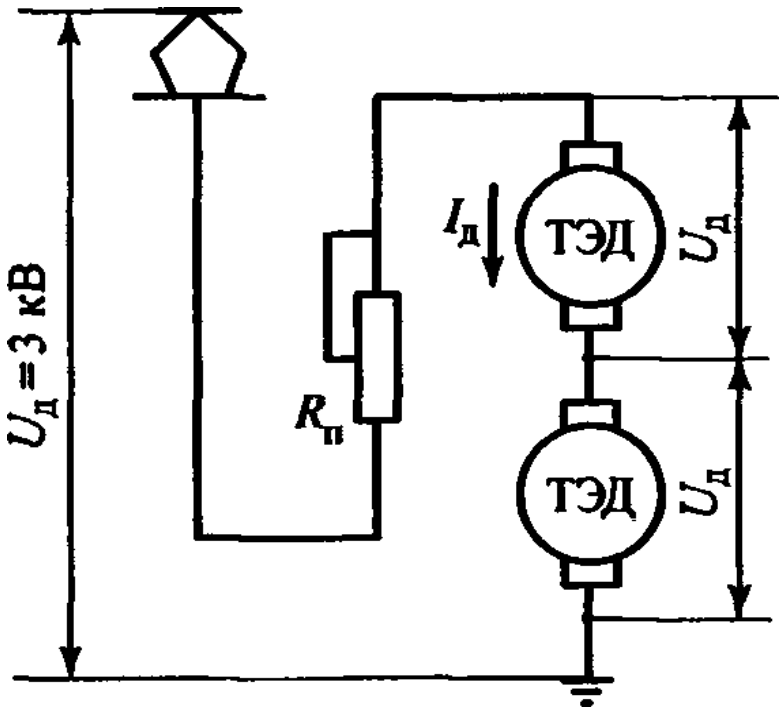



**Рисунок 9.**

**Упрощенная схема работы электровозов переменного тока.**

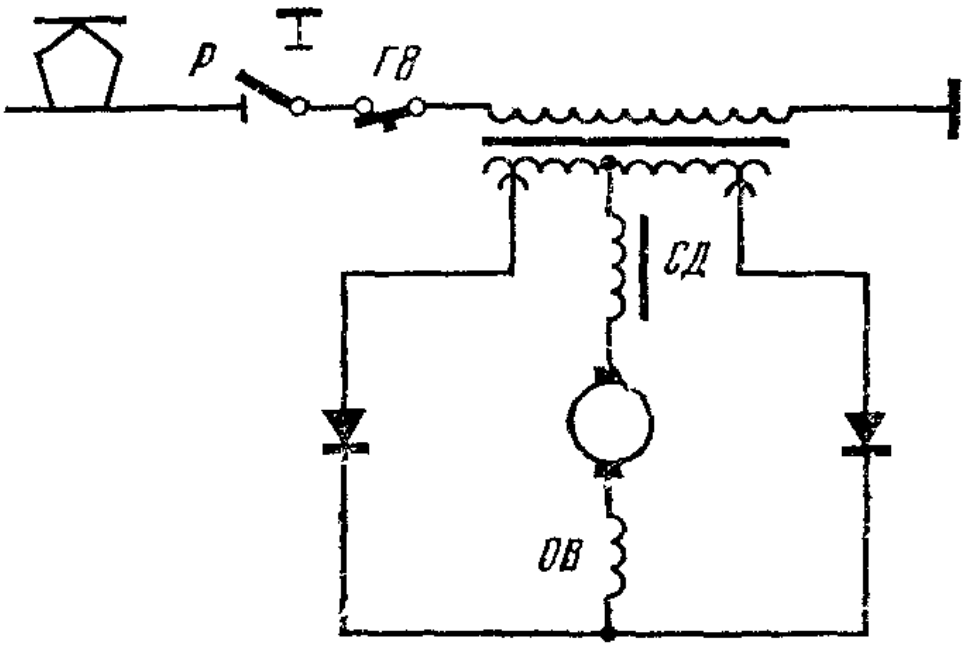



**Рисунок 10.**

Электрический ток, после подъема токоприемника, протекает через разъединитель (Р), замкнутый контакт главного выключателя (ГВ), на первичную обмотку тягового трансформатора. На вторичной обмотке индуцируется электродвижущая сила (ЭДС) и при подключении тягового электродвигателя по нему протекает ток, что приводит к вращению вала двигателя и соответственно колесной пары. Локомотив начинает движение. Переменный ток протекает сначала через одно плечо выпрямительной установки, затем через другое.

