

В.А.РАКОВ

**Локомотивы
и моторвагонный
подвижной состав
железных дорог
Советского Союза**

·1976–1985·



Москва «Транспорт» 1990

Раков В. А. Локомотивы и моторвагонный подвижной состав железных дорог Советского Союза (1976—1985 гг).— М.: Транспорт, 1990.— 238 с.

Дано краткое описание конструкций и характеристик электро-возов постоянного и переменного тока, тепловозов, электро- и дизель-поездов, автомотрис и тяговых агрегатов широкой колеи железных дорог СССР, выпускавшихся отечественными и зарубежными заводами с 1976 по 1985 г. включительно. Книгу эту можно рассматривать как продолжение (четвертую часть) изданных ранее (в 1955, 1966 и 1979 гг.) книг «Локомотивы железных дорог Советского Союза» и «Локомотивы и моторвагонный подвижной состав железных дорог Советского Союза».

Книга рассчитана на читателей, интересующихся развитием тягового подвижного состава отечественных железных дорог.

Ил. 147, табл. 4, библиогр. 342 назв.

Заведующий редакцией В. К. Тихоничева

Редактор Е. М. Зубкович

Р $\frac{3202030000-253}{049(01)-90}$ 83-90

ISBN 5-277-00933-7

© В. А. Раков, 1990

Предлагаемая читателям книга посвящена тяговому подвижному составу, поступавшему на железные дороги Советского Союза в период десятой и одиннадцатой пятилеток (1976—1985 гг.). За это время произошли два весьма важных в истории развития тяговых средств события: в 1984 г. было отмечено 150-летие постройки в России первого паровоза, созданного талантливыми механиками-самоучками Мироном и Ефимом Черепановыми, а в 1978 г. был последним годом, когда паровая тяга еще участвовала в поездной работе на магистральных железных дорогах страны (0,1 % грузовых перевозок).

После успешного претворения в жизнь решений Коммунистической партии Советского Союза и Постановлений Советского правительства (1956 г.) о замене паровозов электровозами, тепловозами и моторвагонным подвижным составом не только значительно повысилась провозная способность железных дорог, но и открылась возможность сбережения в стране громадного количества топлива, материальных и денежных средств. Резко возросла производительность труда, полностью ушел в прошлое тяжелый труд помощников машиниста, котельщиков, чистильщиков паровозных топков. Дизельная и особенно электрическая тяга открыли широкий простор не только для автоматизации управления отдельными тяговыми единицами, но и для перехода на автоматическое управление движением всех поездов на участке железной дороги.

Большая кропотливая работа конструкторов, исследователей, технологов и труд рабочих локомотиво-

строительных и вагоностроительных заводов позволили в течение десятой и одиннадцатой пятилеток создать новые типы локомотивов и моторвагонного подвижного состава. В период с 1976 по 1985 г. на железные дороги поступило более 60 различных серий тягового подвижного состава, что с учетом их основных разновидностей составило более 90 наименований. Из этого количества примерно половина локомотивов и моторвагонных поездов изготавливалась и до 1976 г., остальные же впервые появились именно в последующие десять лет. Этот подвижной состав с различной степенью полноты был описан во многих книгах, технических журналах и на страницах газет. В то же время отсутствовало собранное в одном месте сжатое описание всех локомотивов и моторных вагонов, поступивших на железные дороги Советского Союза за указанное десятилетие. Книга «Локомотивы и моторвагонный подвижной состав железных дорог Советского Союза (1976—1985 гг.)» позволяет заполнить этот пробел. Ее можно рассматривать и как самостоятельную работу, и как продолжение (четвертую часть) ранее изданных книг «Локомотивы железных дорог Советского Союза» и «Локомотивы и моторвагонный подвижной состав железных дорог Советского Союза», в которых дано краткое описание тягового подвижного состава, построенного соответственно в 1845—1955, 1956—1965 и 1966—1975 гг. Так как часть локомотивов и моторвагонного подвижного состава, поступивших на железные дороги нашей страны в течение 1976—1985 гг., строилась и до 1976 г., в предлагае-

мой книге имеются некоторые повторения материала книги, изданной в 1979 г. Сделано это для того, чтобы читатель мог ознакомиться с тяговым подвижным составом последних двух пятилеток, не прибегая к прежним изданиям.

Каждая глава книги содержит описание определенного вида локомотивов или моторвагонного подвижного состава. Внутри глав описание различных серий подвижного состава дано в основном в хронологическом порядке за исключением случаев, когда из-за однородности конструктивных элементов разных серий оказалось более целесообразным располагать материал о них рядом независимо от года их постройки. Локомотивы и моторвагонный состав, выпущенные в большом количестве (серийно), описаны несколько подробнее, чем опытный или изготовленный в небольшом количестве тяговый подвижной состав.

Поскольку об электровагонах метрополитенов и особенно их механической части имеется значительно меньше печатных сведений, то их

описание несколько подробнее, чем описание других типов тягового подвижного состава.

В конце книги дан перечень использованной и рекомендуемой литературы, в которой читатель может найти интересующие его сведения о локомотивах и моторвагонном подвижном составе, построенных в 1976—1985 гг.

Автор выражает глубокую благодарность за ценные указания, направленные на улучшение рукописи книги, рецензентам: доктору технических наук Б. Н. Тихменеву, кандидатам технических наук А. С. Нестрахову, З. М. Рубчинскому, инженерам З. М. Дубровскому, А. В. Кабакову, В. А. Калько, В. Ф. Кольцову, В. Ф. Кулишу, В. Н. Логунову, библиографу Г. М. Афониной и инженеру Д. Б. Шибяеву, оказавшему автору большую помощь в написании главы V об электровагонах метрополитенов.

Замечания и пожелания автор просит направлять по адресу: 103064, Москва, Басманный тупик, 6а, издательство «Транспорт».

ВВЕДЕНИЕ

На долю железнодорожного транспорта нашей страны в 1985 г. пришлось 48 % всего внутреннего грузооборота и около 37 % пассажирских перевозок во внутренних междугородных сообщениях. В десятой и одиннадцатой пятилетках (1976—1985 гг.) значительно возросли как грузовые, так и пассажирские перевозки. Если в 1975 г. грузооборот советских железных дорог составил 3236 млрд. т·км, то в 1985 г он увеличился на 15 % и составил 3718 млрд. т·км. Несмотря на то, что удельный вес железных дорог в работе всей транспортной системы страны несколько снижается вследствие более быстрого развития других видов транспорта и в первую очередь трубопроводного и автомобильного, предвидится достаточно устойчивый рост перевозочной работы на стальных магистралях на длительную перспективу.

В многоотраслевом хозяйстве железных дорог большое внимание

уделяется локомотивному парку, непосредственно осуществляющему перевозку. Происходит непрерывный процесс его обновления за счет поступления новых локомотивов, модернизации ранее построенных и исключения из числа действующих устаревших.

С каждым годом увеличивается протяженность электрифицированных линий и удельный вес перевозочной работы, выполняемой электрической тягой, причем более интенсивно растет протяженность линий, электрифицированных на переменном токе (табл. 1).

Большой объем перевозочной работы продолжает выполнять промышленный транспорт; протяженность его путей колеи 1520 мм непрерывно растет и на конец 1983 г. составила около 115 тыс. км, из которых 7,5 тыс. км (6,5 %) было электрифицировано. В 1982 г. парк электровозов и тепловозов составлял 93,3 % общего количества локомоти-

Таблица 1

Год	Протяженность на конец года, тыс км			Доля длины линий на переменном токе от общей длины электрифицированных линий, %	Выполнение грузовой работы за год, %		
	сети железных дорог	электрифицированных линий			электровозами	тепловозами	паровозами
		Всего	В том числе на переменном токе				
1975	138,3	38,9	14,8	38,0	51,7	47,9	0,4
1976	138,5	39,7	15,1	38,0	52,1	47,6	0,3
1977	139,8	40,5	15,6	38,5	52,8	47,1	0,1
1978	140,4	41,1	15,8	38,5	53,6	46,3	0,1
1979	141,1	42,4	16,8	39,6	53,6	46,4	0,0
1980	141,8	43,7	17,7	40,5	54,9	45,1	0,0
1981	142,8	44,8	18,7	41,7	56,2	43,8	0,0
1982	143,3	45,7	19,3	42,2	57,8	42,2	0,0
1983	143,6	46,8	20,2	43,2	58,9	41,1	0,0
1984	144,1	47,9	21,0	43,8	59,1	40,9	0,0
1985	145,0	48,4	21,5	44,4	60,2	39,8	0,0

вов, и роль паровозов продолжала уменьшаться.

В десятой пятилетке (1976—1980 гг.) электрифицировано 4,8 тыс. км магистральных железных дорог, в том числе такие участки, как Минеральные Воды — Прохладная — Махачкала — Дербент, Среднесибирская — Карасук — Иртышское — Омск, Челябинск — Каменск-Уральский — Богданович, Магнитогорск — Белорецк — Дёма, Краснодар — Туапсе, Казатин — Жмеринка, Купянск — Славяногорск, Целиноград — Экибастуз, Хабаровск — Бира, Вязьма — Орша, Вербилки — Талдом — Савелово.

За годы одиннадцатой пятилетки (1981—1985 гг.) электрифицировано еще 4,7 тыс. км магистральных линий, в том числе такие участки, как Дружинино — Арск, с переводом участка Арск — Казань — Свияжск с постоянного тока на переменный, Черусти — Сергач, Карымская — Шилка, Магдагачи — Шимановская — Архара — Бира, Тюмень — Называевская, Кокчетав — Целиноград, Караганда — Моинты — Сарышаган, Орск — Оренбург, Данилов — Вологда — Череповец, Кривой Рог — Долинская — Помошная, Ярославль — Кострома, Орша — Брест.

Парк тягового подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм пополняли в 1976—1985 гг. те же локомотиво- и вагоностроительные заводы, что и в восьмой и девятой пятилетках. К ним добавился лишь Камбарский машиностроительный завод, который начал, помимо узкоколейных тепловозов, строить промышленные тепловозы колеи 1520 мм. Ворошиловградский тепловозостроительный завод был преобразован в Производственное объединение «Ворошиловградтепловоз». Тбилисский электровозостроительный завод — в Производственное объединение «Электровозостроитель», Брянский машиностроительный завод — в Производственное объединение

«Брянский машиностроительный завод» им. В. И. Ленина.

В десятой пятилетке на железные дороги страны поступило более 2200 электровозов, 5360 секций магистральных тепловозов и 2370 маневровых тепловозов, 2850 вагонов электропоездов и 800 вагонов дизельпоездов.

В 1976—1985 гг. проектно-конструкторскими и научно-исследовательскими организациями МПС совместно с промышленностью проводилась большая работа по повышению тяговых возможностей локомотивов, их надежности и эффективности, причем направлена она была как на модернизацию уже эксплуатировавшихся значительное время локомотивов, так и на испытания нового оборудования, устанавливаемого на ранее построенном тяговом подвижном составе.

Из крупных работ по модернизации локомотивов, поступивших на железные дороги до 1976 г., следует отметить:

проведение значительных конструктивных усовершенствований электровозов ВЛ60^к, в частности, изменение на них системы вентиляции;

постановку на грузовых электровозах ВЛ8 возвращающих устройств, позволяющих поднять максимальную скорость с 80 до 90—100 км/ч (такие электровозы получили обозначение ВЛ8^м);

создание на базе двухсекционных тепловозов ТЭЗ трехсекционных тепловозов ЗТЭЗУ с одновременным проведением комплексной модернизации ряда узлов и оборудования.

С 1983 г. начато оборудование электровозов ВЛ10 устройствами СМЕТ (система многих единиц телемеханическая), позволяющими управлять двумя сцепленными электровозами одним машинистом.

К наиболее значительным работам, связанным с внедрением новых технических решений, следует отнести оборудование Ростовским элек-

тровоэлектромонтажным заводом электровазов ВЛ80^Р-622 импульсно-фазовыми преобразователями системы ВНИИЖТ для экспериментальной проверки этой системы. Электровоз, получивший обозначение ВЛ80РИФ-622, поступил для испытаний на экспериментальное кольцо ВНИИЖТа. На этом же кольце продолжались работы по усовершенствованию и испытанию электровазов ВЛ80^Р-1129 с вентильными тяговыми электродвигателями.

В конце 1983 г. на Ленинградском метрополитене совершил первый рейс моторный электровагон Е № 3222, оборудованный асинхронными тяговыми электродвигателями и преобразователями постоянного тока в трехфазный ток регулируемой частоты.

В Киеве на испытательном полигоне линейных электродвигателей у моторного вагона Е № 3220 тяговые электродвигатели постоянного тока были заменены статорами с трехфазной обмоткой, получающей питание по трем контактным шинам от стационарной установки; роль ротора выполняла стальная полоса, укрепленная на пути между рельсами.

После длительных испытаний и отдельных усовершенствований скоростной электропоезд ЭР200 с 1 марта 1984 г. начал регулярно (по четвергам и пятницам) совершать рейсы между Москвой и Ленинградом. Первоначально электропоезд имел остановку на станции Бологое и находился в пути 4 ч 59 мин, затем с 8 марта 1984 г. остановка в Бологое была отменена при сохранении времени следования, а с 27 сентября 1984 г. время следования поезда было уменьшено до 4 ч 39 мин.

Проводимые в 1967—1978 гг. работы по созданию и усовершенствованию электровазов, рассчитанных на работу на постоянном токе 6 кВ (электровазов ВЛ^В и электровазов ВЛ22^В), в том числе их испытания на линии Гори — Цхинвали Закавказ-

ской железной дороги, а также опыт эксплуатации электропоездов ЭР2^В указали на нецелесообразность продолжения экспериментов с электроподвижным составом постоянного тока повышенного напряжения. Наличие гальванической связи между контактными проводом и многими элементами преобразователей приводило к повреждениям тиристорных установок; так и не был решен вопрос защиты сигналов автоблокировки в рельсовых цепях от влияния пульсаций тягового тока. В то же время за период работы над системой постоянного тока напряжением 6 кВ на многих линиях, электрифицированных на постоянном токе 3000 В, было сооружено значительное количество промежуточных тяговых подстанций, что частично решило вопрос с энергоснабжением на этих линиях. Работы по созданию системы тяги на постоянном токе 6 кВ в 1979 г. были прекращены.

Для возможности автоматического считывания номеров единиц подвижного состава и контроля правильности записанных цифр, что в первую очередь необходимо для вагонов грузового парка, в 1984 г. начались работы по внедрению новой цифровой восьмизначной системы обозначений всех видов подвижного состава. На тяговом подвижном составе вместо буквенно-цифрового обозначения серий и четко выделенных номеров первоначально предполагалось ставить только новое обозначение из восьми цифр, но затем исходя из того, что в технической литературе и документации широко продолжает использоваться буквенно-цифровая система обозначений серий, параллельно с чисто цифровым было сохранено и буквенно-цифровое обозначение серий.

В восьмицифровой системе обозначения тягового подвижного состава первая цифра (1) указывает только на то, что эта единица подвижного состава — тяговая; второй знак характеризует вид под-

вижного состава (0 — паровоз; 1 — односекционный электровоз; 2 — двух- или многосекционный электровоз; 3 — электропоезд; 4 — электро-секция или электровагон метро; 5 — односекционный тепловоз; 6 — двух- или многосекционный тепловоз; 7 — дизель-поезд или автомотриса; 8 — мотовоз, авто- или мотодрезина; 9 — путевая машина или механизм); третий знак в сочетании с четвертым отражают техническую характеристику тяговой единицы и как бы заменяют собой буквенно-цифровое обозначение серии; пятый, шестой и седьмой знаки используются для обозначения номера тяговой единицы; восьмой знак служит только для проверки правильности считанного обозначения и никакой дополнительной информации не несет. Ограниченность количества знаков для обозначения серии и номера (2-й — 7-й знаки) и использование второго знака для обозначения вида и секционности локомотивов при одновременной необходимости применения четырехзначных обозначений номеров привели к использованию четвертого знака для обозначений как серии, так и номера тяговой единицы.

В результате для записи некоторых серий локомотивов и моторвагонного подвижного состава требуется обозначение из семи знаков (2, 3 и 4-й знаки дважды плюс тире между ними). Так, серия электровоза ЧС2^т при новом обозначении должна быть записана как 101—102; ВЛ8—224—227; ВЛ60^к—210—214; тепловоза ТЭП60—502—503; 2ТЭП60—601—602 и т. д.

Учитывая сохранение на тяговом подвижном составе параллельно с чисто цифровым и ранее принятое буквенно-цифровое обозначение, а также то, что многие тяговые единицы вообще не получили нового обозначения (часть промышленных локомотивов, тяговые агрегаты, моторные вагоны метрополитенов), в настоящей книге использованы только буквенно-цифровые обозначения.

Применяемые для локомотивов и моторвагонного подвижного состава, построенного в период 1976—1985 гг., обозначения серий состоят из двух или трех частей: двух или трех больших букв, цифровой части из одного — трех знаков и буквенного индекса из одной, реже двух букв.

Магистральные электровозы отечественных заводов имеют большие буквы ВЛ (Владимир Ленин), электровозы, изготовленные на чехословацких заводах — ЧС (чехословацкие), все магистральные тепловозы — буквы ТЭ или ТЭП (тепловоз с электрической передачей или тепловоз с электрической передачей пассажирский), маневровые тепловозы с электрической передачей — ТЭМ (отечественных заводов) и ЧМЭ (чехословацких заводов); почти все промышленные тепловозы с гидropередачей обозначены буквами ТГМ (тепловоз с гидropередачей, маневровый). Буквенная часть обозначения серий у электропоездов состоит из литеров ЭР (электропоезд рижский), а у дизель-поездов, изготовленных в Венгрии, — Д, изготовленных Рижской вагоностроительным заводом — ДР.

МАГИСТРАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОВОЗЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

**1. Грузовые электровозы
ВЛ80^г, ВЛ80^с, ВЛ80^р**

Восьмиосные двухсекционные электровозы переменного тока ВЛ80 всех разновидностей, оборудованные коллекторными тяговыми электродвигателями, являются основными грузовыми локомотивами железнодорожных линий, электрифицированных на переменном токе напряжением 25 кВ 50 Гц. Эти электровозы первоначально строились с установками, преобразующими переменный ток высокого напряжения в постоянный пульсирующий ток более низкого напряжения с помощью тягового трансформатора и игнитронных выпрямителей (1962—1964 гг.), а затем начиная с 1964 г. — с кремниевыми выпрямителями (электровозы ВЛ80^с). С 1970 г. электровозы серийно выпускались с аппаратами для осуществления электрического реостатного торможения. Первые из них, получившие обозначение ВЛ80^г, изготавливались до июля 1980 г. Индекс Т указывает на возможность реостатного торможения.

Разновидностью электровозов ВЛ80^г являются электровозы ВЛ80^с, рассчитанные на управление двумя сцепленными электровозами или тремя секциями одним машинистом. Значительные отличия от электровозов ВЛ80^г имеют электровозы ВЛ80^р с рекуперативным торможением. Электровозы ВЛ80 всех разновидностей строились Новочеркасским электровозостроительным заводом (НЭВЗ) по проектам Всесоюзного научно-исследовательского, проектно-конструкторского и технологического института электровозостроения

(ВЭлНИИ) с использованием некоторого оборудования, изготавливаемого другими заводами.

Электровозы ВЛ80^г. Механическая часть электровоза (рис. 1 и 2) выполнена в виде двух одинаковых четырехосных секций с несочлененными тележками. В кузовах секций электровоза сварной конструкции широко использованы гнутые профили; по концам кузовов установлены автосцепки СА-3 с фрикционными аппаратами.

Рамы тележек имеют боковины коробчатого сечения, сваренные из четырех листов, литой шкворневой брус и трубчатые концевые крепления. Буксы с цилиндрическими роликовыми подшипниками связаны с рамой тележки поводками с резино-металлическими шарнирами.

Тяговое и тормозное усилия от тележек к кузову передаются через шкворни, укрепленные в раме кузова. Шаровые вкладыши, через которые проходят шкворни в шкворневых балках тележки, позволяют последней перемещаться относительно кузова в поперечном направлении. На шаровые вкладыши действуют возвращающие пружины, стремящиеся совместить продольные геометрические оси кузова и тележек.

Передача вертикальных и поперечных сил от кузова к тележкам осуществляется через люлечное подвешивание, которое состоит из люлечных подвесок, горизонтальных и вертикальных упоров. Подвески представляют собой стержни, на нижние концы которых через кронштейны и балансиры опирается кузов; верхние концы стержней через пружины опираются на кронштейны, укрепленные на рамах тележек.

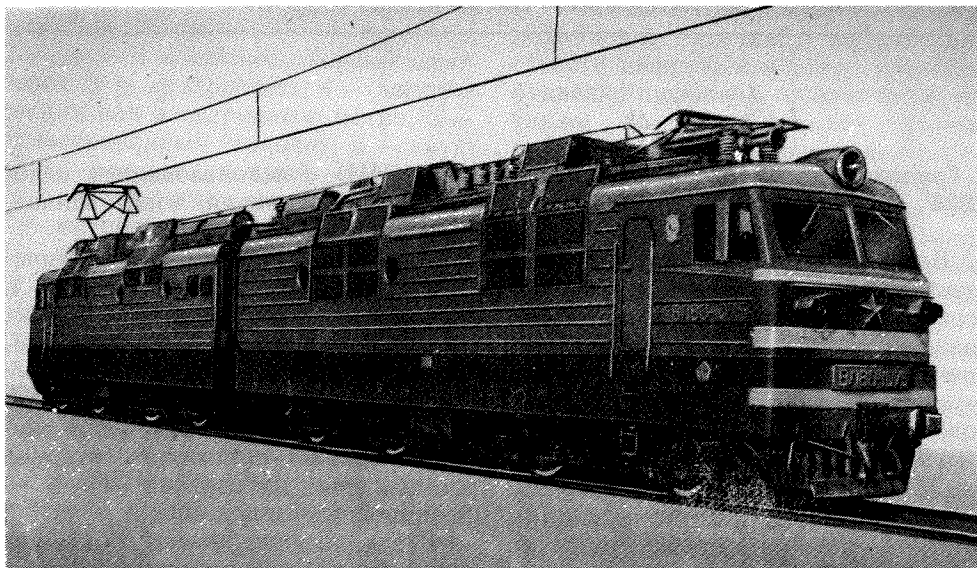


Рис. 1. Электровоз ВЛ80^Т

Люльечное подвешивание на электровозах ВЛ80^Т введено с начала 1975 г.

От рамы тележек на буксы нагрузка передается через цилиндрические пружины, опирающиеся на концы листовых подбуксовых рессор. Статический прогиб листовых рессор тележек 68,5 мм, пружин 17,0 мм, пружин второй ступени 77 мм. Между рамами тележки и кузовом поставлены гидравлические амортизаторы.

Для повышения использования сцепного веса электровозы оборудованы противоразгрузочными устройствами в виде пневматических домкратов, установленных между рамой кузова и концевыми брусками тележек со стороны 1, 4, 5 и 8-й колесных пар.

Тяговые электродвигатели опираются одной стороной на шкворневые бруска тележек при помощи подвески

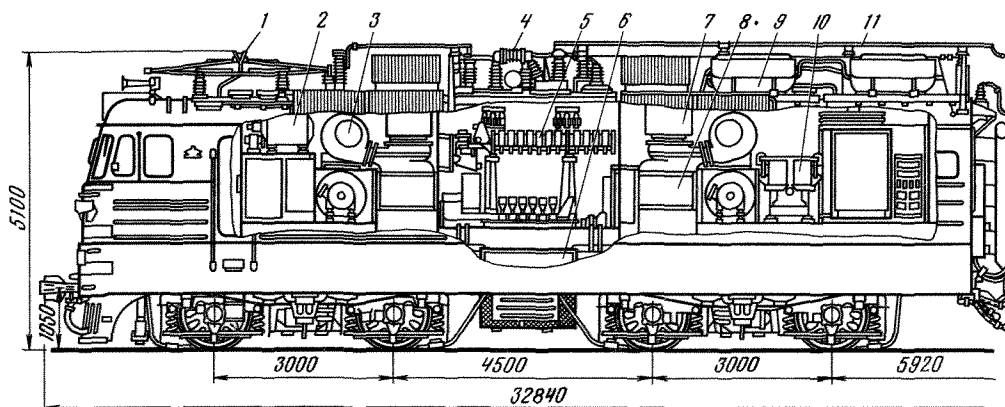


Рис 2 Расположение оборудования на секции электровоза ВЛ80^Т.

1 — токоприемник, 2 — фазорасщепитель, 3 — мотор-вентилятор, 4 — главный воздушный выключатель, 5 — главный контроллер, 6 — тяговый трансформатор 7 — тормозные резисторы, 8 — выпрямительная установка, 9 — главный воздушный резервуар, 10 — мотор-компрессор, 11 — высоковольтная шина

с резиновыми шайбами, а другой — через моторно-осевые подшипники на оси колесных пар. Зубчатая передача от тягового электродвигателя к колесным парам двусторонняя, жесткая, косозубая; передаточное число $88:21=4,19$. Модуль зубчатых колес в нормальном сечении 10, межцентровое расстояние 604 мм.

На шкворневых брусках каждой тележки установлены два тормозных цилиндра диаметром 10" (254 мм), которые с помощью рычажной передачи обеспечивают двустороннее нажатие тормозных колодок на колесные пары. Диаметр колес при новых бандажах 1250 мм. Электровоз оборудован воздухораспределителями № 270, кранами машиниста № 394 и кранами вспомогательного тормоза № 254.

Для преобразования переменного тока с номинальным напряжением 25 кВ в постоянный ток более низкого напряжения на каждой секции электровоза установлены один тяговый трансформатор ОДЦЭ-5000/25Б и две выпрямительные установки.

Трансформаторы имеют три обмотки: сетевую, соединенную во время работы электровоза через токоприемник с контактным проводом, тяговую для питания тяговых электродвигателей и обмотку собственных нужд для питания электродвигателей вспомогательных машин и отопительных печей кабин машиниста.

Тяговая обмотка состоит из двух нерегулируемых частей и двух регулируемых; последние разделены на четыре секции. Обмотка собственных нужд имеет два промежуточных вывода. Сердечник трансформатора выполнен из листовой стали с вертикальным расположением стержней, на которых размещены обмотки. Сердечник вместе с обмотками помещен в бак восьмигранной формы, заполненный маслом. Для отвода тепла, выделяемого обмотками и сердечником, масло насосом прогоняется через охладители (радиаторы), установленные снаружи масляного

бака трансформатора и охлаждаемые воздухом.

Насос трансформатора приводится трехфазным асинхронным электродвигателем 4ТТ-63/10 мощностью 2,2 кВт при напряжении 380 В. Электродвигатель не имеет сальника и вместе с насосом встроены в бак трансформатора (погруженный двигатель).

Номинальная мощность сетевой обмотки трансформатора 4485 кВт·А; напряжение холостого хода тяговой обмотки 1218 В, из них на регулируемую часть приходится 638 В, на регулируемую — 4×145 В; номинальный ток тяговой обмотки 2×1750 А, часовой ток 2×1840 А; напряжение холостого хода, снимаемое с обмотки собственных нужд, 232, 406, 638 В, номинальный ток 550 А.

Масса трансформатора 8000 кг. Коэффициент полезного действия трансформатора при номинальной мощности около 98 %.

Питание каждой пары параллельно соединенных тяговых электродвигателей осуществляется через свою выпрямительную установку ВУК-4000Т. Выпрямительная установка укомплектована кремниевыми вентилями ВЛ-200-8, рассчитанными на номинальный прямой ток 200 А и обратное напряжение не менее 800 В. В каждом плече выпрямительного моста имеются 12 параллельных цепей из четырех последовательно включенных вентиляей в каждой, т. е. всего в плече 48 вентиляей, в мосте — 192, а в четырех выпрямительных установках электровоза 768. Масса выпрямительной установки 450 кг, коэффициент полезного действия не менее 98 %.

На электровозе установлены восемь шестиполусных тяговых электродвигателей НБ-418К6 с компенсационной обмоткой. Остов электродвигателя цилиндрической формы. Якорь имеет петлевою обмотку с уравнительными соединениями. Катушки главных и дополнительных полюсов имеют изоляцию класса Н;

катушки якоря и компенсационной обмотки — класса В, а начиная с середины 70-х годов — класса F. Подшипники якоря — роликовые, моторно-осевые — скользящие с постоянным уровнем смазки.

При номинальном напряжении выпрямительного тока 950 В и постоянном ослаблении возбуждения на 4 % (ток возбуждения составляет 96 % от тока якоря) электродвигатели имеют следующие параметры:

Режим	Мощность, кВт	Ток, А	Частота вращения якоря, об/мин
Часовой	790	880	890
Продолжительный	740	820	915

Количество охлаждаемого воздуха, прогоняемого через тяговый электродвигатель, 105 м³/мин. Максимальная частота вращения якоря 2040 об/мин. Масса тягового электродвигателя НБ-418К6 без зубчатой передачи 4325 кг.

Скорость движения электровоза регулируется изменением напряжения, подводимого к тяговым электродвигателям. Это достигается переключением под нагрузкой секций тяговой обмотки трансформатора и встречным или согласованным соединением нерегулируемых и регулируемых частей этой обмотки. Переключения выполняются главным контроллером ЭКГ-8Ж. Этот контроллер имеет 4 контактора с дугогашением и 30 контакторов без дугогашения. Их замыкание и размыкание осуществляются кулачковым валом, который поворачивается серводвигателем постоянного тока 50 В. Всего главный контроллер имеет 39 позиций: нулевую, 33 пусковых (1—17 и 18—33) и 5 промежуточных (одна между нулевой и 1-й и четыре между 17-й и 18-й). Ходовыми позициями являются 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29 и 33-я; на них плечи тяговой обмотки симметричны, и падение напряжения на переходных реакторах минимальное. Все позиции, кроме

промежуточных, являются фиксированными.

Для получения трех ступеней ослабления возбуждения тяговых электродвигателей параллельно их обмоткам возбуждения с помощью электропневматических контакторов присоединяются резисторы, последовательно которым включены индуктивные шунты. Ток в обмотках возбуждения составляет на 1-й ступени ослабления возбуждения 70 % от тока якоря, на 2-й ступени — 52 % и на 3-й ступени — 43 %.

В режиме реостатного торможения обмотки возбуждения тяговых электродвигателей отключаются от цепи якорей, соединяются все восемь последовательно и получают питание через специальную выпрямительную установку от двух секций тяговой обмотки трансформатора; применение в установке тиристоров позволяет осуществлять плавное регулирование напряжения на выходе и соответственно тока возбуждения. Якоря всех тяговых электродвигателей подключаются к индивидуальным тормозным резисторам, т. е. в режиме реостатного торможения электродвигатели работают как генераторы с независимым возбуждением.

Электровозы оборудованы системой автоматического регулирования тормозной силы, позволяющей поддерживать заданную скорость на спусках и ограничивать тормозную силу в зависимости от мощности тормозных резисторов, сцепления, тока возбуждения и условий коммутации тяговых электродвигателей. На электровозах с № 1171 имеется блок управления реостатным тормозом БУРТ-12.

На каждой секции установлен токоприемник ТЛ13У или ТЛ14М. Для отключения машинистом сетевой обмотки трансформатора от токоприемников, а также ее автоматического отключения при коротких замыканиях и перегрузках электрооборудования служит главный воздушный однополюсный выключатель ВОВ-25-4М,

рассчитанный на номинальный ток 400 А, предельный ток отключения 10 000 А, мощность отключения 250 МВ·А. В силовых цепях тяговых электродвигателей имеются реле перегрузки, которые при токе 1500 А через промежуточное реле выключают главный выключатель.

Тяговыми электродвигателями машинист управляет с помощью контроллера КМЭ-70, который имеет три рукоятки: главную, реверсивную и тормозную. Главная рукоятка имеет шесть фиксированных позиций: нулевую, автоматического включения, ручного включения, фиксации выключения, фиксации пуска, ручного пуска и две нефиксированные (с самовозвратом): быстрого выключения и автоматического пуска. Реверсивная рукоятка имеет шесть фиксированных позиций: нулевую, полного возбуждения вперед, трех ступеней ослабления возбуждения вперед, полного возбуждения назад.

Тормозная рукоятка имеет четыре положения: нулевое, подготовка схемы к торможению, предварительное торможение, рабочее торможение.

Внутри зоны рабочего торможения рукоятка не фиксируется; положением ее машинист может менять интенсивность торможения. Для установки максимального тормозного усилия на контроллере имеется двенадцатипозиционный переключатель, позволяющий менять максимальное тормозное усилие в пределах 196—490 кН (20 000—50 000 кгс).

На каждой секции электровоза установлены четыре мотор-вентилятора, приводимых трехфазными асинхронными электродвигателями АЭ-92-4 (мощность 40 кВт, частота вращения ротора 1405 об/мин, фазный ток 90 А, масса 390 кг). Компрессоры КТ-6Эл (по одному на секцию) приводятся такими же электродвигателями.

Асинхронные электродвигатели получают питание от обмотки собственных нужд трансформатора с помощью расщепителя фаз НБ-455А.

Последний преобразует однофазный ток напряжением 380 В в трехфазный ток такого же напряжения. Номинальная мощность расщепителя фаз 115 кВт·А, частота вращения 1490 об/мин, масса 690 кг.

Цепи управления электровоза питаются постоянным током 50 В от трансформатора ТРПШ-2 через выпрямители. При неработающем трансформаторе источником постоянного тока служит аккумуляторная батарея 42КН-125 емкостью 1125 А·ч (42 элемента).

Компрессор КТ-6Эл двухступенчатый, имеет два цилиндра низкого давления и один высокого давления; при частоте вращения вала 440 об/мин подает 2,75 м³/мин воздуха при давлении 9 кгс/см². Масса компрессора 646 кг.

На каждой секции электровоза установлены шесть центробежных вентиляторов. Для вентилятора Ц8-19 № 7, 6 приводятся каждый своим электродвигателем АЭ-92-4 и служат для охлаждения тяговых электродвигателей, индуктивных шунтов, выпрямительных установок возбуждения тяговых электродвигателей. Четыре вентилятора Ц8-19 № 6, 5 приводятся попарно одним электродвигателем АЭ-92-4 и охлаждают выпрямительные установки ВУК-4000Т, блоки тормозных резисторов, сглаживающих реакторов и теплообменников тяговых трансформаторов.

Электровоз ВЛ80^т при напряжении в контактной сети 25 кВ и новых бандажах имеет следующие тяговые параметры:

Режим	Мощность (на валах электродвигателей), кВт	Сила тяги, кН (кгс)	Скорость, км/ч
Часовой	6520	442(45 100)	51,6
Продолжительный	6160	401(40 900)	53,6

Указанные значения мощности несколько выше суммы номинальных мощностей тяговых электродвигате-

лей НБ-418К6, так как при токах часового и продолжительного режимов и напряжении в контактной сети 25 кВ напряжение на выходах выпрямительных установок несколько выше номинального напряжения тяговых электродвигателей (соответственно около 975 и 985 В).

Продолжительная мощность тормозных резисторов составляет 5480 кВт, что позволяет реализовать тормозное усилие при скоростях 50 и 80 км/ч соответственно 343 и 216 кН (25 и 22 тс).

Конструкционная скорость электровоза 110 км/ч, масса с $\frac{2}{3}$ запаса песка 184 т, т. е. нагрузка от колесных пар на рельсы 23 тс. Минимальный радиус кривых, проходимых электровозом при скорости до 10 км/ч, 125 м.

В процессе выпуска электровозов ВЛ80^с в их конструкцию вносились изменения, в частности, стали применяться токоприемники Л-13У1 или Л-13М1, главные выключатели ВОВ-25-4МУХЛ1, воздухораспределители № 283, краны машиниста № 395. В 1980 г на двух электровозах вместо электродвигателей

АЭ-92-4 установили электродвигатели АНЭ225Л4УХЛ2 (см ниже).

Электровозы ВЛ80^с. Электровозы ВЛ80^с не имеют оборудования, позволяющего управлять двумя сцепленными электровозами одним машинистом (работа по системе многих единиц).

Для обеспечения возможности вождения тяжелых грузовых поездов ВЭЛНИИ внес необходимые изменения в электрические цепи управления и пневматические системы тормозов электровозов ВЛ80^с, а НЭВЗ в 1979 г. выпустил с этими изменениями два электровоза, получившие обозначение ВЛ80^с. Индекс «с» в данном случае указывает, что электровоз может работать по системе многих единиц. С 1980 г. электровозы ВЛ80^с (рис. 3) выпускаются серийно.

Механическая часть и электрическое оборудование электровозов ВЛ80^с в основном такие же, как и на электровозах ВЛ80^т. По сравнению с электровозами ВЛ80^т имеются следующие изменения: применены межэлектровозные соединения, установлена сигнализация, позволяющая

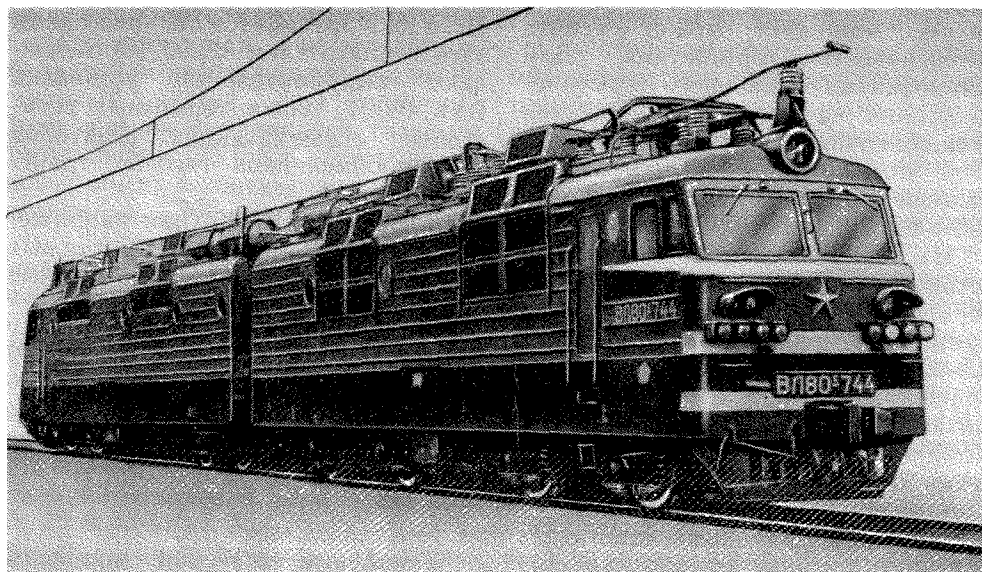


Рис 3 Электровоз ВЛ80^с

машинисту судить о работе второго электровоза.

В 1982 г. НЭВЗ выпустил опытные электровозы ВЛ80^с № 550—552, которые могут работать в составе не только четырех, но и трех секций. Особенностью таких электровозов является то, что прицепленная к восьмиосному электровозу секция не участвует в режиме электрического торможения. В 1983 г. начат серийный выпуск таких электровозов (с № 697).

В конструкцию электровозов ВЛ80^с в процессе их выпуска вводились отдельные небольшие изменения, направленные на повышение надежности или уменьшение затрат на изготовление. В частности, на электровозах с № 1406 применяется измененная схема цепей управления, исключающая рассогласование контроллеров ЭКГ-8Ж при работе по системе многих единиц. В порядке эксперимента на электровозе № 1270 были поставлены трансформаторы с двухрядным расположением радиаторов.

В 1983 г. на некоторых электровозах вместо асинхронных электродвигателей АЭ-92-4 были установлены электродвигатели АНЭ-225Л4УХЛ2 (мощность 55 кВт, линейный ток 119 А, частота вращения ротора 1430 об/мин, масса около 380 кг). Эти электродвигатели были использованы также в качестве расцепителей фаз. На партии электровозов ВЛ80^с (№ 484—513) в порядке опыта вместо расцепителя фаз НБ-455А использованы электродвигатели АЭ-92-4, на электровозах № 882 и 883 установлены компрессоры КТ-6Эл с повышенной частотой вращения вала. В 1985 г. на пяти электровозах ВЛ80^с были поставлены опытные тяговые электродвигатели НБ-514, предназначенные для двенадцатиосных электровозов ВЛ85 (см ниже). Усиление отдельных элементов конструкции и введение новых узлов на электровозах ВЛ80^с привели к повышению их массы, что

и послужило основанием для установления ее нового номинального значения — 192 т.

Электровозы ВЛ80^р. Электровозы ВЛ80^т и ВЛ80^с с реостатным торможением не возвращают в контактную сеть электрическую энергию, вырабатываемую при движении поездов по спуску или во время снижения скорости, что существенно снижает их эффективность, особенно при работе на участках с тяжелым профилем пути. Поэтому по техническим требованиям, разработанным Всесоюзным научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ), ВЭЛНИИ и НЭВЗом на базе электровозов ВЛ80^т были созданы электровозы ВЛ80^р с рекуперативным торможением. Сначала строились опытные электровозы, затем они стали выпускаться небольшими партиями. Строились электровозы ВЛ80^р (рис. 4 и 5) и в течение всего периода 1976—1985 гг.

Электровозы ВЛ80^р имеют одинаковые с электровозами ВЛ80^т и ВЛ80^с тележки, тяговые электродвигатели, мотор-вентиляторы, главный выключатель, тормозное оборудование. Изменения кузова обусловлены лишь приспособлением его для установки нового оборудования: трансформатора, преобразовательных установок, аппаратуры управления этими установками, контроллеров машиниста.

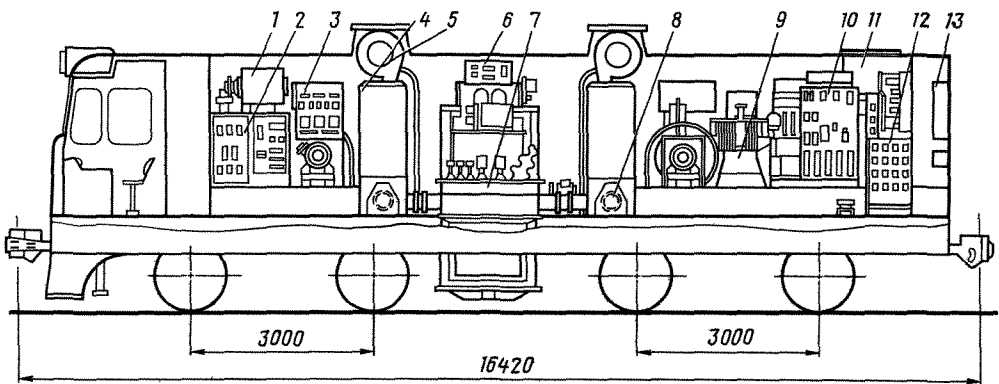
Трансформаторы и преобразовательные установки с использованием управляемых полупроводниковых вентилей — тиристоров специально спроектированы для этих электровозов. С помощью преобразовательной установки на тяговом режиме без переключения силовых цепей осуществляется выпрямление тока и плавное регулирование напряжения на зажимах тяговых электродвигателей, что улучшает тяговые свойства электровоза, а на тормозном режиме постоянный ток, вырабатываемый тяговыми электродвигателями, пре-

Рис 4 Электровоз ВЛ80^Р

образуется в установке в переменный частотой 50 Гц. Этот ток питает тяговые обмотки трансформатора, первичная обмотка которого становится вторичной и возвращает электрическую энергию в контактную сеть для других потребителей.

На каждой секции электровоза установлен трансформатор ОДЦЭ-5000/25АМ, имеющий сете-

вую обмотку (номинальная мощность 4777 кВ·А), две тяговые, обмотку собственных нужд и обмотку для питания цепей возбуждения тяговых электродвигателей в режиме торможения. Последней обмотки на трансформаторах ОДЦЭ-5000/25Б электровозов ВЛ80^Т и ВЛ80^С нет. Тяговая обмотка выполнена с двумя промежуточными выводами; номинальное

Рис 5 Расположение оборудования на секции электровоза ВЛ80^Р:

1— фазорасщепитель, 2, 3— панели аппаратов цепи управления, 4— выпрямительно-инверторный преобразователь (ВИП), 5— вентилятор-пылеотделитель для охлаждения ВИП, 6— панель синхронизации системы управления, 7— тяговый трансформатор, 8— сглаживающий реактор, 9— мотор компрессор, 10— панель аппаратов вспомогательных цепей, 11— балластные резисторы, 12— блок управления ВИП, 13— радиостанция

напряжение на крайних выводах при холостом ходе 1230 В, выпрямленный ток 1750 А. Номинальное напряжение, которое может быть снято с выводов обмотки собственных нужд при холостом ходе, 231, 410 и 641 В, номинальный ток 520 А. Номинальный ток обмотки возбуждения 720 А. Масса трансформатора 7800 кг.

На электровозе размещены четыре выпрямительно-инверторных преобразователя ВИП-2200 М (по одному на два тяговых электродвигателя). Преобразователь имеет восемь плеч и работает по схеме однофазного регулируемого моста. Каждое плечо состоит из семи параллельных цепей; два плеча содержат в каждой цепи по два последовательно включенных тиристора, остальные шесть — по три. В преобразователе использованы тиристоры Т2-320 14—15 классов. Обмотки возбуждения тяговых электродвигателей при рекуперативном торможении питаются выпрямленным током от выпрямительной установки возбуждения (ВУВ-758), имеющей два плеча с нулевым выводом; пределы регулирования напряжения установки от 0 до 130 В; продолжительный ток 850 А. Управление преобразовательными установками осуществляют электронные блоки управления БУВИП-80. На электровозе отсутствует главный контроллер.

Контроллер машиниста КМЭ-80, помимо реверсивной рукоятки, имеет главную в виде штурвала и тормозную рукоятки. Валы главного и тормозного переключателей связаны с сельсинами, обеспечивающими плавное регулирование напряжения.

Для охлаждения тяговых электродвигателей и индуктивных шунтов служат центробежные вентиляторы ЦВП64-14 № 8, 2; для охлаждения преобразователя и обдувки воздухом радиаторов системы охлаждения тяговых трансформаторов и сглаживающих реакторов — вентиляторы ЦВП64-14 № 6, 7; для охлаждения

балластных резисторов и выпрямительных установок возбуждения — вентиляторы ЦВ-19 № 7, 6. Приводятся все вентиляторы электродвигателями АЭ-92-4.

Тяговые параметры электровоза ВЛ80^р такие же, как и у ВЛ80^т и ВЛ80^с. Тормозное усилие во время рекуперации при скорости 50 км/ч 358 кН (36 тс); при 80 км/ч 226 кН (23 тс); при конструкционной скорости 110 км/ч 49 кН (5 тс). Масса электровоза с $\frac{2}{3}$ запаса песка 192 т.

Если конструкция трансформаторов ОДЦЭ-5000/25АМ в процессе выпуска электровозов ВЛ80^р почти не менялась, то системы управления преобразовательными установками подвергались значительным изменениям. После блоков управления БУВИП-80 применялись установки БУВИП-100 (с электровоза № 1565), БУВИП-113 (с электровоза № 1769) и БУВИП-133 (с электровоза № 1802), в новых блоках ставились более совершенные электронные элементы, в том числе микроселекционные. При ремонте на заводах и в депо на части электровозов блоки БУВИП-80 и БУВИП-100 заменялись блоками БУВИП-113 и БУВИП-133.

На трех электровозах в преобразователях были применены тиристоры Т2-353-800, используемые для преобразователей ВИП-4000 электровозов ВЛ85 (см. ниже).

Электровоз ВЛ80^р-1549 был экспонатом на выставке «Электро-77» в Москве. Электровоз ВЛ80^р-1718, выпущенный НЭВЗом в конце 1982 г., стал десятилетиями локомотивом этого завода.