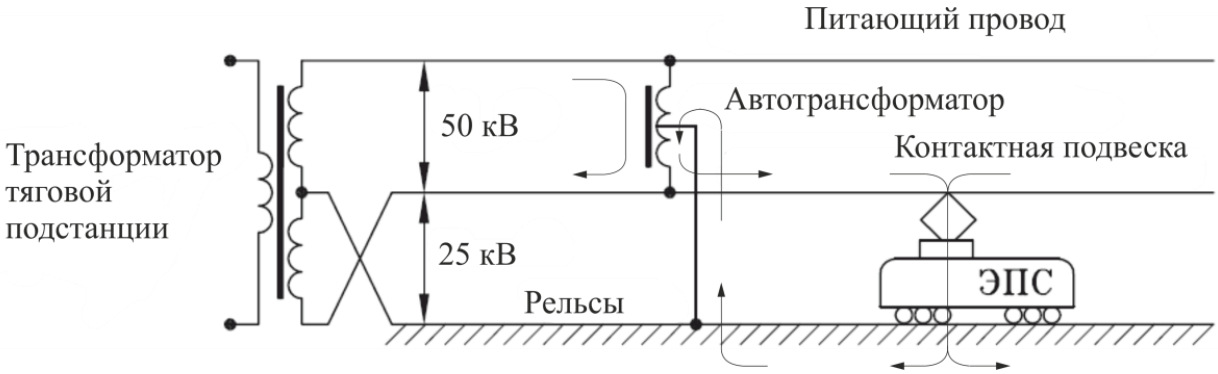



**Рисунок 11.**

# Глава 7. Конструкция локомотивов

## Общее устройство магистрального тепловоза 2ТЭ 10М

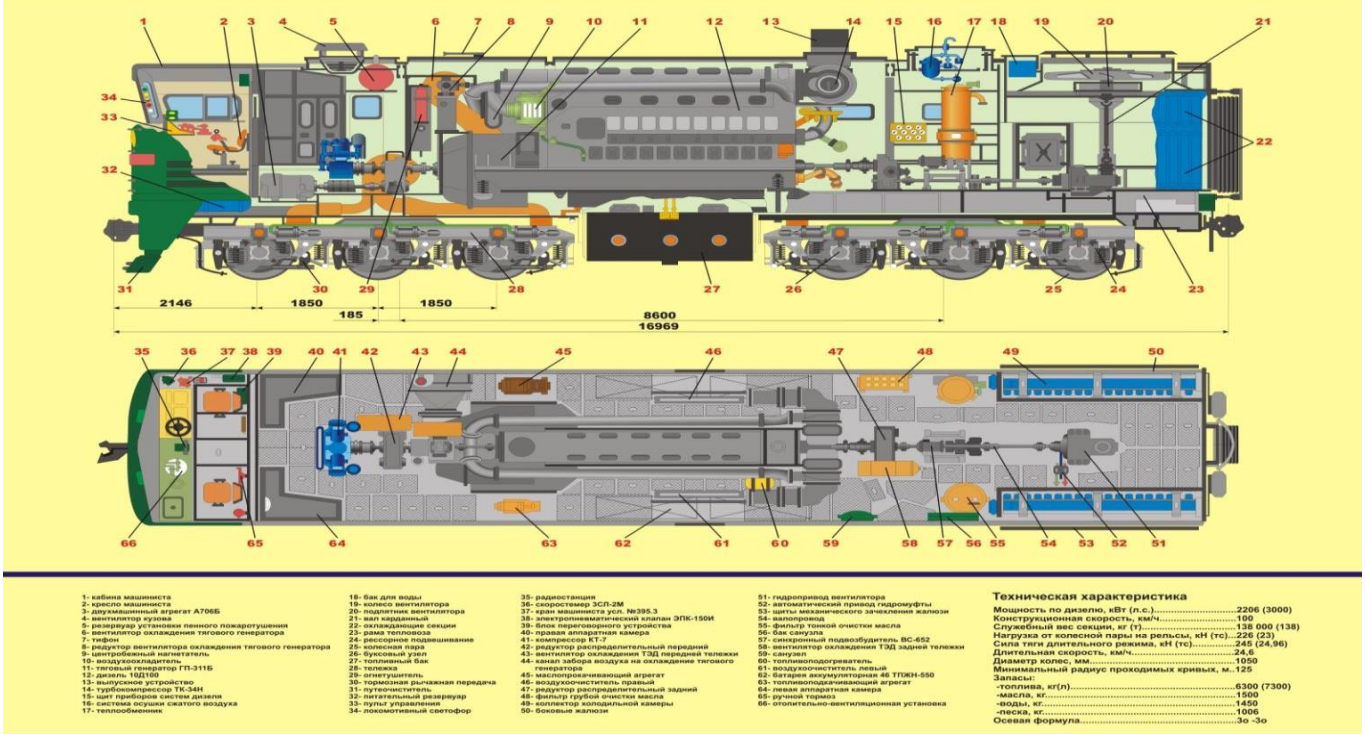



**Рисунок 12.**

## Общее устройство маневрового тепловоза ЧМЭ 3

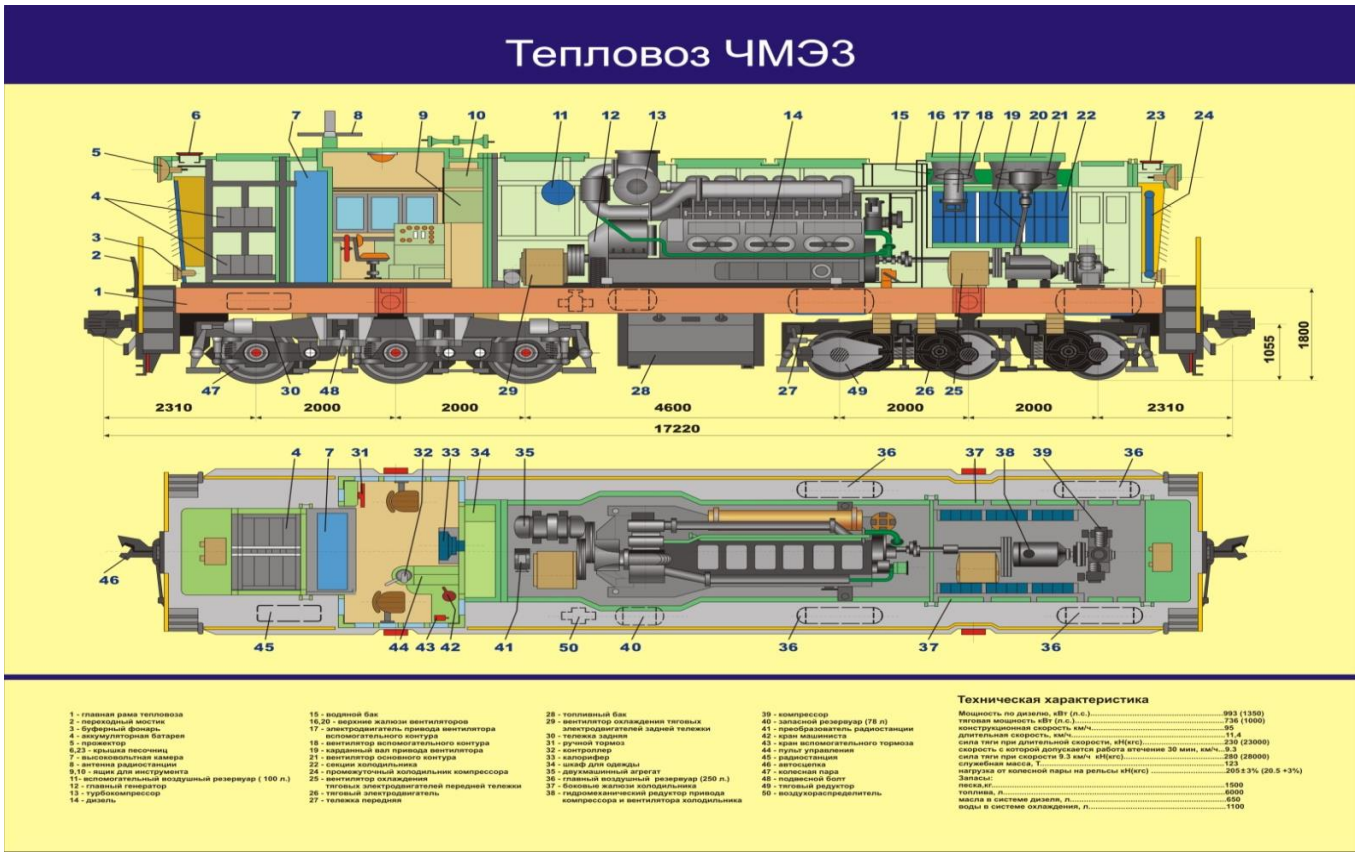