Электровозы ВЛ80^р поступали для эксплуатации на тяжелые по профилю пути участки Красноярской, Восточно-Сибирской, Дальневосточной железных дорог, а также в депо Батайск Северо-Кавказской дороги, находящееся недалеко от НЭВЗа (что позволяло заводу наблюдать за работой этих локомотивов и проводить различные испытания)

2. Опытный грузовой электровоз ВЛ83

Все поступившие на советские железные дороги грузовые электровозы, построенные до 1976 г., имели опорно-осевое подвешивание тяговых электродвигателей, при котором около половины веса электродвигателей передавалось на путь непосредственно через колесные пары. Такое подвешивание менее благоприятно как для самих тяговых электродвигателей, так и для пути по сравнению с опорно-рамным, при котором вся масса электродвигателя находится над рессорами; на электродвигатель не действуют жесткие удары при прохождении колесами неровностей пути, а электровоз меньше воздействует на путь. Однако опорно-рамное подвешивание требует более сложной и дорогой передачи от вала электродвигателя к колесной паре, что неизбежно вызывает дополнительные затраты на его содержание и ремонт.

С целью накопления опыта проектирования, изготовления и эксплуатации грузовых электровозов с опорно-рамной установкой тяговых

электродвигателей ВЭЛНИИ спроектировал, а НЭВЗ изготовил в 1976 г. экспериментальный двухсекционный восьмиосный электровоз переменного тока ВЛ83 с одномоторными (мономоторными) тележками (рис. 6 и 7). Технические требования на электровоз были разработаны ВНИИЖТом. За счет механической связи двух колесных пар каждой тележки предполагалось получить более высокие тяговые свойства локомотива по сравнению с индивидуальным приводом. К тому же уменьшение числа тяговых электродвигателей приводило к сокращению количества электрических аппаратов.

Кузова секций электровоза выполнены по типу куззов электровозов ВЛ80^т, ВЛ80^р. Применение одномоторных тележек с тяговыми электродвигателями, возвышающимися над рамами тележек, потребовало поднятия пола кузова электровоза ВЛ83 на 400 мм по сравнению с электровозами ВЛ80^т. Кузов секции опирается на каждую тележку через упругие люльчатые подвески, образующие вторую ступень рес-

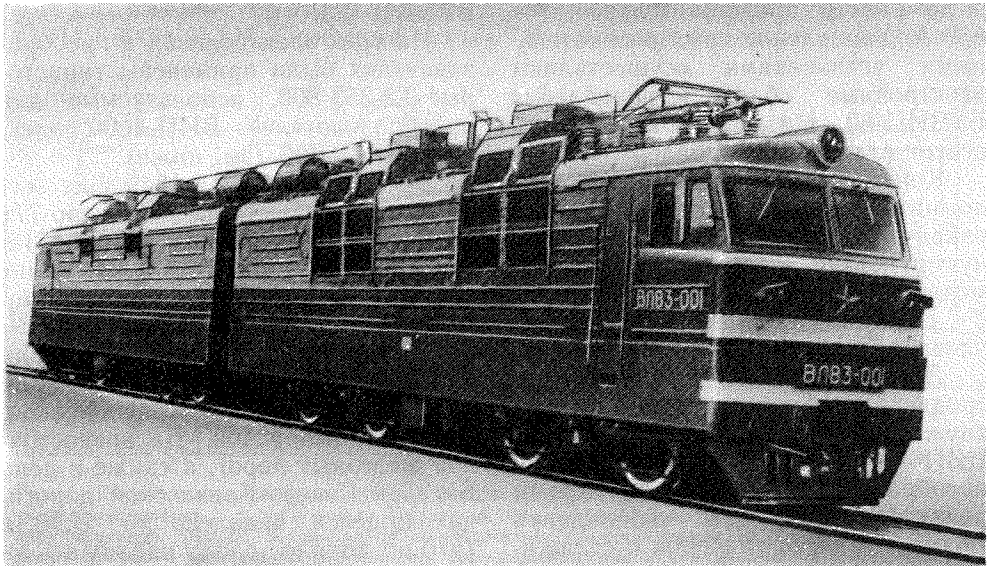


Рис 6 Электровоз ВЛ83

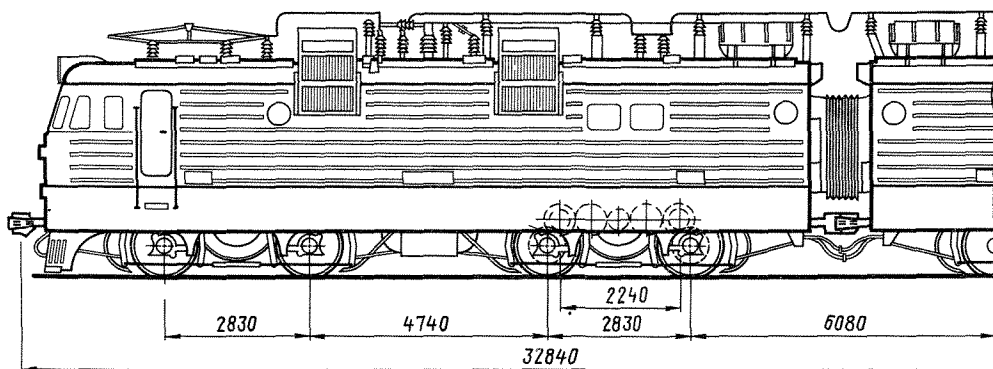


Рис 7 Боковой вид электровоза ВЛ83

сорного подвешивания со статическим прогибом 80 мм; имеется также поперечная упругая связь кузова с тележкой. Параллельно люлечному подвешиванию установлены гидравлические гасители колебаний. В продольном направлении кузов связан с тележками наклонными тягами, работающими только на растяжение.

Тележки электровоза имеют цельносварные рамы, состоящие из двух боковых, двух средних и двух концевых балок. На средних балках укреплены редукторы и с помощью лап-проушин тяговые электродвигатели; на концевых балках — кронштейны тормозной системы. Буксовый узел выполнен по типу буксового узла серийных электровозов ВЛ80^г, но имеет несколько удлиненные поводки. Рессорное подвешивание рам тележек состоит из цилиндрических пружин.

Статический прогиб этого подвешивания 60 мм.

На электровозе применен групповой привод двух колесных пар тележки от тягового электродвигателя с одним рамным раздаточным редуктором и двумя осевыми редукторами.

Рамный раздаточный редуктор одноступенчатый, состоит из ведущей шестерни, соединенной муфтой с концом вала тягового электродвигателя, двух сцепленных с ведущей шестерней промежуточных и двух

ведомых зубчатых колес. Последние соединены с ведущими шестернями осевых редукторов промежуточными валами и трехпроводковыми муфтами (две муфты на вал). Передаточное число раздаточного редуктора $(52:32) \times (52:52) = 1,625$; модуль зубчатых колес 12, ширина 130 мм. У осевых редукторов передаточное число $53:27 = 1,963$, модуль зубчатых колес 14, ширина 160 мм. Таким образом общее передаточное число составляет 3,19. Все зубчатые колеса прямозубые. Оси всех пяти зубчатых колес раздаточного редуктора находятся в одной горизонтальной плоскости, расположенной на высоте 1125 мм над уровнем головок рельсов. Ведомые зубчатые колеса осевых редукторов напрессованы на оси колесных пар. Диаметр колес при новых бандажах 1250 мм

Тележки имеют тормозную рычажную передачу с односторонним нажатием колодок на колеса; с каждой стороны тележки располагается тормозной цилиндр, действующий на два колеса. Электровоз оборудован кранами машиниста № 395.003 и воздухораспределителями № 270.005-1.

На каждой секции электровоза установлен тяговый трансформатор ОДЦЭ-7500/25Б, имеющий сетевую обмотку (номинальное напряжение 25 кВ), восемь тяговых обмоток, две обмотки возбуждения и одну обмотку вспомогательных нужд электровоза

От тяговых обмоток однофазный ток поступает в преобразователь частоты и числа фаз ПЧФ-У, выполненный на тиристорах Т-500. Частота трехфазного тока на выходе преобразователя регулируется от 0 до 150 Гц. Этим током питаются статорные обмотки вентиляльных (синхронных) тяговых электродвигателей, причем напряжение на них регулируется плавно.

Вентильный тяговый электродвигатель НВ-604 представляет собой десятиполюсную синхронную машину с неявнополюсным ротором. Статорная обмотка состоит из двух независимых звезд, нулевые точки которых глухие. Изоляция статора класса F, ротора — класса H. Питание обмотки ротора осуществляется через контактные кольца от обмоток возбуждения трансформатора через управляемую выпрямительную установку. Диаметр ротора 1240 мм.

Тяговый электродвигатель при напряжении 955 В и расходе охлаждающего воздуха 220 м³/мин развивает часовую мощность 1800 кВт (ток 2×1000 А, частота вращения ротора 710 об/мин, $\cos\varphi=0,878$); продолжительная мощность электродвигателя 1675 кВт, масса 7150 кг.

Первоначально электровоз ВЛ83 предполагалось оборудовать коллекторными тяговыми электродвигателями пульсирующего тока, но с целью уменьшения веса, габарита и повышения надежности электродвигателей от коллекторных машин решено было отказаться.

Для отключения сетевой обмотки трансформатора служит главный выключатель ВОВ-25-4М. Регулирование скорости электровоза как в режиме тяги, так и в режиме рекуперативного торможения осуществляется контроллером машиниста КМЭ-79.

На каждой секции электровоза установлены четыре мотор-вентилятора и мотор-компрессор; эти машины приводятся от электродвигателей

АЭ-92-4, получающих питание от расщепителя фаз НВ-455А. Расщепитель приводит во вращение генератор постоянного тока НВ-104

Электровоз согласно проекту должен иметь следующие тяговые параметры:

Режим	Сила тяги, кН (кгс)	Скорость, км/ч
Часовой	490 (50 000)	50
Продолжительный	441 (45 000)	52
Максимальной скорости	196 (20 000)	110

Общая масса электровоза 208 т; нагрузка от колесной пары на рельсы 26 т; минимальный радиус проходимых кривых при скорости 10 км/ч 125 м. Электровоз имеет оборудование для рекуперативного торможения, рассчитанное на работу от конструктивной скорости практически до полной остановки.

Проектированием опытного локомотива руководил в ту пору главный конструктор НЭВЗа Б. Р. Бондаренко.

3. Опытные грузовые электровозы ВЛ81 и ВЛ84

Второй путь замены на грузовых электровозах опорно-осевого подвешивания тяговых электродвигателей опорно-рамным — создание электровоза с индивидуальным приводом колесных пар, т. е. когда каждая колесная пара приводится своим электродвигателем, имеющим подвешивание опорно-рамного типа. Это направление специалистами ВЭЛНИИ считалось более перспективным, поскольку позволяло упростить конструкцию механической части по сравнению с электровозом, имеющим групповой привод (ВЛ83). Руководствуясь этими соображениями, конструкторы ВЭЛНИИ спроектировали, а НЭВЗ изготовил опытные восьмьюосные двухсекционные грузовые электровозы переменного тока в конце 1976 г. электровоз ВЛ81, а



Рис 8 Электровоз ВЛ81

в 1979 г., используя опыт создания этого электровоза, два электровоза ВЛ84. Одновременно с разработкой индивидуального опорно-рамного привода конструкторы решили вопрос повышения экономичности электровозов переменного тока за счет снижения расхода энергии на вентиляцию.

Электровоз ВЛ81. Кузов электровоза ВЛ81 (рис. 8) выполнен по типу кузова электровоза ВЛ80^Т с изменениями, связанными с подвешиванием тяговых электродвигателей и применением некоторых новых типов электрического оборудования. Длина электровоза такая же, как ВЛ80^Т (32 840 мм). Тележки, как и у электровоза ВЛ83, имеют только цилиндрические пружины в рессорном подвешивании; параллельно буксовым пружинам установлены фрикционные гасители колебаний. Колесная база тележек 2700 мм, общая колесная база секции 10 400 мм, диаметр колес 11 250 мм. Статический прогиб рессорного подвешивания первой ступени 58,5 мм, второй ступени 73,5 мм. Для передачи тягового и тормозного усилия, как

и на электровозе ВЛ83, применены наклонные тяги.

Тяговый привод состоит из одностороннего одноступенчатого прямозубого редуктора, полый цапфы с подшипниковым узлом, муфты с упругими элементами и деталей крепления муфты к центру зубчатого колеса и колесному центру. Передаточное число редуктора $65:22=2,955$, модуль зубчатых колес и шестерен 14.

На электровозе установлены шестиполюсные коллекторные тяговые электродвигатели НБ-507 с компенсационными обмотками. Главные полюсы имеют изоляцию «Монолит-2», остальные — полиамидную изоляцию. При напряжении на зажимах 1000 В в расходе охлаждающего воздуха 100 м³/мин тяговый электродвигатель имеет следующие параметры:

Режим	Мощность, кВт	Ток, А якоря	Ток, А обмотки воз буждения	Частота вращения якоря, об/мин
Часовой	930	985	955	670
Продолжительный	880	930	900	685

Максимальная частота вращения якоря 1570 об/мин, масса электродвигателя 4700 кг.

Выпрямительная установка (ВУК-4000Т), главный контроллер (ЭКГ-8Ж), главный выключатель (ВОВ-25-4М), ряд аппаратов и вспомогательные машины такие же, как на электровозе ВЛ80^т; в основном сохранена и электрическая схема этого электровоза. Установленный на электровозе ВЛ81 трансформатор ОДЦЭ-5000/25В в отличие от трансформатора ОДЦЭ-5000/25Б электровоза ВЛ80^т имеет двухрядное расположение радиаторов масляного охлаждения.

Для уменьшения расхода электроэнергии на вентиляцию на электровозе ВЛ81 применена совмещенная система вентиляции, уменьшены расход воздуха и потери напора на охлаждение трансформатора, тяговых электродвигателей, сглаживающих реакторов и выпрямительных установок. За счет этого расходы энергии на вентиляцию у электровоза ВЛ81 составляют 8 % от общих затрат энергии, тогда как у электровозов других типов эта величина достигает 18 %.

Электровоз ВЛ81 при среднеизношенных бандажах имеет следующие основные тяговые параметры:

Режим	Сила тяги, кН (кгс)	Скорость, км/ч
Часовой	510 (52 000)	51,2
Продолжительный	471 (48 000)	52,6
Максимальной скорости	69 (7 000)	120

Коэффициент полезного действия электровоза при продолжительном режиме 0,86; коэффициент мощности 0,855; масса электровоза 200 т.

Электровоз оборудован реостатным тормозом, мощность тормозных резисторов 7400 кВт, сила торможения при скорости 80 км/ч 324 кН (33 000 кгс)

Электровоз ВЛ81 по сравнению с электровозом ВЛ80^т имеет более высокие мощность и силу тяги (при

часовом режиме соответственно на 13,8 и 15 % и на 20 % более высокую мощность при конструктивной скорости).

Электровоз ВЛ81 после наладочных испытаний системы вентиляции и предварительной оценки динамических качеств в 1977 г. поступил в опытную эксплуатацию. В 1978 г. он прошел динамико-прочностные испытания. После испытаний тележки с опорно-рамным подвешиванием были заменены тележками с опорно-осевым подвешиванием тяговых электродвигателей (НБ-418К6 вместо НБ-507), и электровоз вновь поступил в опытную эксплуатацию в депо Батайск.

Электровоз ВЛ84. Результаты испытаний электровоза ВЛ81 были использованы при создании новых опытных двухсекционных восьмиосных грузовых электровозов переменного тока ВЛ84 (рис. 9 и 10). Так как техническими требованиями на эти электровозы предусматривалось исполнение их для работы в условиях холодного климата Байкало-Амурской магистрали (исполнение ХЛ), то они часто назывались электровозами для БАМа.

У электровоза ВЛ84 несколько удлинен кузов по сравнению с его предшественниками, что, в частности, позволило увеличить размеры кабин машиниста, установить оборудование для кондиционирования воздуха.

Кузова секций опираются на двухосные тележки через люльки; рамы тележек опираются на колесные пары через цилиндрические пружины, параллельно которым включены гидравлические демпферы. Общий статический прогиб рессорной системы составляет 120 мм. Буксы бесчелюстные. Тяговое и тормозное усилия от тележки к кузову передаются через наклонные тяги. Вращающий момент от тяговых электродвигателей установленных на рамах тележек, передается с помощью одностороннего прямозубого редуктора, большое зубчатое колесо соединено с полым

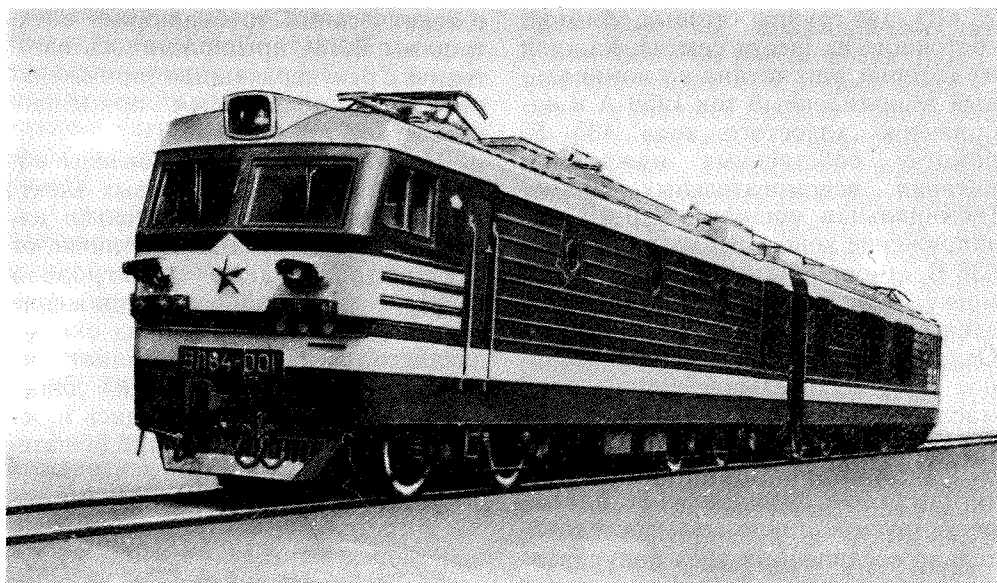


Рис 9 Электровоз ВЛ84

валом упругой резинокордной муфтой или поводками, а полый вал такими же элементами соединен с колесным центром, т. е. конструкция привода аналогична принятой на электровозе ВЛ81. Такая схема привода была впервые применена на построенном в 1976 г. пассажирском тепловозе ТЭП75 (см. главу III). Изготовление для электровозов ВЛ84 двух вариантов привода сделано с целью выбора на основании исследований и опытной эксплуатации наиболее совершенной кон-

струкции. Диаметр колес при новых бандажах 1350 мм; передаточное число редуктора $72:23=3,13$; модуль зубчатых колес 13.

Механические тормоза выполнены с двусторонним нажатием колодок на колеса. Каждая колесная пара имеет свой тормозной цилиндр диаметром 10".

На каждой секции электровоза установлен трансформатор ОДЦЭ-5300/25-78 ХЛ-2, имеющий сетевую обмотку номинальной мощностью 5590 кВ·А (напряжение

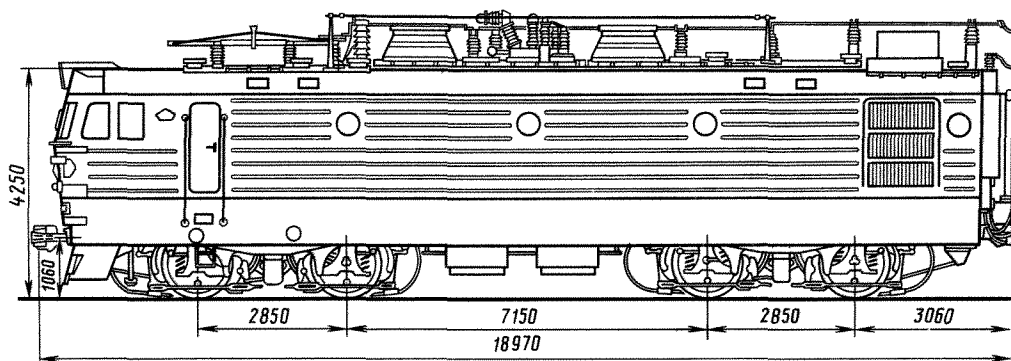


Рис. 10. Боковой вид секции электровоза ВЛ84

25 кВ), две группы тяговых обмоток, состоящие из шести секций, каждая из которых рассчитана на номинальный выпрямленный ток 1950 А и напряжение холостого хода 435 В, обмотку собственных нужд для питания вспомогательных машин (номинальная мощность 223 кВт·А, напряжение холостого хода 232, 406, 638 В, номинальный ток 550 А) и обмотку для возбуждения тяговых электродвигателей 2×261 В, 750 А. Охлаждение трансформатора масляное с принудительной циркуляцией масла и его воздушным охлаждением в радиаторах.

От каждой группы из трех тяговых обмоток напряжение, плавно регулируемое с помощью последовательно соединенных трех полууправляемых мостов, подается на зажимы двух параллельно включенных тяговых электродвигателей. Ранее такая схема была применена на электровозах Sg1, изготовлявшихся НЭВЗом для железных дорог Финляндии. Три полупроводниковых моста смонтированы в одной выпрямительной установке (всего на электровозе четыре установки). Каждое управляемое плечо моста состоит из шести параллельно включенных тиристоров; в неуправляемых плечах моста включены параллельно по пять диодов В2-1600. Выпрямительная установка рассчитана на номинальный ток 2×1600 А.

Электровозы имеют независимое возбуждение тяговых электродвигателей в режиме тяги и реостатного торможения. При этом обмотки всех восьми электродвигателей включаются последовательно и получают питание через управляемую выпрямительную установку, выполненную по двухполупериодной схеме с нулевым выводом. В каждом из двух плеч установки включено параллельно по четыре тиристора Т-1000. При реостатном торможении якоря электродвигателей подключаются к индивидуальным тормозным резисторам.

Первоначально в соответствии

с техническими требованиями электровозы ВЛ84 предполагалось изготовить с рекуперативным торможением, но в дальнейшем применили реостатное торможение.

На электровозе установлены восемь шестиполусных тяговых электродвигателей НБ-507 несколько иной конструкции. В отличие от электродвигателей электровоза ВЛ81 их номинальное напряжение повышено до 1050 В, расход охлаждающего воздуха составляет 95 м³/мин, на 17 мм увеличена длина централи. Поэтому изменились и основные параметры электродвигателей.

Режим	Мощность, кВт	Ток, А якоря	Ток, А обмоток возбуждения	Частота вращения якоря, об/мин
Часовой	950	950	920	730
Продолжительный	870	870	845	740

Масса электродвигателя 4600 кг, минимальное возбуждение 42%. Контроллер машиниста имеет реверсивную рукоятку, главную и рукоятку скорости. Положения реверсивной рукоятки: О — нулевое, Т — тяга (вперед — назад), Р — реостатное торможение (вперед — назад). Главная рукоятка имеет положения: БВ — быстрое выключение главного выключателя, О — нулевое, П — позиции сбора схемы управления линейными контакторами цепи тяговых электродвигателей, 1—25 позиции регулирования тока в тяговом режиме и тормозного усилия в режиме реостатного торможения. Рукоятка скорости с позициями 1—25 позволяет регулировать скорость электровоза.

Электровозы рассчитаны на работу по системе многих единиц.

В качестве фазорасщепителей, а также привода компрессоров и вентиляторов тяговых электродвигателей на опытных электровозах установлены асинхронные электродвигатели АЭ-92-4; для привода

вентиляторов, охлаждающих тормозные резисторы, служат электродвигатели постоянного тока НВ-107, питаемые от секций этих резисторов. Ранее такие электродвигатели были применены на электровозах ВЛ82^М (см. ниже).

Основные тяговые параметры электровозов ВЛ84 при среднеизношенных бандажах:

Режим	Сила тяги, кН (кгс)	Скорость, км/ч
Часовой	490 (50 000)	54,8
Продолжительный	451 (46 000)	56,0

Коэффициент полезного действия электровоза при продолжительном режиме 0,86, коэффициент мощности 0,86. Мощность тормозных резисторов 6800 кВт, тормозное усилие при скорости 80 км/ч 324 кН (33 000 кгс), при конструкционной скорости 120 км/ч 137 кН (14 000 кгс). Фактическая масса электровоза 206—207 т (по техническим условиям 200 ± 4 т).

Разработкой электровоза ВЛ84 руководил главный конструктор проекта, заместитель директора ВЭЛНИИ, лауреат Государственной премии В. Я. Свердлов.

Электровозы ВЛ84 в 1980 г. прошли тягово-энергетические испытания на экспериментальном кольце ВНИИЖТа (ВЛ84-001), а также динамические и по воздействию на путь на участке Белореченская — Армавир (ВЛ84-002). Затем электровозы поступили для эксплуатации в депо Батайск Северо-Кавказской железной дороги.

4. Грузовые двенадцатиосные электровозы ВЛ85

Все построенные до 1983 г. для железных дорог Советского Союза грузовые электровозы являются шести- или восьмиосными и имеют две кабины машиниста, причем два электровоза ВЛ80^с могут управляться одним машинистом, т. е. образовать

как бы шестнадцатиосный локомотив. На электровозах ВЛ80^с, выпускавшихся с середины 1983 г., один машинист может управлять тремя секциями (двенадцатью осями). Такое управление возможно также на электровозах постоянного тока ВЛ11 (см. ниже). Так как секции электровозов имеют по одной кабине машиниста с выходом из нее только в коридоры кузова, то при сцепке трех секций исключается сквозной проход из конца в конец двенадцатиосного локомотива, что ухудшает условия его обслуживания во время эксплуатации. Для устранения этого недостатка, значительного уменьшения количества электрического оборудования и монтажных материалов, ведущего не только к снижению стоимости электровоза, но и к снижению затрат на его ремонт и содержание, ВЭЛНИИ разработал проект двухсекционного двенадцатиосного электровоза переменного тока.

По этому проекту НЭВЗ в мае 1983 г. построил опытный электровоз, получивший обозначение ВЛ85-001 (рис. 11 и 12). В том же году НЭВЗ построил второй электровоз ВЛ85-002.

Проектированию и постройке электровоза ВЛ85 предшествовало длительное обсуждение специалистами-тяговиками типов новых грузовых электровозов, которые должны строиться в двенадцатой (1986—1990 гг.) и последующих пятилетках. По этому вопросу высказывалось два основных мнения. Одно состояло в том, что для грузового движения необходимо строить только четырехосные секции и из них в зависимости от веса поезда и профиля пути составлять восьми-, двенадцати- и шестнадцатиосные локомотивы, при этом широко применять в эксплуатации изменение числа секций с тем, чтобы при обслуживании поездов различного веса на участке более полно использовать тяговые возможности электровоза. Вторая концепция заключалась в

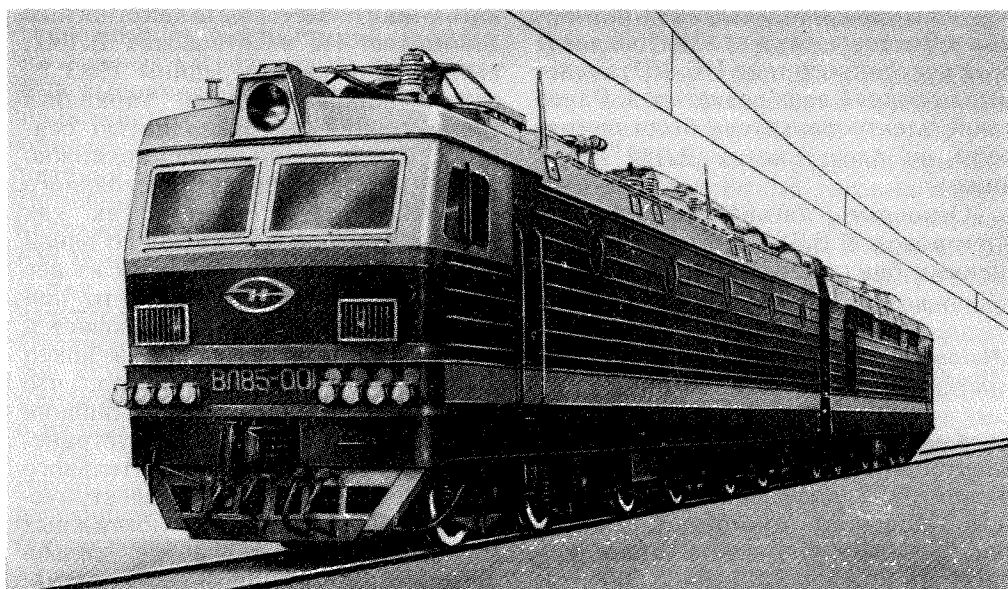


Рис 11 Электровоз ВЛ85

том, что в парке грузовых электровозов должны быть локомотивы, составляемые как из четырех-, так и из шестиосных секций, причем при однотипных тяговых электродвигателях, колесных парах, зубчатых передачах и системах управления тяговыми электродвигателями должна иметься возможность формировать локомотив даже из разных по числу осей секций. Это позволяет получать восьми-, десяти-, двенадцать-

ти-, четырнадцати-, шестнадцати- и семнадцатиосные локомотивы.

Электровоз ВЛ85, состоящий из двух шестиосных секций, явился частичным практическим воплощением второй концепции. Длина этого локомотива по осям автосцепок 45 000 мм, тогда как двенадцатиосный электровоз, составленный из трех секций электровоза ВЛ80^с, имеет длину 49 260 мм, т. е. более чем на 4 м длиннее.

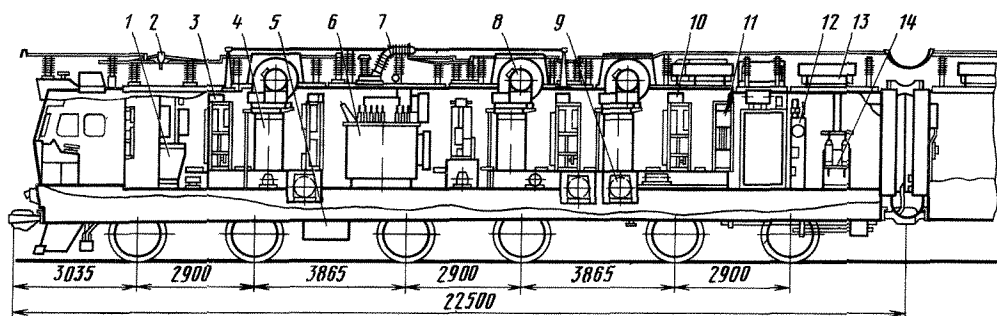


Рис 12 Расположение оборудования на секции электровоза ВЛ85

1 — блок автоматического управления 2 — токоприемник 3 — блок силовых аппаратов 4 — преобразователь 5 — аккумуляторная батарея 6 — тяговый трансформатор 7 — главный воздушный выключатель 8 — центробежный вентилятор 9 — сглаживающий реактор 10 — блок силовых аппаратов 11 — блок вспомогательного оборудования 12 — блок пневматического оборудования 13 — главный воздушный резервуар 14 — мотор компрессор

Кузов каждой секции электровоза ВЛ85 опирается на три двухосные тележки, тяговые и тормозные усилия от которых передаются к кузову с помощью наклонных тяг. Средняя тележка может перемещаться в поперечном направлении по отношению к кузову при прохождении электровозом кривых участков пути. Происходит это за счет изменения длины и положения стержней, через которые часть веса кузова передается на среднюю тележку. Каждая опора средних тележек состоит из двух стержней и цилиндрической пружины. Такая конструкция ходовой части электровоза предварительно была испытана в 1981 г на макетной шестиосной секции на участке Белореченская — Майкоп Северо-Кавказской железной дороги. По теоретическим расчетам, проведенным ВЭЛНИИ, экипаж с осевой формулой $2_0-2_0-2_0$ лучше экипажа с осевой формулой 3_0-3_0 по фактору износа колес, набегающих на наружный рельс в кривой, и по возникающим боковым силам. Испытания дали благоприятные результаты.

Механическая часть электровоза ВЛ85 спроектирована таким образом, что под кузов электровоза можно подкатить тележку как с опорно-осевым, так и с опорно-рамным подвешиванием электродвигателей.

На каждой секции электровоза установлены тяговый трансформатор ОНЦЭ 10 000/25-82УХЛ2 и три преобразовательные выпрямительно-инверторные установки ВИП-4000, предназначенные в режиме тяги для преобразования однофазного тока в постоянный с плавным регулированием напряжения, а в режиме рекуперативного торможения — для преобразования постоянного тока в переменный частотой 50 Гц. Трансформатор имеет сетевую обмотку (номинальная мощность 7100 кВ·А, напряжение 25 кВ), три группы тяговых обмоток, состоящих из двух секций каждая (номинальный ток 1700 А, напряжение 1260 В), обмотку

собственных нужд (напряжение 630, 405, 225 В и номинальный ток 650 А) и обмотку для возбуждения тяговых электродвигателей (номинальный ток 650 А, напряжение 270 В). Охлаждение трансформатора принудительное масляно-воздушное, масса трансформатора 9900 кг.

Каждая выпрямительно-инверторная установка рассчитана на питание двух параллельно соединенных тяговых электродвигателей, расположенных на одной тележке.

Установка ВИП-4000 по схеме подобна установке ВИП1-2200М электровоза ВЛ80^р, но в ней применены более мощные тиристоры Т353-800 28 класса. Предельный ток вентилей 490 А. Общее количество вентилей в преобразователе 80. Управление преобразователем на электровозы ВЛ85-001 осуществляется с помощью блока БУВИП-113, а на ВЛ85-002 — БУВИП-133 на микроэлектронике.

На опытных электровозах ВЛ85 применены такие же колесно-моторные блоки, что и на электровозах ВЛ80^т, ВЛ80^с, ВЛ80^р (тяговые электродвигатели НБ-418К6, передаточное число редуктора 4,19, диаметр колесных пар 1250 мм). Сделано это было для ускорения выпуска опытных электровозов, так как намеченные для них новые тяговые электродвигатели НБ-514 еще не были готовы, а вопросы, связанные с изготовлением опорно-рамной подвески, не были решены.

На каждой секции электровоза установлен токоприемник Л-13У1, главный выключатель ВОВ25 4МУХЛ1, контроллер машиниста КМ-87, две последовательно включенные аккумуляторные батареи 21-НК-125, пневматические и электромагнитные контакторы.

На электровозе предусмотрено автоматическое управление движением, обеспечивающее в тяговом режиме разгон с заданным током до заданной скорости с последующим ее поддержанием, а в режиме рекупера-

тивного торможения предварительное подтормаживание, поддержание заданного тормозного усилия в режиме остановочного торможения и заданной скорости при движении на спусках.

Для привода вспомогательных машин (вентиляторов, компрессоров) и в качестве фазорасщепителей используются трехфазные асинхронные электродвигатели АНЭ-225L4УХЛ2; на каждой секции установлены пять электродвигателей для привода вентиляторов и один для привода компрессора. Эти электродвигатели, изготовленные Владимирским электромоторным заводом, предварительно испытывались в условиях нормальной эксплуатации на электровозах ВЛ80^с (см. выше). На электровозе применено поперечное расположение силового оборудования и его блочный монтаж. Это позволило лучше использовать пространство высоковольтной камеры и обеспечить удобный доступ к блокам оборудования.

Скорости часового, продолжительного режимов и конструкционная (110 км/ч) первых электровозов ВЛ85 такие же, как у электровозов ВЛ80^т, ВЛ80^с, ВЛ80^р, а сила тяги в полтора раза больше, чем у них. Масса электровоза 288 т, т. е. нагрузка от колесных пар на рельсы 24 тс. Электровоз рассчитан на прохождение кривых радиусом 125 м со скоростью 10 км/ч.

Опытные электровозы прошли испытания на кольце НЭВЗ, тягово-энергетические испытания на экспериментальном кольце ВНИИЖТа (электровоз ВЛ85-002), динамические и по воздействию на путь на участке Белореченская — Майкоп Северо-Кавказской железной дороги (электровоз ВЛ85-001). Эксплуатационные испытания электровозы проходили на линии Мариинск — Красноярск — Тайшет, Абакан — Тайшет — Лена и на Северо-Кавказской железной дороге. Государственная комиссия по приемке

опытно-конструкторских работ дала заключение, что электровоз ВЛ85 может быть отнесен к высшей категории качества и рекомендовала НЭВЗу в 1985 г. выпустить установочную партию (пять) электровозов ВЛ85, а с 1986 г. приступить к их серийному производству. Проектированием электровозов руководил заместитель директора ВЭЛНИИ В. Я. Свердлов.

В 1985 г. НЭВЗ изготовил установочную партию электровозов ВЛ85. На них были установлены тяговые электродвигатели НБ-514, несколько отличающиеся по конструкции и параметрам от тяговых электродвигателей НБ-418К6, но взаимозаменяемые с ними по установочным размерам. Основными отличиями электродвигателей НБ-514 от НБ-418К6 являются изменения конструкции крепления катушек дополнительных полюсов и применение изоляции класса F с более высокой теплопроводностью и влагостойкостью.

При напряжении выпрямленного тока 980 В, возбуждении 98 % и расходе охлаждающего воздуха 95 м³/мин электродвигатель НБ-514 имеет следующие параметры:

Режим	Мощность, кВт	Ток, А	Частота вращения якоря, об/мин
Часовой . . .	835	905	905
Продолжительный . . .	780	843	925

Максимальная частота вращения якоря 2040 об/мин, масса электродвигателя 4300 кг.

Повышение мощности нового электродвигателя по сравнению с НБ-418К6 на 6 % получено за счет увеличения тока на 3 % и номинального напряжения на 3 %.

При тяговых электродвигателях НБ-514 электровоз ВЛ85 имеет следующие тяговые параметры:

Режим	Сила тяги, кН(кгс)	Скорость, км/ч
Часовой . . .	726(74 000)	49,1
Продолжительный	657(67 000)	50,0

5. Опытный грузовой электровоз ВЛ86^Ф

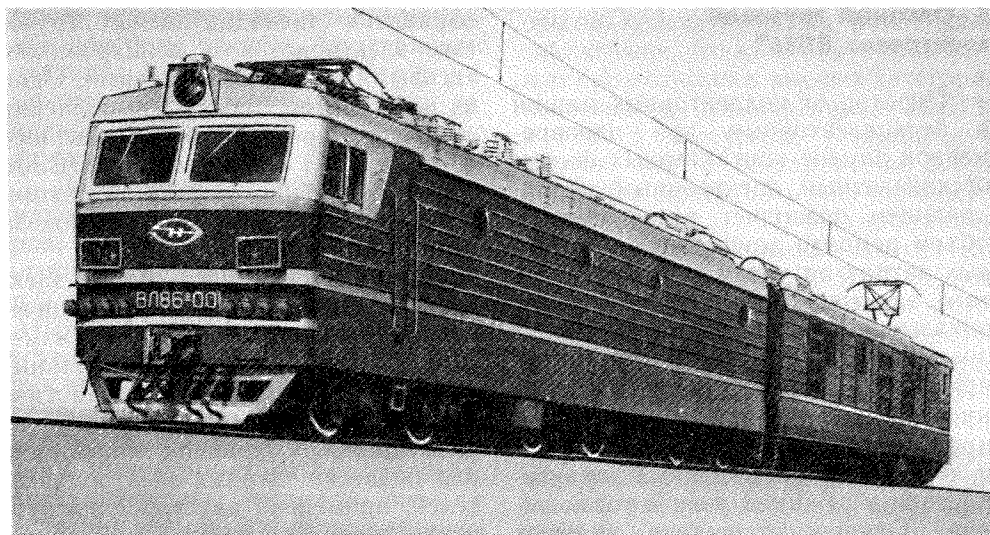
Переход от коллекторных машин к бесколлекторным при одновременной замене контакторных систем бесконтактным электронным оборудованием позволяет резко снизить объем ремонта локомотива и трудовых затрат по уходу за ним. Кроме того, электронное оборудование, как показывает опыт создания электровозов ВЛ80^Р и ВЛ85, позволяет применять более рациональные технические решения при автоматизации процессов управления локомотивом и легче получать заданные характеристики в режимах тяги и торможения. Однако отсутствие силовых электронных преобразователей и электронного оборудования для систем управления, отвечающих не только по своим параметрам, но и по надежности условиям работы на локомотивах, не позволяли долгое время создать электровозы с бесконтактными электрическими машинами и аппаратами, имеющие более высокие технико-экономические показатели по сравнению с электровозами с контактной аппаратурой и коллекторными тяговыми электродвигателями. Построенный в 1971 г. НЭВЗом опытный восьмиосный грузовой электровоз ВЛ80^А-751 с асинхронными тяговыми электродвигателями из-за несовершенства электронной элементной базы того времени, а также низких удельных технических показателей конденсаторов не смог реализовать заданные тяговые характеристики. Дальнейшее совершенствование электронных приборов позволило в начале 80-х годов вновь вернуться к работам по созданию электровозов с асинхронными тяговыми электродвигателями. В соответствии с программой Государственного комитета по науке и технике ВЭЛНИИ, НЭВЗ и ряд других научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций в течение одиннадцатой пятилетки вели разработки двух

вариантов двенадцатиосных грузовых электровозов с асинхронными тяговыми электродвигателями. Один из вариантов после выполнения рабочего проекта был завершен в конце 1985 г. постройки НЭВЗом совместно с финской фирмой «Кюми-Стрёмберг» опытного электровоза ВЛ86^Ф-001 (рис. 13 и 14).

Механическая часть этого электровоза выполнена по типу механической части электровоза ВЛ85 с изменениями отдельных узлов, связанными с применением на локомотиве другого оборудования и иного его размещения. Сохранена опорно-осевая подвеска тяговых электродвигателей, применена двусторонняя зубчатая передача; передаточное число редуктора $88:21=4,19$.

На каждой секции электровоза установлен трансформатор ОНДЦЭ-10 000/25-83 УХЛ2, имеющий шесть тяговых обмоток для питания преобразователей и обмотку собственных нужд. Номинальное напряжение на тяговых обмотках 830 В, на обмотке собственных нужд 397 В, на ее отпайке 216 В.

От трансформатора через три преобразовательные установки (по одной на тележку) получают питание тяговые электродвигатели. Преобразователи однофазного тока частотой 50 Гц в трехфазный ток переменных частоты и напряжения выполнены аналогично преобразователям электровозов Е120 с асинхронными тяговыми двигателями, построенных фирмой ВВС для железных дорог ФРГ. Каждый преобразователь имеет по два четырехквадрантных устройства (по одному выпрямителю с широтно-импульсной модуляцией на тяговый электродвигатель), работающих на общий емкостный фильтр. После промежуточного звена постоянного тока происходит инвертирование постоянного тока по методу широтно-импульсной модуляции в трехфазный ток с плавным изменением частоты и напряжения. Преобразовательные установки охлаждаются

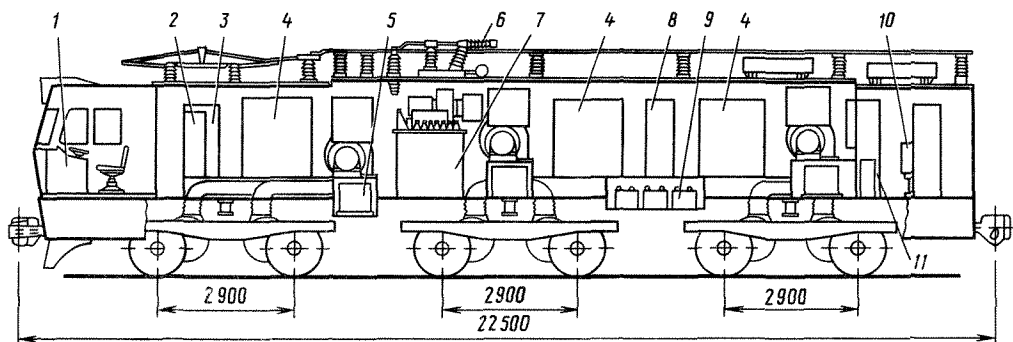
Рис 13 Электровоз ВЛ86^Ф

жидкостью (силиконовое масло), тепло от которой отбирается прогоняемым вентиляторами через радиаторы воздухом.

Для опытного электровоза НЭВЗом были изготовлены трехфазные короткозамкнутые тяговые электродвигатели НБ-607, выполненные по типу электродвигателей НБ-602, установленных на электровозе ВЛ80^А-751. В процессе работы над электродвигателем НБ-607 первоначально были проведены необходимые исследования на электродвигателях

НБ-602^Ф (модификация НБ-602). Электродвигатели НБ-607 при напряжении 1300 В, частоте тока 45 Гц и расходе охлаждающего воздуха 100 м³/мин имеют мощность режимов: часового 950 кВт, продолжительного 900 кВт и частоту вращения ротора при продолжительном режиме 890 об/мин. Обмотки электродвигателя соединены по схеме «звезда» без нулевого вывода. Масса электродвигателя 4060 кг.

Управление электровозом осуществляется с помощью контроллера

Рис 14 Расположение оборудования на секции электровоза ВЛ86^Ф

1— пульт управления, 2— блок электронной системы управления, 3— блок питания, 4— преобразователь частоты 5— сетевой дроссель 6— главный воздушный выключатель, 7— тяговый трансформатор, 8— блок вспомогательного оборудования, 9— конденсаторы в цепи питания вспомогательных машин, 10 — мотор компрессор, 11— блок пневматического оборудования

машиниста, имеющего главную (штурвал), реверсивно-режимную рукоятку и рукоятку скорости. С валами главной рукоятки и рукоятки скорости механически связаны потенциометры. Напряжение на выводах потенциометра главной рукоятки пропорционально углу ее поворота. Это напряжение подается на преобразователь напряжения — частота (инвертор), чем задается необходимая нагрузка. Изменением напряжения на потенциометре рукоятки скорости задается скорость движения электровоза. Если машинист выбирает нагрузку меньше необходимой для заданной скорости, то эта скорость не будет достигнута.

Электрическое оборудование электровоза рассчитано на применение рекуперативного торможения и управление двумя электровозами по системе многих единиц.

Вентиляторы трансформатора и тяговых электродвигателей, а также компрессоры приводятся трехфазными электродвигателями АНЭ-225L4-УХЛ2, получающими питание через фазорасщепитель (такой же электродвигатель). Для привода вентиляторов и масляных насосов преобразовательных установок использованы трехфазные асинхронные электродвигатели НХВР/В-365А1 фирмы «Кюми-Стрёмберг». Аккумуляторная батарея 42КН-125 заряжается от статического преобразователя. Масса электровоза 300 т (нагрузка от колесной пары на рельсы 25 тс); конструкционная скорость 110 км/ч, сила тяги при скорости 50 км/ч 804 кН (82 000 кгс) при часовом режиме; 765 кН (78 000 кгс) при продолжительном режиме; при конструкционной скорости 343 кН (35 000 кгс).

6. Пассажирские электровозы ЧС4^т

Шестиосный электровоз ЧС4^т (рис. 15 и 16) является основным типом пассажирского локомотива

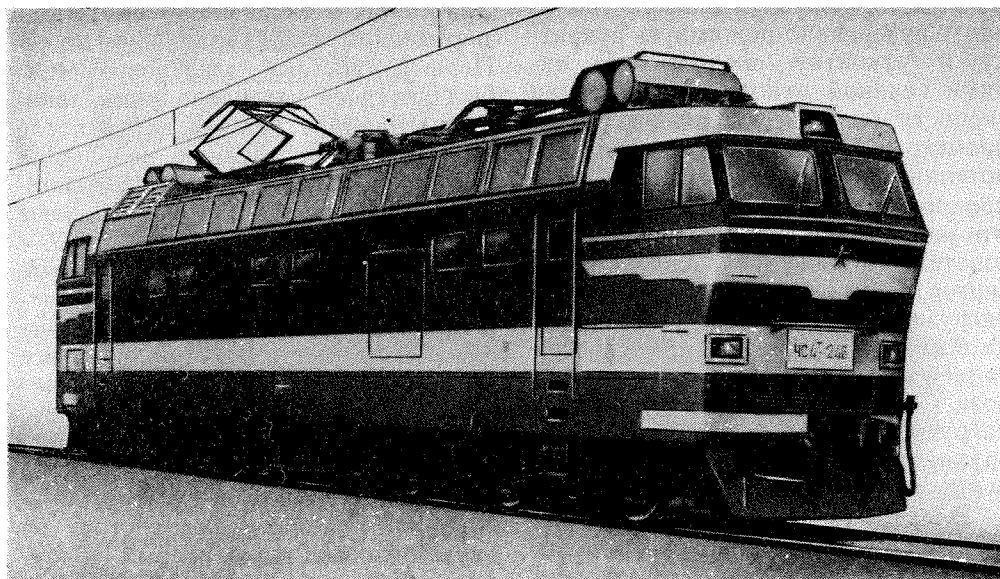
для линий, электрифицированных на переменном токе напряжением 25 кВ. Первый опытный электровоз ЧС4^т был построен чехословацкими заводами Шкода в 1971 г., затем после внесения в конструкцию небольших изменений электровозы ЧС4^т (заводской тип 62Е) строились этим заводом в 1973—1974, 1977—1985 гг. и начале двенадцатой пятилетки.