**Рисунок 13.**

# Общее устройство электровоза переменного тока ВЛ-80с

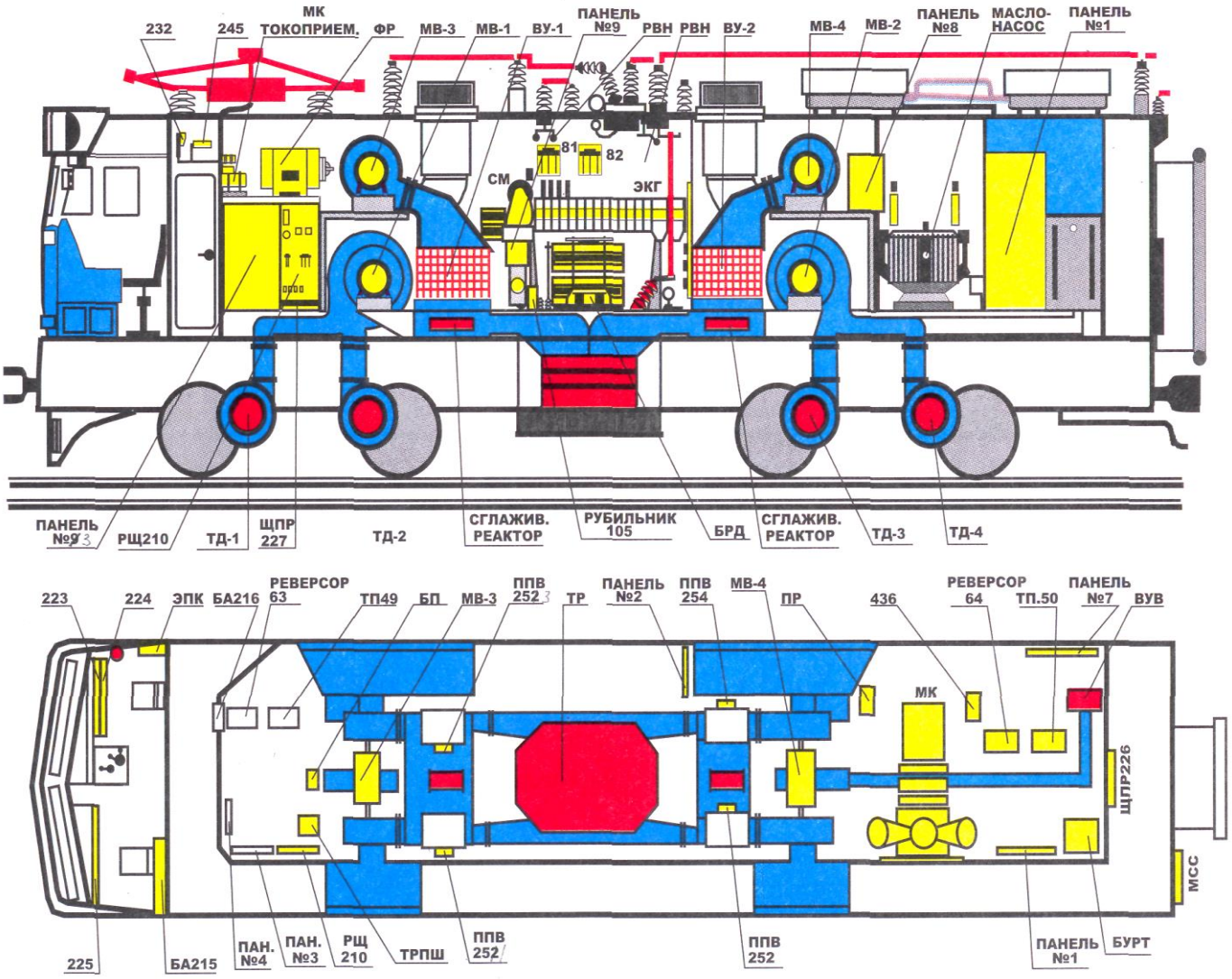