Кузов электровоза состоит из главной рамы, воспринимающей все вертикальные и горизонтальные нагрузки, двух кабин машиниста, боковых стенок и крыши, под которой расположена всасывающая камера системы охлаждения электрооборудования. Главная рама состоит из двух боковых, шкворневых и буферных брусьев и ряда поперечных балок

Кузов электровоза опирается на две трехосные тележки через упругие боковые опоры (четыре на каждой тележке). Тяговые и тормозные усилия передаются через два шкворня, расположенных на продольной оси электровоза.

Тележки имеют сварные рамы. Буксы снабжены двумя цилиндрическими однорядными роликовыми подшипниками; диаметр шейки колесной пары 180 мм. Буксы соединены с рамой тележки с помощью поводков и резинометаллических блоков как и на электровозах ВЛ80^т, ВЛ80^с и ряде других грузовых локомотивов.

Рессорное подвешивание тележек состоит из подбуксовых балансиров и цилиндрических пружин; для каждого буксового узла подвешивание самостоятельное (индивидуальное), требующее систематической регулировки. Между подбуксовыми балансиром и рамой тележки установлены масляные амортизаторы. Тележки связаны между собой сочленением, выполненным в виде треугольников, соединенных упругой муфтой. Общий статический прогиб рессорного подвешивания электрово-

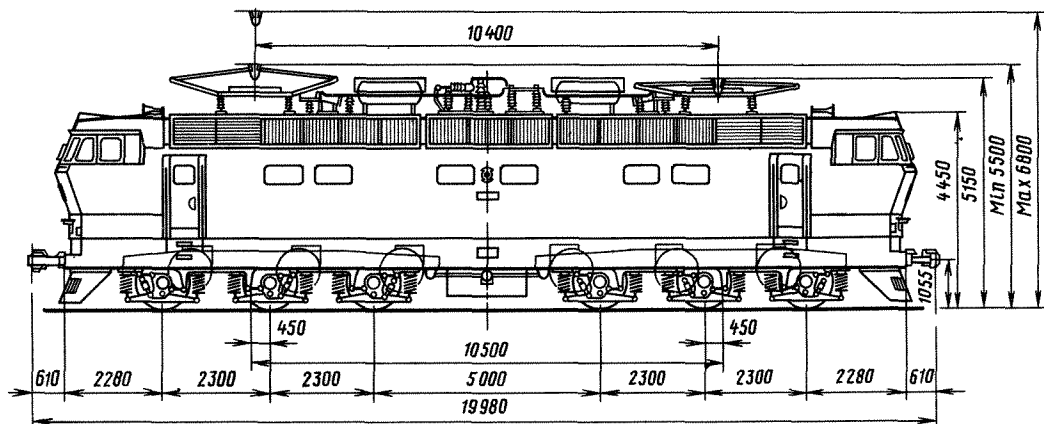
Рис 15 Электровоз ЧС4^Т

за 140 мм, из них около 100 мм приходится на первую ступень

На каждой тележке установлены по три тормозных цилиндра диаметром 10". Усилие от штока цилиндра передается на четыре башмака колесной пары (торможение двустороннее), на каждом башмаке укреплены две тормозные колодки. Управление тормозами осуществляется краном машиниста № 395 с помощью воздухораспределителя

№ 292 001 и электровоздухораспределителя № 305, установлен также кран вспомогательного тормоза № 254

Тяговые электродвигатели установлены на рамах тележек. Внутри якоря электродвигателя размещен карданный привод, соединенный с якорем и шестерней. Последняя вместе с зубчатым колесом колесной пары помещена в кожух и вращается в подшипниках, также укрепленных

Рис 16 Основные размеры электровоза ЧС4^Т

в кожухе, положение которого фиксируется по отношению к колесной паре роликовым подшипником, посаженным на ось колесной пары. Такая конструкция передачи, получившая название привода системы Шкода, позволяет колесной паре перемещаться относительно тягового электродвигателя при работе рессорного подвешивания.

До электровозов ЧС4^Т такая передача применялась на электровозах ЧСЗ, ЧС2 и ЧС4 чехословацкой постройки.

Передаточное число редуктора $74/28=2,64$. Зубчатые колеса насажены на оси колесных пар. Диаметр колес при новых бандажах 1250 мм.

На электровозе установлен трансформатор SL68/3848/51, который имеет обмотку автотрансформатора с 32 ступенями регулирования, первичную тяговую, две вторичные тяговые обмотки, а также обмотки для отопления вагонов поезда, собственных нужд и для питания обмоток возбуждения тяговых электродвигателей при реостатном торможении.

Трансформатор рассчитан на входную мощность при напряжении 25 кВ 8058 кВ·А. Номинальная мощность первичной тяговой обмотки 6850 кВ·А, напряжение на ее зажимах может меняться в пределах от 0 до 25 000 В, при этом напряжение на зажимах вторичных тяговых обмоток при холостом ходе меняется от 0 до 1040 В. Продолжительный ток вторичных тяговых обмоток 3300 А, часовой ток 3420 А. Обмотка отопления состава рассчитана на номинальную мощность 800 кВ·А, номинальное напряжение 3100 В и продолжительный ток 259 А, обмотка собственных нужд — на номинальную мощность 275 кВ·А, номинальное напряжение 354/256/221 В, продолжительный ток 778 А, обмотка для питания обмоток возбуждения — на номинальную мощность 133 кВ·А, номинальное напряжение 133 В. Трансформатор имеет три стерж-

ня. Обмотки и стержни охлаждаются маслом, для циркуляции которого применены два бессальниковых моноблочных центробежных насоса с асинхронными электродвигателями, погруженными в масло. Общая масса трансформатора 11 400 кг, из них на масло приходится 2200 кг.

От каждой вторичной тяговой обмотки через свою выпрямительную установку, собранную по мостовой схеме, питаются три параллельно включенных тяговых электродвигателя. В плечо моста включены параллельно 16 цепей, в каждой из которых по четыре последовательно соединенных кремниевых вентиля D200. Общее количество вентиля в силовой цепи трех тяговых электродвигателей $4 \cdot 16 \cdot 4=256$. Вентиля рассчитаны на номинальный ток 200 А и обратное напряжение 500 В. Расположены они в двух металлических шкафах. Там же имеются выпрямители для питания вспомогательных машин, выполненные в виде мостов из 32 вентиля, в плече четыре параллельные ветви, в каждой по два последовательно включенных вентиля. Охлаждение вентиля установки воздушное. Для снижения пульсаций выпрямленного тока в цепи тяговых электродвигателей включены сглаживающие реакторы.

Регулирование напряжения осуществляется на стороне высокого напряжения путем переключения выводов обмотки автотрансформатора переключателем ступеней TRPL с электропневматическим приводом. При такой системе контакторы переключателя разрывают цепи с меньшими по величине токами, но изоляция отдельных частей переключателя должна быть рассчитана на полное напряжение контактной сети. С помощью переключателя ступеней возможно получить 32 позиции пуска, на каждой из которых можно работать продолжительно. На ступенях с 26-й по 32-ю возможно получать пять

ступеней ослабления возбуждения тяговых электродвигателей — 72; 60; 51; 44 и 40 %.

Защита выпрямительных установок от токов перегрузки и коротких замыканий на тяговых электродвигателях осуществляется главным воздушным выключателем 2ДВВ-25А, рассчитанным на номинальный ток 400 А, номинальный ток выключения 10 кА и номинальную выключающую мощность 250 МВ·А.

Тяговые электродвигатели АЛ-4442пР имеют шесть главных и шесть добавочных полюсов и выполнены без компенсационной обмотки. Электродвигатели рассчитаны на питание пульсирующим током. Основные технические данные электродвигателей при номинальном напряжении 800 В и возбуждении 95,5 %:

Режим	Мощность, кВт	Ток, А	Частота вращения якоря, об/мин
Часовой . . .	850	1140	1200
Продолжительный . . .	820	1100	1215

Максимальное рабочее напряжение на зажимах электродвигателей 900 В; расчетное количество охлаждающего воздуха 9,6 м³/мин; максимальная частота вращения якоря 1860 об/мин.

Обмотки электродвигателей имеют изоляцию класса Н, допускающую перегрев обмоток полюсных катушек до 180 °С и обмоток якоря до 160 °С. Обмотка якоря петлевая. Масса электродвигателя 2950 кг.

Контроллер машиниста 21КР1 имеет реверсивную рукоятку (положения вперед, нулевое, назад), штурвал для управления переключением ступеней и рукоятку для получения пяти ступеней ослабления возбуждения. Штурвалом можно осуществлять автоматический набор позиций до заданной и набор по одной позиции, фиксировать определенную позицию и сбрасывать позиции автоматически или по одной.

Электрическое торможение производится с помощью крана машиниста (совместно с пневматическим) или отдельного командного аппарата (тормозного контроллера). Возбуждение тяговых электродвигателей при торможении регулируется тиристорным преобразователем, получающим питание от соответствующей обмотки трансформатора.

При реостатном торможении цепь якоря каждого тягового электродвигателя подключается к индивидуальному резистору. Система автоматического регулирования ограничивает использование реостатного торможения по мощности тормозных резисторов, максимальной тормозной силе и току возбуждения.

На электровозе установлены два двухцилиндровых двухступенчатых компрессора К2-Лок2, имеющих при частоте вращения вала 635 об/мин производительность 2,1 м³/с. Компрессор приводится через редуктор электродвигателем 11А-2135/4.

Электродвигатели вспомогательных машин коллекторные, питаются пульсирующим током номинального напряжения 220 В. Для привода вентиляторов, охлаждающих тяговые электродвигатели и выпрямительные установки, применены электродвигатели 1А-2732/4; для привода вентиляторов, охлаждающих сглаживающие реакторы и масляные радиаторы трансформатора — 6А-2135/4.

Основные данные приводных электродвигателей:

Тип	1А 2732/4	11А 2135/4	6А-2135/4
Мощность, кВт	25	17	17
Номинальный ток, А	135	93	93
Частота вращения якоря, об/мин	1800	2800	2800
Масса, кг	340	300	210

Номинальное напряжение цепей управления 48 В. Эти цепи питаются от статического преобразователя или от щелочной аккумуляторной батареи НКТ-160 (40 элементов).

При среднеизношенных бандажах (диаметр 1205 мм) электровоз имеет следующие тяговые данные:

Режим	Сила тяги, кН(кгс)	Скорость, км/ч	Возбуждение, %
Часовой . . .	171(17 400)	106	95,5
Продолжительный . . .	165(16 800)	108	95,5
Максимальной скорости . . .	125(12 700)	160	40

Конструкционная скорость электровоза 180 км/ч. Тормозные резисторы рассчитаны на мощность 5000 кВт. Масса электровоза в рабочем состоянии 126 т.

Выпущенный в 1982 г. электровоз ЧС4^Т-517 был двухтысячным электровозом, построенным заводами Шкода для железных дорог Советского Союза.

Торжественная передача этого локомотива была проведена в депо Ильича 30 ноября 1982 г.

В процессе выпуска электровозов ЧС4^Т несколько менялась конструкция отдельных узлов и аппаратов, а также схемы включения некоторых приборов. Наибольшие изменения были внесены в конструкцию трансформатора для повышения надежности его работы. С электровозов, получивших заводское обозначение 62Е₂, изменено направление потока охлаждающего масла (было сверху вниз, стало наоборот), усовершенствованы масляные радиаторы; с электровозов 62Е₃ усилена изоляция обмоток низкого напряжения, изменены расположение и сечение проводников части катушек обмотки высокого напряжения; с электровозов 62Е₄ активная часть трансформатора выполняется выемной.

7. Опытные пассажирские электровозы ЧС8

Одним из способов повышения провозной способности железных дорог является увеличение количества вагонов в пассажирском поезде,

а следовательно, и его веса. При этом необходимы локомотивы, имеющие более высокие сцепные веса, что на электрифицированных линиях практически означает переход от шестисосных пассажирских электровозов к восьмиосным. Такой переход первоначально был начат на линиях, электрифицированных на постоянном токе (см. гл. II). Параллельно с изготовлением восьмиосных электровозов постоянного тока завод Шкода вел работы по созданию восьмиосных пассажирских электровозов переменного тока.

В начале 1983 г. завод изготовил первый опытный электровоз ЧС8-001 (рис. 17 и 18), которому предприятие присвоило заводское обозначение 81Е₀.

Механическая часть электровоза ЧС8 выполнена по типу механической части ранее построенных электровозов постоянного тока ЧС200 и ЧС6, но имеет ряд особенностей. Уменьшена на 250 мм колесная база тележек, при сохранении диаметра новых колес (1250 мм) применены редукторы с передаточным числом, как и на электровозе ЧС4^Т (2,64). В кабинах поставлены кондиционеры. На каждой секции электровоза установлен трансформатор SL-66/3749/54 входной мощностью 6424 кВ·А при номинальном напряжении 25 кВ. Первичная тяговая обмотка трансформатора имеет продолжительную мощность 4910 кВ·А, напряжение 0—25 кВ. Напряжение на вторичной тяговой обмотке 2(0—1040)В, продолжительный ток 2×2360 А, обмотка для питания вспомогательных машин имеет номинальную мощность 185 кВ·А, напряжение холостого хода 680 В; обмотка собственных нужд соответственно 145/57/22 кВ·А и 113/226/264 В, обмотка отопления вагонов поезда 1100 кВ·А и 3021 В. Охлаждение трансформатора масляное, принудительное.

Первичная тяговая обмотка трансформатора получает напряже-

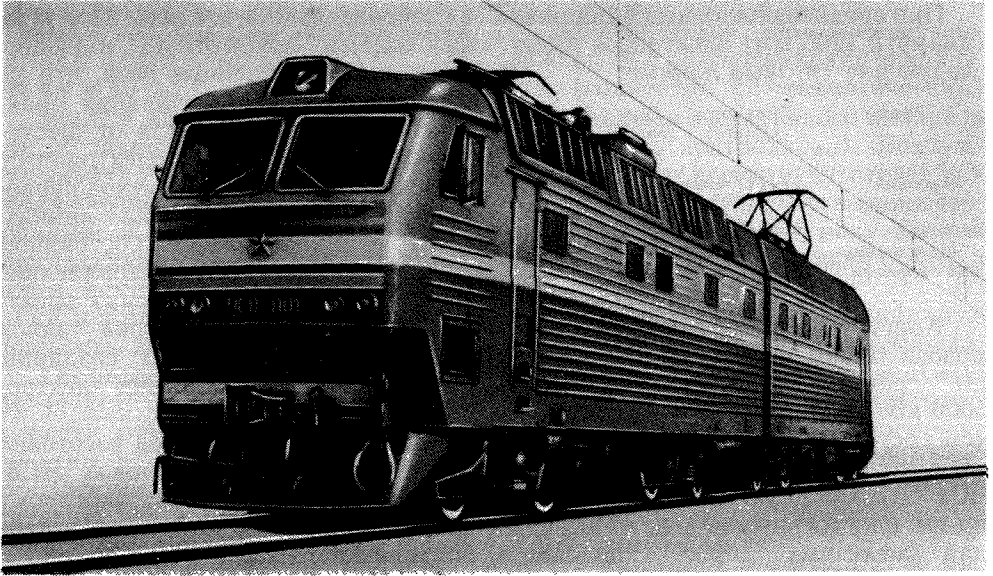


Рис 17 Электровоз ЧС8

ние от обмотки автотрансформатора через переключатель, имеющий 32 ступени регулирования напряжения (как и на электровозах ЧС4^т)

От трансформатора через две выпрямительные установки получают питание тяговые электродвигатели (по два параллельно включенных электродвигателя на каждую установку). Выпрямительная установка

представляет собой мост, в каждое плечо которого включено по шесть параллельно соединенных вентилях (всего 24 вентиля, помещенных в одном шкафу). Вентиля табличного типа, их номинальный ток 500 А, напряжение 4000 В. Номинальный ток выпрямительной установки 3400 А, номинальное обратное напряжение 1470 В.

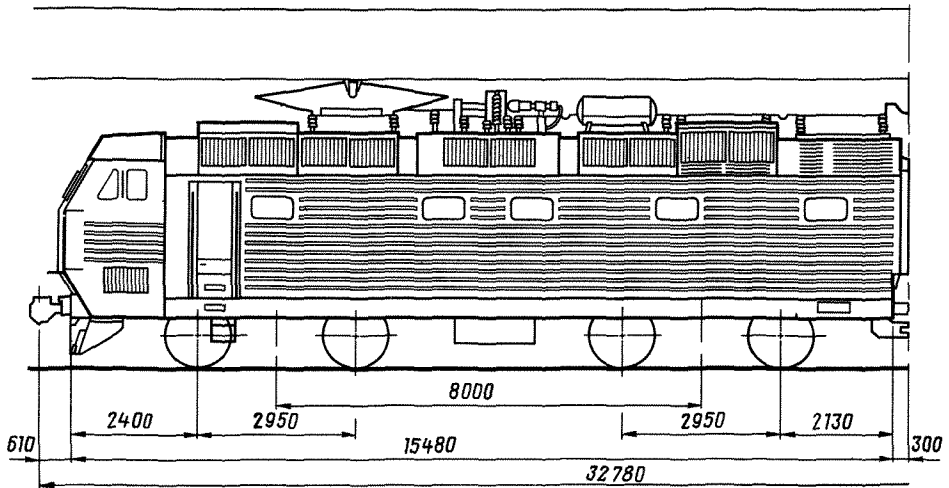


Рис 18 Основные размеры

На электровозе установлены восемь тяговых электродвигателей AL-4442NP, близких по конструкции электродвигателям электровозов ЧС4^т. Обмотки электродвигателей имеют изоляцию класса Н, допускающую перегрев обмоток якоря до 160 °С, обмоток полюсов — до 180 °С. Продолжительная мощность электродвигателя при напряжении 820 В и расходе охлаждающего воздуха 1,8 м³/мин 900 кВт (ток 1190 А, частота вращения якоря 1215 об/мин), максимальная частота вращения якоря 1860 об/мин, масса электродвигателя 3200 кг.

На каждой секции установлены главный выключатель и токоприемник. Главный выключатель рассчитан на разрывную мощность 250 МВ·А при напряжении 25 кВ, номинальный ток 400 А. Токоприемник 2SLS2 рассчитан на длительный ток 500 А и конструкционную скорость 180 км/ч.

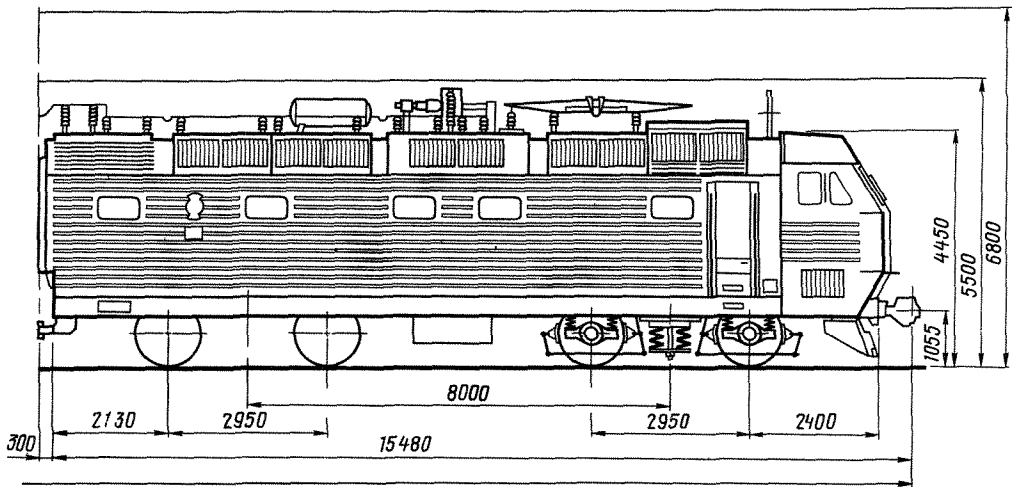
Переключатель ступеней рассчитан на номинальное напряжение 25 кВ, часовой ток 300 А и продолжительный ток 280 А. Начиная с 26-й ступени возможно применять пять ступеней ослабления возбуждения тяговых электродвигателей 72, 60, 51, 44 и 40 %.

Контроллер машиниста 21KR2 выполнен по типу контроллера машиниста чехословацких электровозов ЧС4^т.

Для привода вентиляторов, охлаждающих трансформатор, тяговые электродвигатели, сглаживающие реакторы, резисторы ослабления возбуждения, служат коллекторные электродвигатели А-2236/4, для привода компрессоров — электродвигатели 1А-2236/4 (номинальная мощность 25 кВт, напряжение 440 В, ток 69 А, частота вращения якоря 2800 об/мин). Вентилятор, охлаждающий тормозные резисторы, приводится электродвигателем Ао-2236/4, который питается от одной из секций этих резисторов.

Компрессоры КЗ-Лок2, установленные на электровозе ЧС8, аналогичны по конструкции компрессорам электровозов ЧС4^т, но имеют производительность 2,9 м³/мин.

Цепи управления и освещения питаются постоянным током номинального напряжения 48 В. Аккумуляторная батарея НКТ-160 (37 + 3 элементов) заряжается через зарядный агрегат ASL3 (входное напряжение 220 В, частота 50 Гц, выходное напряжение 54 В, ток на выходе до 85 А).



электровоза ЧС8

Обмотки возбуждения тяговых электродвигателей при реостатном торможении получают питание через преобразователь, выполненный по мостовой схеме

В каждое плечо включены четыре диода (по 250 А, напряжении 2800 В) и четыре тиристора (200 А, 200 В), напряжение на выходе до 113 В

Преобразователи для питания электродвигателей вспомогательных машин имеют такие же диоды и тиристоры, как и преобразователи для питания обмоток тяговых электродвигателей (продолжительный ток на выходе преобразователя 75 А, напряжение до 440 В)

Тяговые параметры электровоза при среднеизношенных бандажах (диаметр 1205 мм)

Режим	Сила тяги кН(кгс)	Скорость км/ч
Продолжительный	288(29 400)	106
Максимальной скорости	173(17 600)	160

В соответствии с техническими условиями масса электровоза с $\frac{2}{3}$

запаса песка должна быть не более 175,2 т Конструкционная скорость электровоза 180 км/ч

Электровоз ЧС8-001 после испытаний, проведенных ВНИИЖТом, был направлен в депо Киев Второй опытный электровоз ЧС8-002, также построенный в 1983 г., первоначально испытывался в Чехословакии, а затем прибыл в депо Киев

Уже тогда предполагалось на всем направлении Москва — Киев заменить шестиосные пассажирские электровозы восьмиосными, для чего на участке Киев — Сухиничи ввести для обслуживания пассажирских поездов вместо электровозов ЧС4 электровозы ЧС8, а на участке Москва — Сухиничи заменить электровозы ЧС2 электровозами постоянного тока ЧС7 (см гл II)

Увеличение мощности электровоза ЧС8 по сравнению с электровозом ЧС4 на 46% и силы тяги продолжительного режима на 75% могут позволить не только повысить массу, а следовательно, и вместимость состава, но и поднять скорость пассажирских поездов

МАГИСТРАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОВОЗЫ ПОСТОЯННОГО И ПОСТОЯННО-ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

1. Грузовые электровозы ВЛ10, ВЛ10^у, ВЛ11

Для пополнения парка грузовых электровозов, обслуживающих линии, электрифицированные на постоянном токе с номинальным напряжением 3000 В, отечественными электровозостроительными заводами в истекших десятой и одиннадцатой пятилетках (1976—1985 гг) строились восьмиосные двухсекционные электровозы трех модификаций ВЛ10, ВЛ10^у и ВЛ11, последние две разновидности продолжали изготавливаться и в последующие годы

Электровоз ВЛ10. Первый электровоз ВЛ10 (рис 19 и 20), спроектированный Тбилисским электровозостроительным заводом (ТЭВЗ), был выпущен этим заводом в 1961 г. Строились эти локомотивы

Тбилисским заводом по 1977 г включительно, а Новочеркасским электровозостроительным заводом (НЭВЗ) в 1969—1976 гг. Механическую часть электровозов ВЛ10 (а также электровозов ВЛ10^у, ВЛ11) для Тбилисского завода изготовлял НЭВЗ. Кузова этих электровозов унифицированы с кузовами электровозов ВЛ80^г, ВЛ80^с и отличаются от последних конструкцией узлов, связанных с установкой электрического оборудования. Секции электровоза соединены между собой автосцепками.