**Рисунок 14.**

# Общее устройство электровоза переменного тока ЭП -1 М

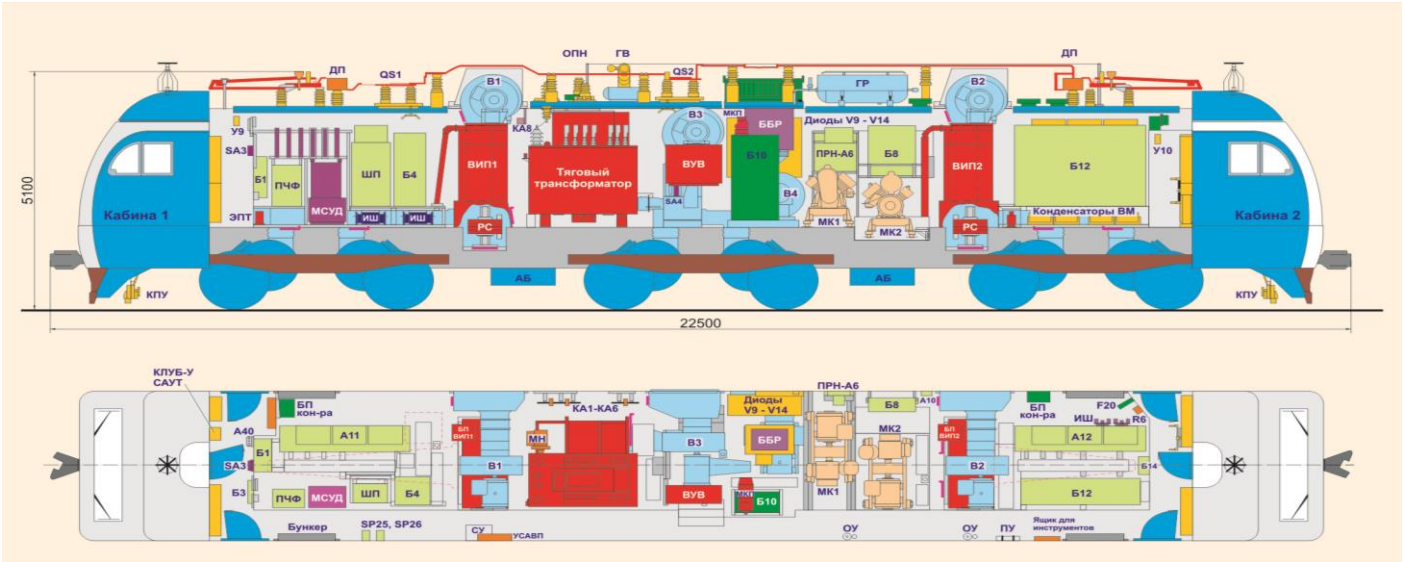
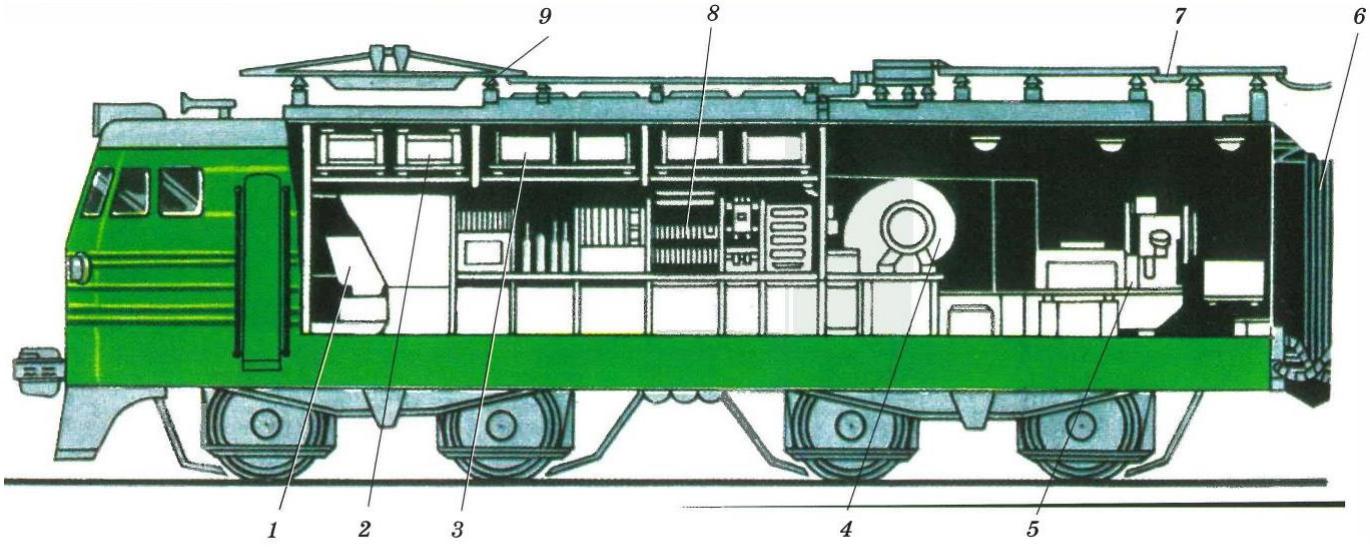