Тележки электровозов ВЛ10 значительно отличаются от тележек электровозов ВЛ80^г в основном из-за больших размеров тяговых электродвигателей, что приводит к увеличению расстояния между осью колесной пары и валом электродвигателя.



Рис 19 Электровоз ВЛ10

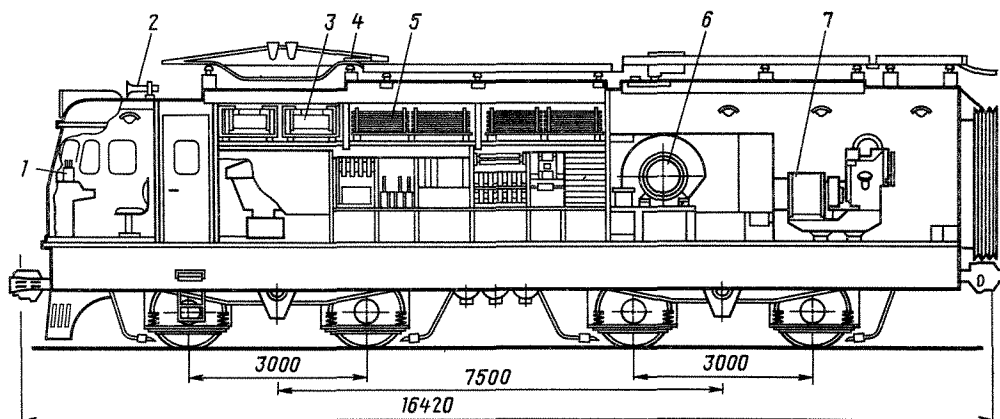


Рис 20 Расположение оборудования на секции электровоза ВЛ10

1— пульт управления, 2— тифон, 3— индуктивный шунт и резисторы ослабления возбуждения, 4— токоприемник, 5— пусковые резисторы, 6— мотор-вентилятор с генератором тока управления, 7— мотор компрессор

(величины централи). При сохранении числа зубьев у зубчатого колеса колесной пары (88) это обуславливает увеличение количества зубьев у ведущей шестерни с 21 до 23, а следовательно, уменьшение передаточного отношения зубчатого редуктора до $88:23=3,826$.

Статический прогиб рессор тележки 54,5 мм, рессор люечного подвешивания 67 мм, т. е. общий прогиб 121,5 мм.

В каждой секции электровоза со стороны их сочленения расположены машинные помещения, затем идут высоковольтные камеры, небольшие поперечные проходы и кабины машиниста.

На электровозе установлены воздухораспределители № 483.00 и краны машиниста № 394.000.2. В 1976 г. с электровозов ВЛ10-1825 (ТЭВЗ) и ВЛ10-1475 (НЭВЗ) эти краны машиниста были заменены кранами № 395.000.3, выключающими тяговый ток при экстренном торможении и обеспечивающими при скорости выше 10 км/ч автоматическую подачу песка под колеса.

На электровозах ВЛ10 установлены восемь тяговых электродвигателей ТЛ-2К1. Остов электродвигателя цилиндрической формы. На нем

укреплены шесть главных, шесть добавочных полюсов и подшипниковые щиты с роликовыми подшипниками для вала якоря. Обмотка якоря волновая. В пазы наконечников главных полюсов помещены компенсационные обмотки. Изоляция обмоток полюсов класса F, обмоток якоря — класса В (с 1982 г. изоляция секций класса F). Изоляция рассчитана на номинальное напряжение 3000 В.

При напряжении на зажимах 1500 В и расходе охлаждающего воздуха $95 \text{ м}^3/\text{мин}$ тяговые электродвигатели ТЛ-2К1 имеют следующие параметры:

Режим	Мощность, кВт	Ток, А	Частота вращения якоря, об/мин
Часовой	670	480	790
Продолжительный	575	410	830

Максимальная частота вращения якоря 1690 об/мин, масса электродвигателя без ведущей шестерни 5000 кг.

На крыше каждой секции электровоза установлен один токоприемник Т-5М1 (П-5), рассчитанный на продолжительный ток 2200 А и наибольшую скорость движения 120 км/ч.

Размыкание и замыкание силовых цепей тяговых электродвигателей под током производятся электропневматическими контакторами ПК различных исполнений, а силовых цепей вспомогательных машин — электромагнитными контакторами МК-310. От токов короткого замыкания в режиме рекуперации тяговые электродвигатели защищает быстродействующий контактор БК-2В.

Переключение тяговых электродвигателей с последовательного на последовательно-параллельное соединение осуществляется двухпозиционным групповым переключателем ПКГ-4Б; с последовательно-параллельного на параллельное — двумя (в каждой секции своим) двухпозиционными переключателями ПКГ-6Г. Эти переключатели имеют по шесть контакторных элементов, кулачковый вал и пневматический привод, управляемый двумя электропневматическими вентиллями.

В качестве пусковых, переходных резисторов и резисторов ослабления возбуждения применены элементы из фехралевой ленты. Для защиты силовых цепей от токов короткого замыкания на электровозе установлен быстродействующий выключатель БВП-5, рассчитанный на максимальный разрывной ток 13 600 А, продолжительный ток 1850 А, ток уставки 2000 А.

Для защиты вспомогательных цепей от токов короткого замыкания служит малогабаритный быстродействующий выключатель БВЭ-2, рассчитанный на продолжительный ток 100 А.

Частота вращения якорей тяговых электродвигателей регулируется путем различного их соединения (все восемь последовательно, две параллельные группы по четыре электродвигателя последовательно и четыре параллельные группы по два последовательно). При всех этих соединениях и выведенных из цепи электродвигателей пусковых резисторах возможно получить четыре ступени

ослабления возбуждения — 75, 55, 43 и 36 %. При последовательном соединении имеются 15 пусковых (реостатных) позиций; при последовательно-параллельном — 10 и при параллельном — 9.

Так как при последовательном соединении в одну цепь включены все восемь тяговых электродвигателей, а ряд аппаратов в каждой секции не дублирован, то отдельные секции электровоза самостоятельно работать не могут.

Электровоз оборудован рекуперативным торможением, в режиме которого, как и при тяге, якоря тяговых электродвигателей могут соединяться последовательно — С (низкая скорость движения), последовательно-параллельно — СП (средняя скорость и параллельно — П (высокая скорость).

Тяговыми электродвигателями управляют с помощью контроллеров машиниста КМЭ-8, установленных в кабинах машиниста. У контроллера три рукоятки: главная, тормозная и реверсивно-селективная. Главная рукоятка, кроме нулевой, имеет 37 позиций, из которых 16, 27 и 37-я ходовые, а остальные — пусковые.

У тормозной рукоятки 21 позиция: нулевая, 16 тормозных (в одну сторону от нулевой) и четыре позиции ослабления возбуждения (в другую сторону). Реверсивно-селективная рукоятка, кроме нулевой, имеет четыре позиции вперед (М — тяговый режим; П, СП и С — рекуперативное торможение) и такие же четыре назад.

На электровозе установлены два мотор-вентилятора, два мотор-компрессора и рекуперативный агрегат (преобразователь). Каждый мотор-вентилятор состоит из электродвигателя ТЛ-11ОМ и центробежного вентилятора Ц13-50 № 8, подающего воздух для охлаждения тяговых электродвигателей и пусковых сопротивлений. На вал мотор-вентилятора посажен также якорь генератора цепей управления ДК-405К. С октяб-

ря 1976 г. вместо генераторов ДК-405К устанавливались генераторы НБ-110. Мотор-компрессор состоит из электродвигателя НБ-431П и компрессора КТ-6Эл.

Преобразователь НБ-436В служит для питания обмоток тяговых электродвигателей при рекуперативном торможении. Он состоит из электродвигателя и генератора, имеющих общий вал.

Основные данные вспомогательных машин приведены в табл. 2

Цепи управления и освещения электровоза питаются постоянным током номинального напряжения 50 В. При неработающих генераторах тока управления эти цепи питаются от щелочной аккумуляторной батареи 40НК-125.

Основные тяговые параметры электровоза при напряжении в контактно-проводе 3000 В:

Режим	Мощность, кВт	Сила тяги, кН(кгс)	Скорость, км/ч
Часовой	5200	386(39 500)	48,7
Продолжительный	4500	314(32 000)	51,2

Конструкционная скорость электровоза 100 км/ч (ограничивается тяговыми электродвигателями; по ходовой части—110 км/ч, как и у электровоза ВЛ80^Т). Масса электровоза с ²/₃ запаса песка 184 т, т. е. нагрузка от колесных пар на рельсы 23 тс. Минимальный радиус кривых, проходимых электровозом при скорости не выше 10 км/ч, 125 м.

В 1984—1985 гг. ТЭВЗ изготовил небольшую партию электровозов ВЛ10^У для норильских промышлен-

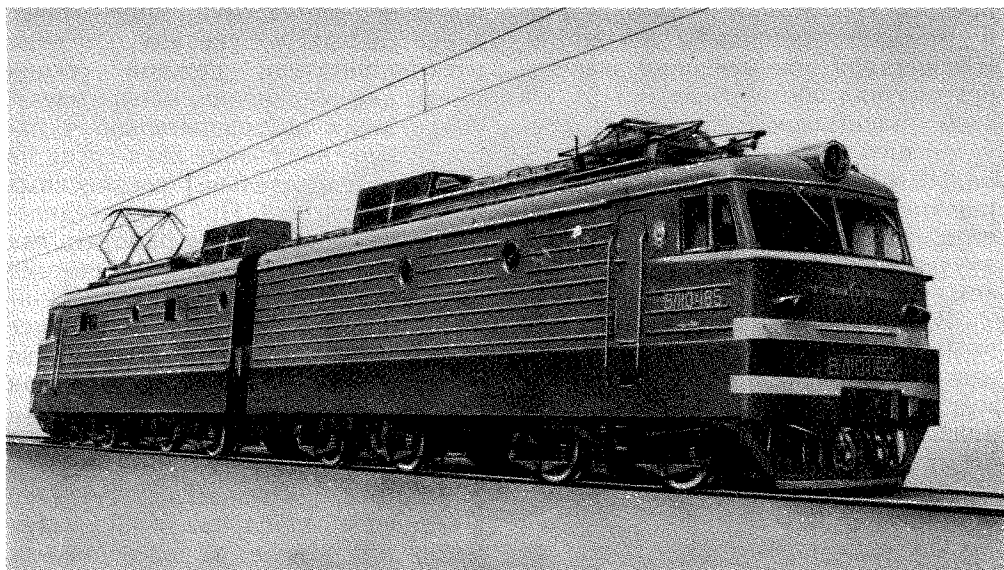
ных путей. Эти электровозы не имели рекуперативного торможения и отличались от электровозов ВЛ10 отсутствием связанного с этим режимом оборудования.

Электровозы ВЛ10^У. С 1976 г. заводы ТЭВЗ (электровозы с № 101) и НЭВЗ (электровозы с № 001) начали выпускать электровозы ВЛ10 с нагрузками от оси колесной пары на рельсы не 23, а 25 тс. Эти электровозы получили обозначение ВЛ10^У (рис. 21); индекс У указывает на усиление локомотива по силе тяги. Служебная масса электровоза ВЛ10^У составляет 200 т. Увеличение массы достигнуто за счет размещения в каждой секции по 8 т балласта, выполненного в виде чугунных отливок, уложенных под полом коридоров. В связи с повышением нагрузки на оси в их конструкцию внесены некоторые изменения, в частности, увеличен радиус переходной галтели у подступичной части со стороны моторно-осевых подшипников с 20 до 100 мм; статический прогиб рессор тележек увеличился до 61 мм, люточного подвешивания до 78 мм. НЭВЗ строил электровозы ВЛ10^У по 1981 г. включительно, а ТЭВЗ — весь период 1976—1985 гг.

В процессе выпуска электровозов заводы вносили в их конструкцию отдельные как крупные, так и мелкие изменения. Так, в 1982 г. ТЭВЗ выпустил электровозы № 876, 879 и 884 с электродвигателями ТЛ-122, служащими для привода компрессоров. Якоря электродвигателей имеют волновую обмотку с использованием провода ПЭТВСД. Эти электродвига-

Таблица 2

Тип	ТЛ 110М	НБ 431П	НБ 436В		ДК 405К	НБ 110
			Электродвигатель	Генератор		
Мощность, кВт	53,1	21	40,7	30,4	4,5	8
Напряжение, В	3000	3000	3300	38	50	64
Ток якоря, А	20,6	9,5	15	800	90	125
Частота вращения якоря, об/мин	990	440		1290	990	990
Масса, кг	1590	1085		1900	247	300

Рис 21 Электровоз ВЛ10^У

тели при напряжении 3000 В имеют номинальную мощность 25 кВт, ток 12,5 А, частоту вращения 515 об/мин, масса их 1085 кг. С середины 1983 г электродвигатели ТЛ-122 устанавливались на всех электровозах ВЛ10^У, а также на электровозах ВЛ11 (см ниже).

С электровозов № 502 (ТЭВЗ) и № 417 (НЭВЗ) аккумуляторная батарея 40КН-125 была разделена на две батареи 20КН-125 (1978 г), а с электровоза № 583 батареи стали размещаться под кузовом. Как и на электровозах ВЛ10, начиная с ВЛ10^У-202 кран машиниста № 394 был заменен краном № 395. Электровоз ВЛ10^У-896 выполнен с системой автоматического управления рекуперативным торможением (САУРТ). При этой системе машинист может задавать скорость движения или тормозную силу во время электрического торможения. С электровоза № 951 (1984 г) электровозы ВЛ10^У начали выпускаться с устройствами САУРТ-167.

На электровозах ВЛ10^У № 930 и № 931 вместо резисторов, шунтирующих якоря тяговых электродвигате-

лей при переходе с одного соединения на другое, включены диоды (применен так называемый вентильный переход), что несколько снизило «провалы» силы тяги и «броски» тока во время переключения тяговых электродвигателей.

Электровозы ВЛ11. Восьмиосные двухсекционные электровозы ВЛ10 имеют общую силовую цепь тяговых электродвигателей для обеих секций. Поэтому необходимое увеличение силы тяги возможно только при постановке в поезд второго электровоза. Между тем в ряде случаев нет нужды в 16 движущих осях, а более экономично иметь, например, 10—12 осей. Получить 12 осей можно, если прицепить третью четырехосную секцию к двухсекционному восьмиосному электровозу, однако для этого каждая секция должна иметь одинаковую силовую цепь тяговых электродвигателей. Это обстоятельство, а также желание повысить осевую мощность электровозов постоянного тока послужили основанием к началу проектирования ВЭЛНИИ нового грузового электровоза постоянного тока из четырехосных секций, кото-

рые могут составить двух-, трех- и четырехсекционный локомотив В проектной документации электровоз получил обозначение ВЛ10^м. На этом электровозе предполагалось установить тяговые электродвигатели НБ-407 мощностью при часовом режиме 775 кВт. Такие электродвигатели ранее были применены на двухсистемных электровозах ВЛ82^м (см. ниже).

В дальнейшем в проект электровоза ВЛ10^м ВЭЛНИИ внес значительные изменения (применено независимое возбуждение тяговых электродвигателей в режиме тяги), и по этому проекту были построены два опытных электровоза, получивших обозначение ВЛ12.

Так как электровоз ВЛ12 не решил задачу получения трех- и четырехсекционных локомотивов постоянного тока, то МПС в конце 1974 г. выдало техническое задание на разработку грузового электровоза, секции которого могут работать по системе многих единиц, ТЭВЗу. Задание предусматривало, что этот электровоз будет создан на базе электровоза ВЛ10.

Разработка технической документации на новый вариант электровоза ВЛ10 была выполнена коллективом конструкторов ТЭВЗа под руководством главного конструктора Г. И. Чиракадзе. Во второй половине 1975 г. завод изготовил несколько двухсекционных электровозов, получивших обозначение ВЛ11 (рис. 22 и 23). Эти электровозы строились в 1976—1985 гг. и последующие годы.

На электровозе ВЛ11 сохранены тележки, тяговые электродвигатели (ТЛ-2К1), вспомогательные машины (ТЛ-110М, НБ-110, НБ-431, НБ-436В), включая компрессор (КТ-6Эл.), аккумуляторная батарея (40КН-125), токоприемники, контакторы электровоза ВЛ10, кузов изменен только в связи с установкой межэлектровозных соединений и несколько иным расположением электрических аппаратов. Силовые цепи

и цепи управления подверглись значительным изменениям. Тяговые электродвигатели каждой секции имеют два соединения: четыре электродвигателя последовательно и параллельное включение двух групп по два последовательно соединенных электродвигателя. При этих соединениях электровоз может работать как в режиме тяги, так и в режиме рекуперативного торможения. Начиная с электровоза ВЛ11-003 общее количество ступеней при пуске 37, из которых 1-я — 20-я реостатные при последовательном соединении тяговых электродвигателей и 22-я — 36-я — реостатные при параллельном соединении. Количество ступеней и величины ослабления возбуждения такие же, как и на электровозах ВЛ10.

Схемой предусмотрена возможность применения последовательного соединения восьми тяговых электродвигателей при работе электровоза в составе двух секций и последовательное соединение 12 тяговых электродвигателей при работе в составе трех секций, при этом переход от последовательного соединения всех электродвигателей к последовательному соединению четырех электродвигателей секций требует разрыва силовой цепи.

На электровозах установлены контроллеры машиниста КМЭ-013, имеющие три рукоятки: главную, тормозную и реверсивно-селективную. Главной рукояткой осуществляется управление реостатным пуском и переключением электродвигателей с одного соединения на другое. На безреостатных позициях (21-я и 37-я) с помощью тормозной рукоятки возможно получить четыре ступени ослабления возбуждения. Эта рукоятка имеет 15 тормозных позиций для регулирования тока возбуждения тяговых электродвигателей при рекуперативном торможении. Реверсивно-селективная рукоятка имеет восемь положений: нулевое (тяговые электродвигатели отключены), М



Рис 22 Электровоз ВЛ11

вперед и назад (для пуска и разгона при последовательно-параллельных соединениях тяговых электродвигателей), МС вперед и назад (для разгона при последовательном соединении восьми или 12 электродвигателей), три положения при рекуперативном торможении, соответствующие трем соединениям электродвигателей при движении вперед

Тяговые параметры, масса, конструктивная скорость двухсекционного электровоза ВЛ11 такие же, как у электровоза ВЛ10, при работе в три секции сила тяги увеличивается в полтора, а при работе в четыре секции в два раза

Секции восьмиосных электровозов несколько отличаются друг от друга порядком присоединения про-

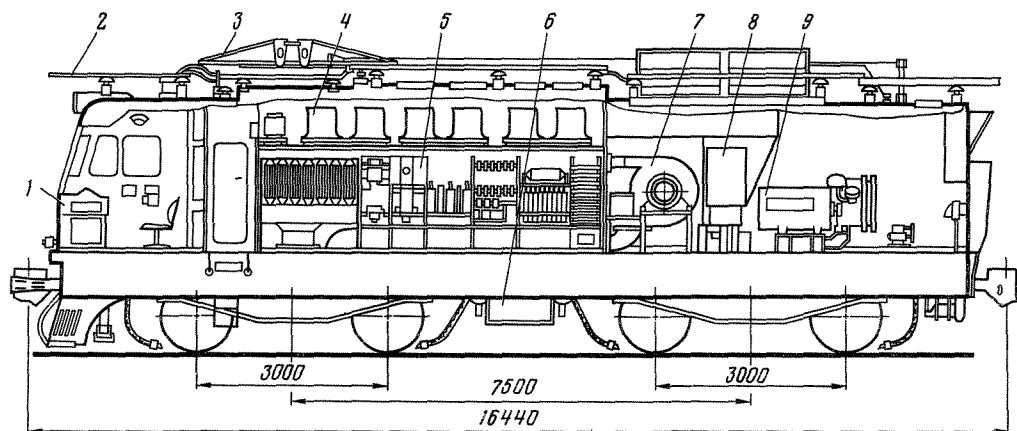


Рис 23 Расположение оборудования на секции электровоза ВЛ11

1— пульт управления 2— токоведущий угольник 3— токоприемник 4— пусковые резисторы 5— блок аппаратов 6— аккумуляторная батарея 7— центробежный вентилятор 8— панель управления 9— мотор компрессор

водов цепей управления в меж-электровозных соединениях и поэтому делятся на секции А и Б. При формировании трехсекционного локомотива секции сцепляются по схеме А+А—Б или А—Б+Б, а при формировании четырехсекционного локомотива восьмиосные электровозы сцепляются разноименными секциями (например, А—Б+А—Б).

В процессе выпуска электровозов ВЛ11 в их конструкцию вводились отдельные изменения. Так, на некоторых электровозах выпуска 1982 г. вместо электродвигателей НБ-431П, служащих для привода компрессора, установлены электродвигатели ТЛ-122, на электровозе № 295 установлен статический преобразователь для питания обмоток возбуждения тяговых электродвигателей при рекуперативном торможении, а электровоз № 325 оборудован САУРТ

С электровоза № 022 внесены некоторые изменения в схемы цепей управления, в результате которых стала невозможна работа по системе многих единиц с ранее построенными электровозами и их секциями; с электровоза № 064 аккумуляторные батареи начали устанавливаться под кузовами секций. На электровозах с № 490 (1984 г.) устанавливались системы САУРТ-006, увеличено общее сопротивление пусковых резисторов до 14 Ом. С электровоза № 485 кран машиниста № 394 заменен краном № 395.

Электровоз ВЛ11-005 выпуска 1976 г. прошел тягово-энергетические испытания на экспериментальном кольце ВНИИЖТа, на основании которых вносились отдельные улучшения в конструкцию локомотива.

2. Двенадцатиосные грузовые электровозы ВЛ15

Взамен восьмиосных электровозов ВЛ10 и их разновидностей первоначально (1977—1980 гг.) предполагалось изготавливать также

восьмиосные электровозы, но с опорно-рамным подвешиванием тяговых электродвигателей. Эти электровозы в технической документации и литературе получили обозначение ВЛ14. ВЭЛНИИ выполнил рабочие чертежи такого электровоза, механическая часть которого максимально унифицирована с электровозом ВЛ84. Однако возникшие затруднения с приводом при опорно-рамной установке тяговых электродвигателей на электровозах ВЛ81 и ВЛ84 и проводившиеся работы по созданию двенадцатиосного электровоза переменного тока ВЛ85 привели к пересмотру очередности постройки новых грузовых электровозов постоянного тока; на первое место встал вопрос о создании двухсекционного двенадцатиосного электровоза постоянного тока, получившего обозначение ВЛ15

Проект электровоза ВЛ15 разработан специальным проектно-конструкторским бюро Производственного объединения «Электровозостроитель», основным предприятием которого является Тбилисский электровозостроительный завод

Первый электровоз ВЛ15-001 (рис. 24) был построен в конце 1984 г. Механическая часть электровоза изготовлена Новочеркасским электровозостроительным заводом и отличается от механической части ВЛ85 (см. п. 1 гл I) отдельными деталями кузова, связанными с установкой и монтажом иного, чем на ВЛ85, электрооборудования. Диаметр колес при новых бандажах (1250 мм) и передаточное число редукторов (88:23=3,826) сохранены такими же, как и у электровозов ВЛ10 и ВЛ11.

На электровозе установлено 12 тяговых электродвигателей ТЛ-3, созданию которых предшествовало изготовление и испытание двух разновидностей двигателей (ТЛ-3А, ТЛ-3Б). Электродвигатель ТЛ-3 по своим установочным размерам взаимозаменяем с электродвигателем ТЛ-2К электровозов ВЛ10, ВЛ10^У



Рис 24 Электровоз ВЛ15

и ВЛ11. Двигатели имеют шесть главных и шесть добавочных полюсов и компенсационную обмотку Изоляция всех обмоток класса F, рассчитанная на номинальное напряжение 3000 В.

При напряжении на коллекторе 1500 В и расходе охлаждающего воздуха 110 м³/мин электродвигатель имеет следующие параметры:

Режим	Мощность, кВт	Ток, А	Частота вращения якоря, об/мин
Часовой	750	535	790
Продолжительный	700	500	810

Наибольшая частота вращения якоря 1690 об/мин, масса электродвигателя около 5000 кг.

На каждой секции электровоза установлены два токоприемника Т-5М1, быстродействующий выключатель БВП-5А в силовых цепях тяговых электродвигателей и быстродействующий выключатель БВЭ-2 во вспомогательных цепях. Ранее такие аппараты были применены на электровозах ВЛ10^у и ВЛ11.

Переключение тяговых электродвигателей с одного соединения на другое осуществляется трехпозици-

онным групповым переключателем КГ-020. Для переключения секций пусковых резисторов, ослабления возбуждения тяговых электродвигателей, перехода на режим рекуперативного торможения применены индивидуальные электропневматические контакторы (ПК-358, ПК-359 и ПК-360).

Тяговые электродвигатели каждой секции могут соединяться все последовательно (шесть электродвигателей), последовательно-параллельно (две параллельные группы по три электродвигателя последовательно) и параллельно (три параллельные группы по два электродвигателя последовательно). При этих соединениях и выведенных из цепи пусковых резисторах возможно получить четыре ступени ослабления возбуждения (75; 55; 43 и 36 %), т. е. так же, как на электровозах ВЛ10 и ВЛ11.

Предусмотрена возможность последовательного включения всех 12 тяговых электродвигателей электровоза для маневровой работы, а также при отключении неисправного электродвигателя; при этом переход на последовательное соединение шести электродвигателей осуществляется с разрывом силовой цепи.

При переключении тяговых электродвигателей с одного соединения на другое применены запирающие диоды, что ограничивает «провалы» силы тяги

Электровозы оборудованы рекуперативным тормозом, который можно применять при всех трех соединениях электродвигателей

Тяговые электродвигатели управляются с помощью контроллеров машиниста. Контроллер КМЭ-001 имеет рукоятки главную (позиции 20, 35 и 46 являются ходовыми, остальные пусковыми), реверсивно-селективную и тормозную. Автоматическое управление при рекуперативном торможении осуществляется устройством САУРТ

Электровозы не оборудовались системой многих единиц поскольку считалось, что использование одновременно 24 тяговых электродвигателей недопустимо по условиям эксплуатации устройств энергоснабжения (при часовом режиме ток составлял бы $535 \times 12 = 6420$ А)

На каждой секции электровоза установлены два центробежных вентилятора, приводимых электродвигателями ТЛ-110М, один компрессор КТ-5ЭЛ производительностью $3,3 \text{ м}^3/\text{мин}$ при частоте вращения вала 515 об/мин (электродвигатель ТЛ-122), генератор тока управления НБ-110. Перечисленные электрические машины ранее устанавливались на электровозах ВЛ10 и ВЛ10^У. Мотор-вентиляторы имеют две частоты вращения (при параллельном и последовательном соединениях приводных электродвигателей)

Питание обмоток возбуждения тяговых электродвигателей при рекуперативном торможении осуществляется от статического преобразователя постоянного тока напряжением 3000 В (номинальный ток 22 А) в постоянный ток с номинальным напряжением 365 В (ток 600 А). Преобразователь работает на частоте 300—320 Гц, масса его 2500 кг. На каждой секции также установлена

одна аккумуляторная батарея 40НК-125

Электровоз ВЛ15 при новых бандажах имеет следующие тяговые параметры

Режим	Сила тяги кН (кгс)	Скорость км/ч
Часовой	650 (66 300)	48,6
Продолжительный	590 (60 200)	49,9

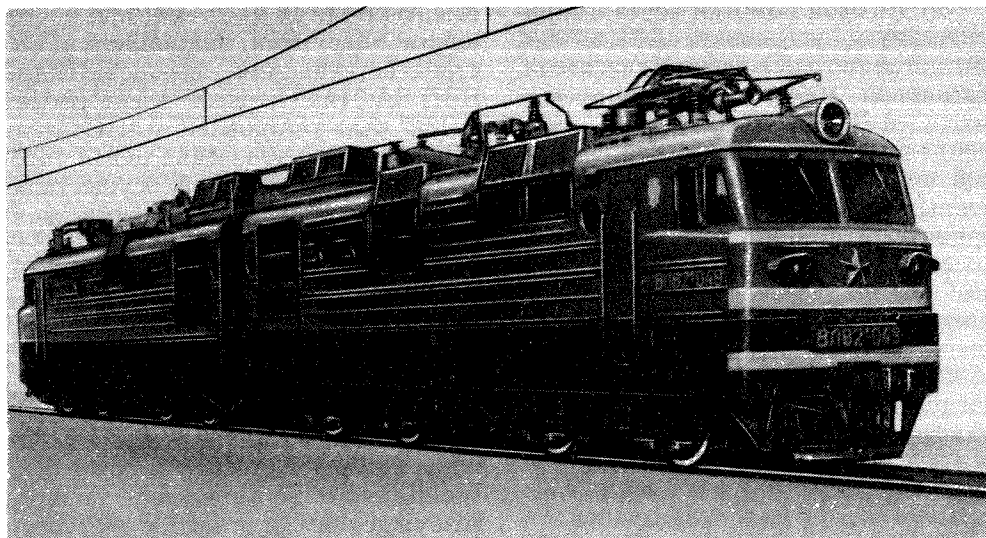
Максимальная скорость электровоза 100 км/ч (по ходовым частям 110 км/ч), минимальный радиус проходимых им кривых 125 м при скорости 10 км/ч. Масса электровоза в рабочем состоянии 300 т (нагрузка от колесной пары на рельсы 25 тс)

Электровоз ВЛ15-001 в сентябре 1985 г поступил для эксплуатационных испытаний в депо Свердловск-Сортировочный

Второй электровоз ВЛ15-002 был изготовлен в конце 1985 г. Для питания обмоток возбуждения тяговых электродвигателей при рекуперативном торможении на нем установлены машинные преобразователи НБ-436В

3. Грузовые электровозы для двух систем тока ВЛ82^А

Применение для электрификации железных дорог двух систем тока — переменного 25 кВ и постоянного 3000 В — неизбежно привело к созданию пунктов стыкования этих систем. Для организации движения поездов через пункт стыкования станции стыкования оборудуются, как правило, переключателями, позволяющими подавать на отдельные секции контактной сети тот или другой род тока. Такой способ стыкования несколько удорожает стоимость электрификации и требует обязательной смены электровоза. В тех случаях, когда по экономическим соображениям и эксплуатационным условиям нецелесообразно оборудование станций стыкования переключателями рода тока, применяют так называемые электро-

Рис 25 Электровоз ВЛ82^м

возы для двух систем тока или двойного питания Эти электровозы могут работать как на переменном токе 25 кВ, так и на постоянном токе 3000 В и проходить разделы питания без остановки Недостатками электровозов двойного питания являются их большие вес и стоимость, а также более дорогое содержание по сравнению с электровозами одного рода тока

Раздел питания двух систем тока при использовании электровозов двойного питания обычно делается около станции, а сама станция не оборудуется переключателями

В 1977—1979 гг Новочеркасский электровозостроительный завод по проекту ВЭЛНИИ выпустил партию восьмьюосных грузовых электровозов двойного питания ВЛ82^м (рис 25) Первые два опытных электровоза этой серии, представляющие собой усовершенствованные (модернизированные) ранее построенные электровозы ВЛ82, были изготовлены в конце 1972 г Затем такие локомотивы строились в 1973—1974 гг

Кузова электровозов ВЛ82^м значительно отличаются от кузовов электровозов ВЛ80^г, что обусловлено

применением другого электрооборудования и изменением его расположения Увеличение размера централи с 604 мм у электровозов ВЛ80^г до 632 мм у электровозов ВЛ82^м при сохранении конструкции ведомых зубчатых колес вызвало увеличение количества зубьев шестерни с 21 до 26 и, следовательно, изменение передаточного числа редукторов, которое стало $88 \cdot 26 = 3,38$ В остальном тележки электровозов ВЛ82^м такие же, как и у электровозов ВЛ80^г

С точки зрения электрической схемы электровоз ВЛ82^м представляет собой обычный электровоз постоянного тока, на котором дополнительно установлены трансформаторно выпрямительные устройства для питания силовых цепей постоянным током при работе на участках, электрифицированных на переменном токе На каждой секции электровоза установлен трансформатор ОДЦЭ-4000/25А типовой мощностью 3884 кВ · А

Трансформатор имеет три обмотки, первичную (25 кВ), тяговую (3800 В) и собственных нужд (240 и 338 В), масса трансформатора 5720 кг

От тяговой обмотки через выпрямительную установку ВУК-6700М питаются тяговые электродвигатели. Установка имеет 288 кремниевых вентилях ВЛ230-10. В каждом плече моста 6 параллельных цепей, в каждой цепи 12 последовательно включенных вентилях. Номинальный выпрямительный ток установки 1870 А.

На электровозе установлены тяговые электродвигатели НБ-407Б, рассчитанные на работу пульсирующим током. При напряжении на зажимах 1500 В и 97% возбуждения они имеют следующие параметры:

Режим	Мощность, кВт	Ток, А	Частота вращения якоря, об/мин
Часовой	755	535	760
Продолжительный	720	510	770

Максимальная частота вращения якоря 1640 об/мин. Обмотки якоря имеют изоляцию класса В, обмотки полюсов и компенсационная класса F. Масса электродвигателя 4675 кг, расход охлаждающего воздуха 85 м³/мин.

Тяговые электродвигатели при работе электровоза как на переменном, так и на постоянном токе могут быть соединены последовательно (по четыре в каждой секции) и последовательно-параллельно (по два электродвигателя последовательно). Переход с одного соединения на другое осуществляется по мостовой схеме. При последовательном соединении имеются 24 реостатные и одна ходовая позиции; при последовательно-параллельном — 12 реостатных и одна ходовая. На ходовых позициях предусмотрены четыре ступени ослабления возбуждения, ток в обмотках возбуждения составляет 70, 56; 46 и 39% от тока якоря. Электрическое оборудование электровоза рассчитано на применение реостатного торможения.

На каждой секции электровоза установлен токоприемник Т-5М. Для защиты силовых цепей при работе на переменном токе служат воздушные

выключатели ВОВ-25-4М, при постоянном токе цепи защищаются быстроедействующими выключателями БВП-5А (на первых электровозах ВЛ82^м был установлен выключатель БВП-18). Переключение цепей тяговых электродвигателей осуществляется электропневматическими контакторами ПК-340, ПК-341, ПК-342 (номинальное напряжение 3000 В, номинальный ток соответственно 600, 360 и 1000 А).

Контроллеры машиниста КМЭ-72 имеют три рукоятки: реверсивную (положения: вперед, 0, назад), главную (39 позиций, в том числе 0, и две ходовые: 25 и 38) и режимную (положения торможения, полного возбуждения и четыре ступени ослабленного возбуждения).

Для охлаждения тяговых электродвигателей, выпрямительных установок и сглаживающих реакторов служат мотор-вентиляторы с электродвигателями НБ-411 (3000 В, 30 кВт, 13 А, 1360 об/мин, 1000 кг). Компрессоры КТ-6Эл и их приводные электродвигатели НБ-431П такие же, как и на электровозах ВЛ10, ВЛ10^У и ВЛ11. Пуско-тормозные резисторы охлаждаются мотор-вентиляторами с электродвигателями НБ-107 (82 кВт, 160 В, 615 А, 1700 об/мин, 1025 кг). Для питания цепей управления напряжением 50 В и заряда аккумуляторных батарей (42НК-125) служат трехфазные генераторы НБ-104 (42 В, 8,7 кВт, 119 А, 1500 об/мин, 50 Гц, соединение обмоток «звездой», 250 кг); имеется выпрямительно-стабилизирующая установка.

Электровоз ВЛ82^м при среднеизношенных бандажах имеет следующие тяговые параметры

Режим	Сила тяги, кН (кгс)	Скорость, км/ч
Часовой	416 (42 400)	51,0
Продолжительный	393 (40 000)	51,6

Конструкционная скорость электровоза 110 км/ч. Во время реостатного торможения тормозная сила электровоза при скорости 0—75 км/ч

0—275 кН (0—28 000 кгс), при скорости 75—110 км/ч — 275—137 кН (28 000—14 000 кгс)

Масса электровоза с $\frac{2}{3}$ запаса песка составляет 250 т, нагрузка от колесных пар на рельсы 25 тс

Электровозы ВЛ82^м поступили для эксплуатации на участок Купянск — Основа

4. Пассажирские электровозы ЧС2^т

В 1976 г заводы Шкода продолжали строить шестиосные пассажирские электровозы постоянного тока ЧС2^т (заводское обозначение 63Е₂), опытные образцы которых (заводское обозначение 53Е₀) были изготовлены в 1972 г, а первая партия таких локомотивов (заводское обозначение 63Е₁) поступила на железные дороги Советского Союза в 1974—1975 гг. Электровозы оборудованы реостатным электрическим тормозом

В механической части электровозов ЧС2^т (рис. 26 и 27) широко

использованы уже применявшиеся конструкции. Кузов выполнен по типу кузова электровоза ЧС4^т, а тележки такие же, как у очень распространенных на линиях, электрифицированных на постоянном токе, шестиосных электровозов ЧС2

На главной раме кузова укреплены четыре боковые опоры, через которые кузов опирается на две трехосные тележки, и два центральных шкворня для передачи от тележек к кузову тягового усилия. Стенки кузова выполнены в виде панелей, изготовленных из профильной и листовой стали

Рамы тележек состоят из двух продольных сварных балок коробчатого сечения, соединенных между собой четырьмя поперечными балками, одна из поперечных балок является шкворневой

Колесные пары при новых бандажах имеют диаметр 1250 мм. На одном из колесных центров сделан конический прилив, к которому крепится зубчатое колесо. Буксы выполнены с одним двухрядным



Рис. 26 Электровоз ЧС2^т

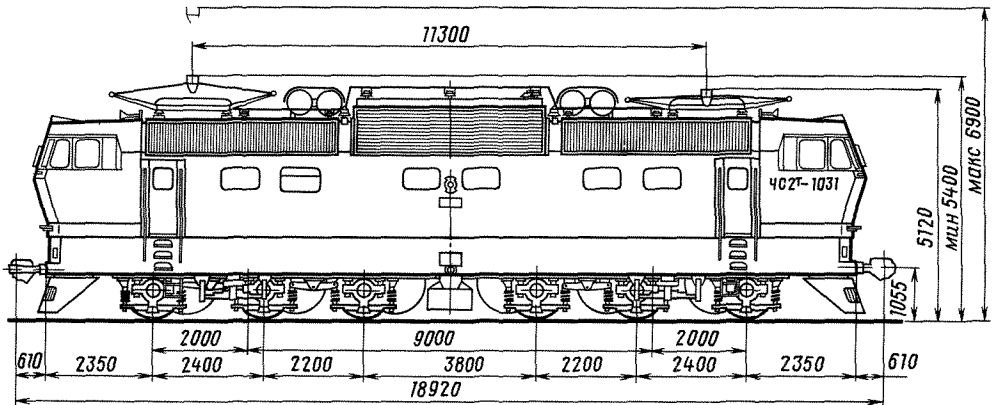


Рис. 27 Основные размеры электровоза ЧС2^Т

сферическим роликовым подшипником. В боковых приливах буксы сделаны отверстия, в которые входят стальные цапфы, укрепленные в раме тележки. Буксы могут перемещаться в вертикальном направлении по этим цапфам.

К нижней части корпуса буксы подвешена листовая рессора, на концы которой опираются цилиндрические пружины. У первой тележки на цилиндрические пружины, находящиеся между второй и третьей колесными парами, опирается продольный баланси́р, у второй тележки такие баланси́ры помещены между четвертой и пятой, а также между пятой и шестой колесными парами. Продольные балки тележек шарнирно опираются на средние точки баланси́ров и не связанные с баланси́рами цилиндрические пружины. Дополнительной опорой для тележки с четырьмя продольными баланси́рами служит межтележечное сочленение, которое имеет возвращающее устройство.

Нижние части боковых опор кузова укреплены на хомутах листовых рессор системы люлечного подвешивания. Концы листовых рессор с помощью шарнирных подвесок соединены с кронштейнами, укрепленными на раме тележек.

Применение нежесткой связи кузова с тележками в поперечном

направлении значительно снижает воздействие электровоза на путь при входе в кривые. В этом случае первоначально на наружный рельс действует только сила от массы тележки, а затем постепенно по мере отклонения люлечного подвешивания увеличивается горизонтальная сила от массы кузова. При движении электровоза по прямому участку пути и отклонении тележки от продольной оси кузова возникает горизонтальная сила, стремящаяся возвратить тележку и кузов в положение, при котором их продольные оси совпадают. Статический прогиб рессор первичного подвешивания 62 мм, вторичного — 73 мм.

Привод от тяговых электродвигателей к колесным парам по конструкции незначительно отличается от привода электровозов ЧС4^Т (системы Шкода). Зубчатая передача односторонняя, прямоугольная, передаточное число $77:44=1,75$.

На каждой тележке установлены три тормозных цилиндра диаметром 12" — по одному на колесную пару. Нажатие колодок на колесные пары двустороннее.

На электровозе ЧС2^Т установлены шесть тяговых электродвигателей АЛ-4846дТ с последовательным возбуждением. Остывы электродвигателей опираются с одной стороны своими приливами на поперечные

балки рамы тележки, а со стороны колесной пары — на специальные балки, концы которых опираются на продольные балки тележки.

Остов тягового электродвигателя цилиндрической формы; внутри остова расположены шесть главных и шесть добавочных полюсов. Якорь выполнен с петлевой обмоткой и уравнительными соединениями. Сечение проводников обмотки по сравнению с обмоткой якоря электродвигателя электровоза ЧС2 увеличено на 10 %. Щеткодержатели укреплены на поворотной траверсе. Вал якоря вращается в двух роликовых подшипниках, смонтированных в подшипниковых щитах. Для обмоток якоря применена изоляция класса В, для катушек полюсов — класса F.

При напряжении на зажимах 1500 В электродвигатели имеют следующие параметры:

Режим	Мощность, кВт	Ток, А	Частота вращения якоря, об/мин
Часовой	770	545	665
Продолжительный	680	480	705

Максимальная частота вращения якоря 1230 об/мин, расход охлаждающего воздуха 120 м³/мин. Масса тягового электродвигателя 5250 кг.

Тяговые электродвигатели могут соединяться последовательно, последовательно-параллельно и параллельно. Секции пусковых резисторов переключаются индивидуальными электропневматическими контакторами, а переход с одного соединения электродвигателей на другое осуществляется групповым переключателем; последний используется также для переключения на тормозной режим.

Групповой переключатель 1KND1 имеет шесть положений: разомкнутая цепь тяговых электродвигателей, последовательное соединение тяговых электродвигателей с введенными в их цепь резисторами, соединения тяговых электродвигателей без сопротивлений (три положения), соединение в режиме реостатного торможения.

Переключатель состоит из 10 контакторов с дугогашением, 24 контакторов без дугогашения, кулачкового вала и пневматического привода. Малое количество позиций группового переключателя позволяет быстро осуществить переход на электрическое торможение.

На электровозе установлены токоприемники 17РР и быстродействующий выключатель 12НСЗ такие же по конструкции, как и на электровозах ЧС2.

Контроллер машиниста 1KRD3 имеет штурвал и реверсивную рукоятку по типу контроллера электровоза ЧС4¹. При установке штурвала в верхнее положение возможны автоматический или ручной набор позиций, их фиксация, ручной или автоматический сброс. Ходовые позиции: 20, 33, 42-я; остальные — реостатные. Включение и выключение индивидуальных контакторов и управление групповыми переключателями выполняются промежуточным контроллером, установленным в машинном помещении. В нижнем положении штурвала возможно на ходовых позициях осуществить пять ступеней ослабления возбуждения: 85; 70; 57,5; 47,5; 40 %.

В режиме электрического торможения якоря всех шести тяговых электродвигателей соединяются с нерегулируемыми резисторами, а все обмотки возбуждения соединяются последовательно и питаются от импульсного преобразователя. Последний подключается параллельно к секции тормозного резистора и питается частью тормозного тока. Это позволяет производить торможение независимо от наличия напряжения в контактной сети. В момент включения электрического торможения обмотки возбуждения тяговых двигателей получают питание от аккумуляторной батареи.

На электровозе установлены два мотор-компрессора для подачи сжатого воздуха в тормозную и пневматическую системы, два мотор-венти-

лятора для охлаждения тяговых электродвигателей и пусковых резисторов, вспомогательный мотор-компрессор для подъема токоприемника и включения быстродействующего выключателя, два генератора тока управления, вырабатывающие постоянный ток для цепей управления, освещения и заряда аккумуляторной батареи (НКТ-120; емкость 160 А·ч, номинальное напряжение 48 В).

Компрессоры К2-Лок тормозной системы двухступенчатые трехцилиндровые. Компрессоры и вентиляторы приводятся электродвигателями постоянного тока соответственно типов 9А-3432/4 и 1А-2839/4. Основные данные этих электродвигателей:

	9А-3432/А	1А-2839/4
Номинальное напряжение, В	3000	1500
Номинальная мощность, кВт	21	28
Ток, А	8,3	21,5
Частота вращения якоря, об/мин	1700	1860
Масса, кг	875	465

Генераторы тока управления 4А-1731/4 укреплены на электродвигателях вентиляторов и приводятся от них с помощью клиновых ремней. При частоте вращения вала генератора 2600 об/мин, напряжении на его зажимах 60 В и токе 83,5 А генератор развивает номинальную мощность 5 кВт. Электродвигатель 9А-3432/4 для привода компрессоров и генераторы тока управления 4А-1731/4 ранее устанавливались на электровозах ЧС2.

При новых бандажах (1250 мм) электровоз имеет следующие тяговые параметры:

Режим	Сила тяги, кН (кгс)	Скорость, км/ч
Часовой	181 (18 500)	89
Продолжительный	153 (15 600)	93

Максимальный ток якорей тяговых двигателей при электрическом торможении 600 А, максимальный ток возбуждения 500 А. Максимальная мощность при реостатном торможе-

нии (до 4400 кВт) реализуется при скорости 90—160 км/ч. При скорости ниже 45—55 км/ч необходимо применять пневматические тормоза состава. Тормозная сила при максимальной скорости 160 км/ч 113 кН (11 500 кгс), при скорости 100 км/ч 285 кН (29 000 кгс). Сцепная масса электровоза в рабочем состоянии 128 т.

Электровозы ЧС2^т поступили для эксплуатации на Октябрьскую железную дорогу.

На электровозах типа 63Е₂ (№ 1025—1062) в отличие от электровозов типа 63Е₁ в кбинах машиниста установлены кондиционеры, сделаны незначительные конструктивные улучшения.