**Рисунок 15.**

## Общее устройство электровоза постоянного тока ВЛ-10




*1* – быстродействующий выключатель силовой цепи; *2* – индуктивные шунты; *3* – резисторы пусковые и ослабления поля; *4* – мотор-вентиляторы; *5* – мотор-компрессор; *6* – переходная площадка; *7* – антенна радиостанции; *8* – блок аппаратов; *9* – токоприемник

**Рисунок 16.**

**Используемая литература:**


1. Межлумян Э.Э., Сашенков Ю.А. Особенности конструкции магистрального тепловоза 2ТЭ25Км ГБПОУ РЖТ, 2018
2. Нотик З.Х. Тепловозы ЧМЭЗ, ЧМЭЗТ, ЧМЭЗЭ. Пособие машинисту. М.: Транспорт, 2006.
3. Присяжнюк С.И. Управление тепловозом и дизель-поездом и их техническое обслуживание – М., Транспорт 1987
4. Руководство по эксплуатации тепловоза 2ТЭ25КМ Брянского машинострои тельного завода.
5. Сухоносов В.Л. Пособие машинисту по устранению неисправностей теплово зов 2ТЭ10М, 2М62У, ЧМЭЗ. М.: Маршрут, 2006.
6. Тепловозы 2ТЭ10М, 3ТЭ10М: Устройство и работа/ С.П.Филонов, А.Е. Зибо ров и др. – М.: Транспорт. 1986.
7. Николаев А.Ю. «Устройство и работа электровоза ВЛ80С», 2006г.
8. Потанин А.А. Мысков О.В. «Электрические схемы электровозов переменного тока ЭП-1, ЭП-1М(П), управление и обслуживание» 2009.
9. Сальник М.Г.Руководство по эксплуатации электровоза ЭП-1М ООО «ПК» «НЭВЗ» (г.Новочеркасск) 2009 в 2х томах.
10. Васько А.М. Руководство по эксплуатации электровоза ВЛ-80с. М «Транспорт» 1990.
11. Быстрицкий Х.Я. «Устройство и работа электровозов переменного тока» 1982г.
12. Сидоров Н.И. Как устроен и работает электровоз. М.: Транспорт,1988.
13. Кикнадзе О.А. «Электровозы ВЛ10 и ВЛ10у»
14. Алябьев С.А. Устройство и ремонт электровозов постоянного тока. М., «Транспорт». 1977.