5. Пассажирские электровозы ЧС200, ЧС6

Появление восьмиосных пассажирских электровозов постоянного тока обусловлено двумя причинами: необходимостью практического сравнения электрической и моторвагонной тяги при обслуживании скоростных поездов на линии Москва — Ленинград и повышением количества вагонов в пассажирских поездах, а следовательно, веса последних.

Первая причина привела к заказу на заводах Шкода электровозов ЧС200 с тяговыми электродвигателями, имеющими мощность 1050 кВт при часовом режиме, 1000 кВт при продолжительном режиме и максимальной скоростью 200 км/ч; вторая — к постройке восьмиосных электровозов ЧС6 с максимальной скоростью 160 км/ч. Переговоры с чехословацкой стороной об изготовлении партии восьмиосных электровозов начались в 1974 г. В 1979 г. заводами Шкода были изготовлены 10 электровозов ЧС200 (заводской тип 66Е₁), в конструкции которых был учтен опыт испытаний со скоростями до 220 км/ч двух первых восьмиосных

пассажирских высокоскоростных электровозов постоянного тока ЧС200-001 и ЧС200-002 (заводской тип 66Е₀), построенных в 1975 г. В 1979 г. заводы Шкода построили 10 электровозов ЧС6 (заводской тип 50Е₁), основным отличием которых от электровозов ЧС200 было изменение передаточного числа редукторов.

Электровозы ЧС200. Цифра 200 после буквенной части обозначения серии электровоза указывает, что максимальная скорость локомотива в эксплуатации равна 200 км/ч. С такой скоростью электровоз может вести состав, состоящий из 12—14 четырехосных пассажирских вагонов.

Электровоз ЧС200 (рис. 28) представляет собой двухсекционный локомотив. Каждая секция имеет кузов сварной конструкции с несущей рамой длиной 15 630 мм. Кузов опирается на две двухосные тележки с помощью люльечного подвешивания. Передача тягового и тормозного усилий от тележек к кузову осуществляется с помощью шкворней с шаровым соединением, расположенным в средних поперечных балках тележек. Секции соединены между собой жесткой сцепкой-тягой, имеющей по концам шарниры. По сравнению с опытными электровозами № 001 и 002 у электровозов с № 003 общая длина по осям автосцепок уменьшена на 1080 мм и составляет 32 000 мм, изменена и форма кабин машиниста.

Рамы тележек сварной конструкции коробчатого сечения. Продольные балки тележки соединены концевыми и средней поперечной балками. Цилиндрические пружины, через которые вес от рамы тележки передается на колесные пары, расположены на направляющих цапфах букс. Общий статический прогиб рессорного подвешивания 197 мм, из них 66 мм приходится на первую ступень. Для гашения колебаний наддрессорного строения применены гидравлические амортизаторы в первой и второй ступенях подвешивания.

Колеса цельнокатаные (безбандажные), хорошо отбалансированные; оси полые (сверленные). Диаметр новых колес 1250 мм. Буксы роликовые. Привод от тяговых электродвигателей к колесным парам типа Шкода, как и на электровозах ЧС2⁷. Передаточное отношение редуктора $75:42=1,786$ (на опытных электровозах было 1,721).

На тележках установлено по четыре тормозных цилиндра диаметром 8" (203 мм), от поршней которых усилие с помощью рычажных систем передается на тормозные колодки (по две с каждой стороны колеса).

Кабины машиниста оборудованы кондиционерами.

На электровозе установлены восемь шестиполусных тяговых электродвигателей 1АЛ-4741FLT с компенсационной обмоткой. При напряжении на выводах 1500 В и расходе охлаждающего воздуха 120 м³/мин электродвигатели имеют следующие параметры:

Режим	Мощность, кВт	Ток, А	Частота вращения, об/мин
Часовой	1050	750	1060
Продолжительный	1000	715	1075

Максимальный ток 1250 А; максимальная частота вращения якоря 1510 об/мин; изоляция обмоток класса F. Масса электродвигателя 4600 кг.

На каждой секции электровоза установлены два токоприемника ТSP-6М и быстродействующий выключатель 1VPD3 (номинальное напряжение 3000 В, ток 1800 А), рассчитанный на максимальный ток отключения 12 000 А. Для переключений в силовой цепи тяговых электродвигателей служат электропневматические контакторы 2SVAD6, SVAD7, SVAD9, SVAD10, рассчитанные на номинальное напряжение 3000 В и ток соответственно 800, 800, 500 и 400 А. Включением и выключением этих контакторов управляет промежуточный контроллер 1KND3, имеющий 56 ступеней и 54 кулачковых

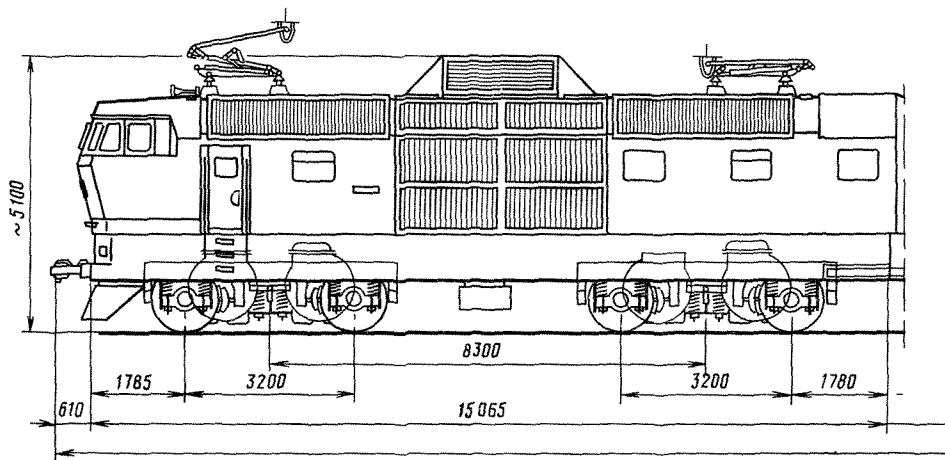


Рис. 28 Основные размеры

элемента; привод контроллера электропневматический.

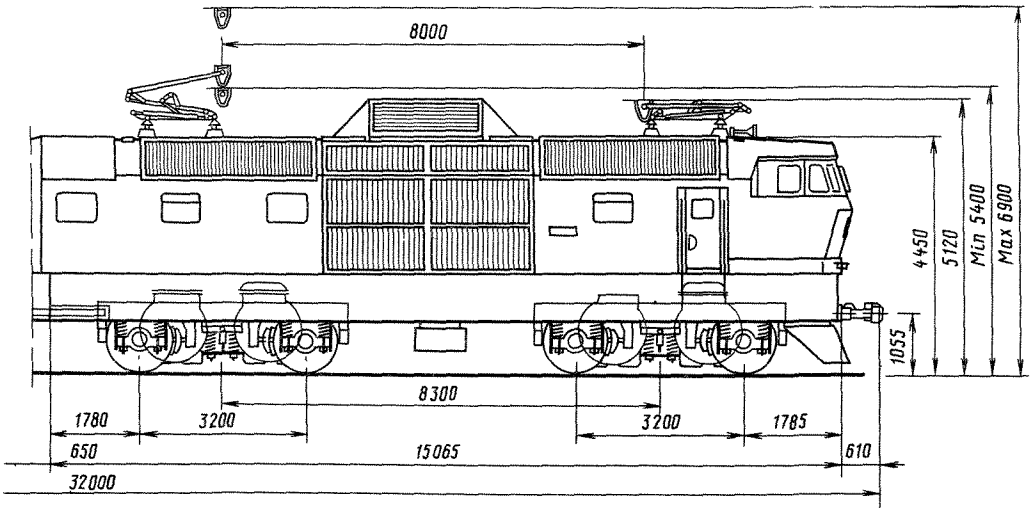
Тяговые электродвигатели каждой тележки постоянно соединены последовательно. Группы последовательно соединенных электродвигателей каждой секции могут в свою очередь соединяться последовательно и параллельно, т. е. электровоз при полном возбуждении имеет только две ходовые позиции. На каждой из ходовых позиций возможно получить пять ступеней ослабления возбуждения: 76, 58, 47, 38 и 30,5%. Промежуточный контроллер имеет 56 позиций: 1 — подготовительная; 2—26 — реостатные при последовательном соединении тяговых электродвигателей; 27—32 — ходовые при последовательном соединении на полном и пяти ступенях ослабленного возбуждения; 33—50 — реостатные при параллельном соединении групп тяговых электродвигателей и 51—56 — ходовые при параллельном соединении на полном и пяти ступенях ослабленного возбуждения. Переход с одного соединения тяговых электродвигателей на другое осуществляется по мостовой схеме.

Электровозы оборудованы реостатным тормозом, при действии

которого якорь каждого электродвигателя подключается параллельно отдельному резистору (как и на электровозах ВЛ80^г, ВЛ80^с, ЧС4^г, ЧС2^г), а обмотки возбуждения электродвигателей каждой секции соединяются последовательно и питаются от тиристорно-импульсного преобразователя; последний в свою очередь получает питание от секции тормозных резисторов, как и на электровозах ЧС2^г.

Цепи управления и освещения питаются постоянным током номинальным напряжением 48 В. На электровозе установлены аккумуляторные батареи 36НКТ-160 емкостью 160 А·ч.

На пультах машиниста размещены клавиши, соответствующие скорости движения 0, 15, 20, 25, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140, 160, 180, 200 км/ч. Нажатием соответствующей клавиши можно задать необходимую скорость, которая поддерживается автоматически за счет изменения возбуждения тяговых электродвигателей и введения в их цепь резисторов. Предусмотрен автоматический пуск при неизменном заданном машинистом токе. При реостатном торможении происходит



электровоза ЧС200

автоматическое снижение скорости и поддержание ее за счет изменения возбуждения; при достижении максимального тормозного усилия параллельно электрическому торможению начинает действовать электропневматическое торможение всего состава.

Для охлаждения тяговых электродвигателей на каждой секции электровоза установлены два мотор-вентилятора с электродвигателями 1А-2839/4, применяемыми также на электровозах ЧС2^т. Два электродвигателя включены нормально последовательно. Вентиляторы, охлаждающие резисторы, приводятся электродвигателями 2AV-2732/4, компрессоры КЗ-Лок — электродвигателями 12А-3432/4, несколько отличающимися от электродвигателей 9А-3432/4, установленных на электровозах ЧС2^т и первых двух электровозах ЧС200.

Основные параметры электродвигателей:

	2AV-2732/4	12А-3432/4
Номинальная мощность, кВт . . .	39	22
Напряжение, В . . .	280	2800
Ток, А . . .	160	9
Частота вращения, об/мин . . .	2140	1700

Генераторы тока управления 9А-1731/4 по основным параметрам не отличаются от генераторов 4А-1731/4 электровозов ЧС2^т.

Компрессор КЗ-Лок производительностью 2,9 м³/мин приprotivодавлении 9 кгс/см² и частоте вращения 1250 об/мин представляет собой трехцилиндровую машину с двумя ступенями сжатия.

Тяговые параметры электровоза при передаточном отношении редуктора 1,786 и среднеизношенных колесах (1215 мм):

Режим	Сила тяги, кН(кгс)	Скорость, км/ч	Возбуждение %
Часовой . . .	217(22 130)	135,9	100
Продолжительный . . .	204(20 800)	137,8	100
Максимальной скорости . . .	140(14 320)	200	30,5

Конструктивная скорость электровоза 220 км/ч.

Тормозные резисторы рассчитаны на мощность продолжительного режима 7000 кВт и кратковременную мощность 10 000 кВт. Диапазон применения электрического торможения от 60 до 200 км/ч. Масса электровоза при 2/3 запаса песка 156 т ± 2 %, нагрузка от колесных пар на рельсы 19,5 тс. Минимальный

радиус проходимых электровозом кривых при скорости 10 км/ч 100 м

Электровозы ЧС200 поступили в депо Ленинград-Пассажирский-Московский Октябрьской железной дороги для обслуживания скорых поездов на линии Москва — Ленинград

Электровозы ЧС6. Для железных дорог Советского Союза при их чрезвычайно высокой грузонапряженности очень благоприятным фактором явилось бы уменьшение количества пассажирских поездов при одновременном увеличении их провозной способности. Это может быть достигнуто за счет увеличения числа вагонов в поезде, т. е. повышения веса составов. Последнее требует локомотивов с большей силой тяги. Так как восьмиосные электровозы ЧС200 рассчитаны в основном на повышение скорости, а не веса поезда, то для того, чтобы локомотивы этого типа могли водить более тяжелые поезда, было решено изменить передаточное число их редукторов с 1,786 до $79/38 = 2,079$. Такое изменение привело к снижению скорости на 17 % при одновременном

увеличении силы тяги на такую же величину. Электровоз с измененным передаточным числом редуктора первоначально намечали обозначить ЧС160 (по принятой для него максимальной скорости), а затем обозначили ЧС6 (рис 29)

Электровозы ЧС6, помимо передаточного числа редукторов, отличаются от электровозов ЧС200 наличием бандажей у колес, типом токоприемников (17РР2, как на электровозах ЧС2) и имеют только обычную автоматическую локомотивную сигнализацию (на электровозах ЧС200 есть также многозначная локомотивная сигнализация АЛСН-200). Тяговые параметры электровоза ЧС6 при среднеизношенных бандажах

Режим	Сила тяги кН (кгс)	Скорость км/ч	Возбуждение, %
Часовой	255 (25 980)	115,8	100
Продолжительный	239 (24 400)	117,4	100
Максимальной скорости	165 (16 850)	160	30,5

Конструкционная скорость электровоза ЧС6 190 км/ч, масса при $\frac{2}{3}$ запаса песка 164 ± 2 %

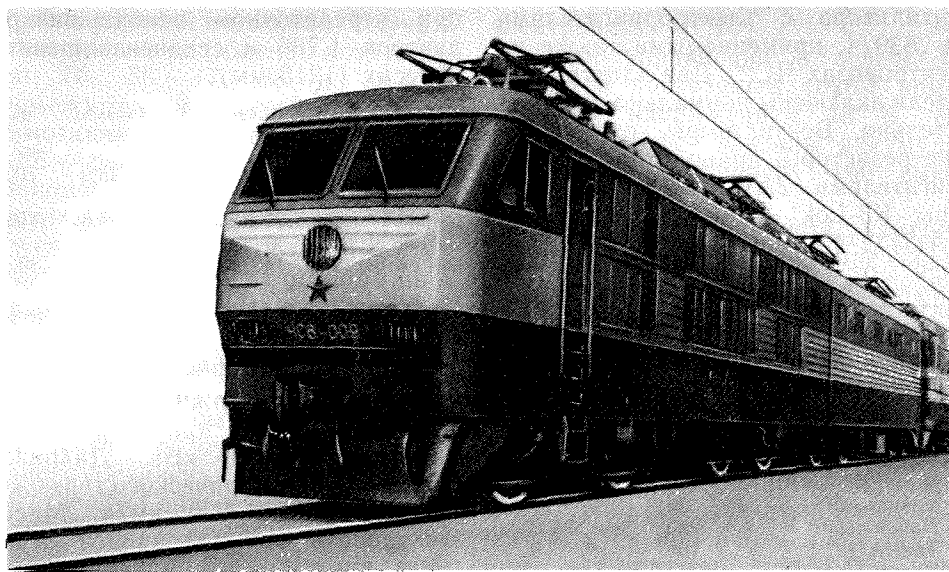


Рис 29 Электровоз ЧС6

В 1981 г заводы Шкода изготовили 20 электровозов ЧС6 (заводской тип 50E₂), эти электровозы отличались от электровозов ЧС6 выпуска 1979 г электрическими соединениями между секциями и конструкцией некоторых аппаратов

Электровозы ЧС6 поступили для эксплуатации на линию Москва — Ленинград Октябрьской железной дороги

6. Пассажирские электровозы ЧС7

Электровозы ЧС6 оказались более приспособленными для вождения пассажирских и скорых поездов, чем электровозы ЧС200, рассчитанные на высокоскоростное движение, однако конструкция их требовала дальнейшей доработки. Используя многие узлы и элементы электровозов ЧС6, ЧС200 и ЧС2^т, заводы Шкода разработали проект восьмиосного пассажирского электровоза, пригодного для эксплуатации почти на всех электрифицированных на постоянном токе линиях. В 1983 г заводы Шкода выпустили без предварительного

изготовления опытных экземпляров (прототипов) 20 новых локомотивов, получивших обозначение серии ЧС7 (рис 30 и 31) — заводской тип 82E₁. Электровозы этой серии строились в 1984 г (20 электровозов типа 82E₂), 1985 г (35 электровозов типа 82E₃) и в последующие годы

В отличие от электровозов ЧС6 и ЧС200 у электровозов ЧС7 секции между собой соединены обычными автосцепками СА-3, что значительно облегчает их сцепку и расцепку. Длина электровоза по осям автосцепок увеличилась на 2040 мм и достигла 34 040 мм. У кузовов сохранена форма торцовых частей (кабин машиниста), главная рама выполнена в виде двух открытых продольных балок переменного сечения, связанных ребрами жесткости, по концам буферным брусом и поперечной балкой, а в середине шкворневой балкой

Рамы тележек цельносварные коробчатого сечения, имеют поперечные концевые и среднюю шкворневую балки. Рессорное подвешивание двухступенчатое с использованием винтовых цилиндрических пружин

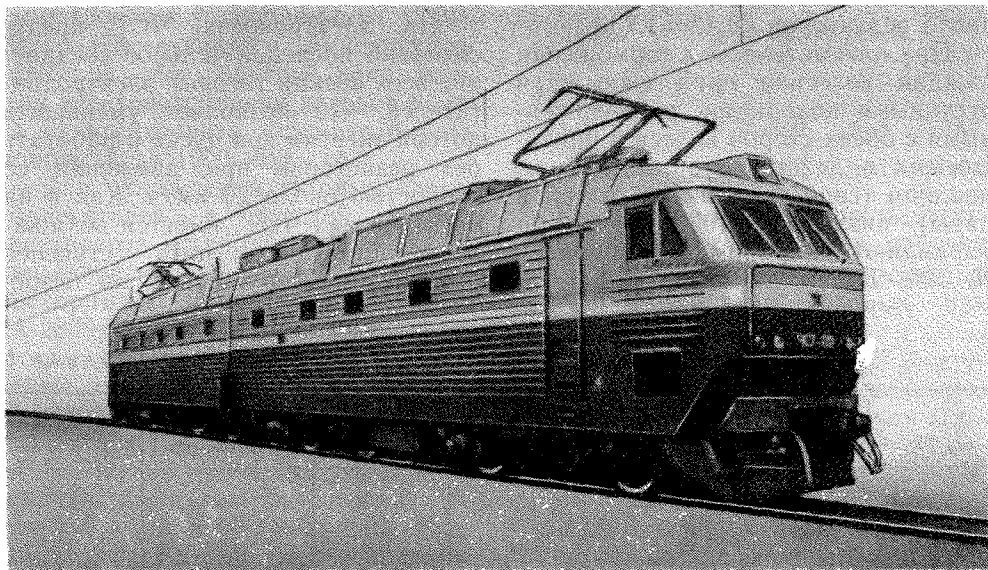


Рис 30 Электровоз ЧС7

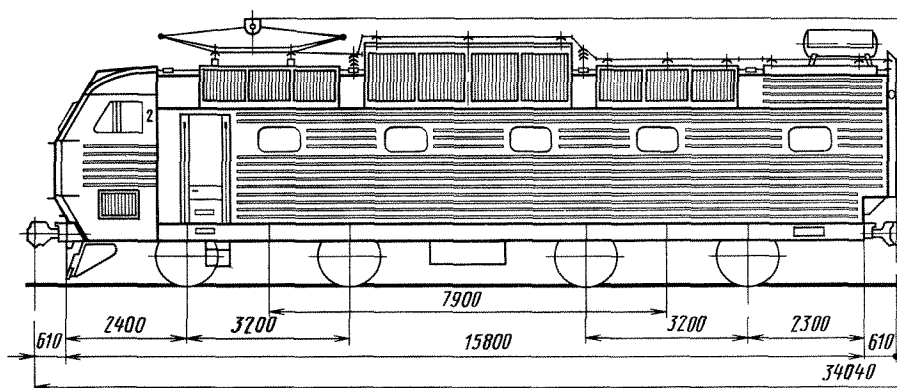


Рис 31 Основные размеры

и гидравлических амортизаторов. В люлечном подвешивании применены длинные вертикальные подвески между кузовом и рамами тележек. Общий статический прогиб рессорного подвешивания 150 мм. Тяговое и тормозное усилия от рам тележек к кузову передаются через шкворни. Буксы роликовые с торцовыми резиновыми упорами; колеса с бандажами диаметром 1250 мм (новые). Привод от тяговых электродвигателей системы Шкода, передаточное число редукторов $78:45=1,733$.

При пневматическом торможении каждая колесная пара сжимается чугунными колодками, расположенными с обеих сторон колеса и приводимыми в действие тормозным цилиндром (свой для каждой колесной пары) диаметром 10". Тормозами управляют краном машиниста № 395. Песок подается под 1, 3,

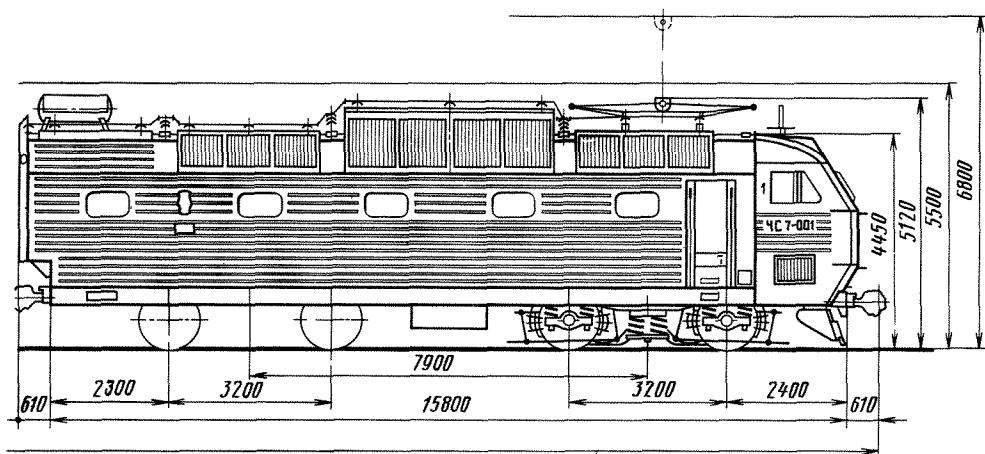
5 и 7-ю колесные пары по ходу электровоза.

На электровозе установлены восемь тяговых электродвигателей 1AL-4846dT, выполненных на базе тяговых электродвигателей AL-4846dT электровозов ЧС2^т и имеющих несколько повышенную мощность (при продолжительном режиме 770 кВт, ток 545 А, частота вращения якоря 670 об/мин). Расход охлаждающего воздуха 120 м³/мин, масса электродвигателя 5250 кг.

На электровозах ЧС7 предусмотрено последовательное соединение всех восьми тяговых электродвигателей, что позволяет уменьшить потери энергии при пуске и работать без резисторов при движении со скоростью около 20 км/ч. Как и на электровозах ЧС2^т, имеется возможность получить пять ступеней ослабления возбуждения на безре-

Таблица 3

Тип	Напряжение, В	Мощность, кВт	Ток, А	Частота вращения якоря, об/мин	Класс изоляции
2А-2839/4	3000/2	22	18,3	1800	В, F
2АУ-2732	280	29	160	2140	В, F
13А-3432/4	3000	21	8,3	1700	F
1-3А-1731/4	60	5	83,5	2600	В, F



электровоза ЧС7

остатных позициях: 85; 70; 57,5; 47,5 и 40 %. Секции пусковых резисторов переключаются индивидуальными контакторами, что позволяет переходить на реостатное торможение намного быстрее, чем на электровозах ЧС6 и ЧС200,— всего за 4 с.

В системе управления электровозом использован промежуточный контроллер, который управляется с помощью контроллера машиниста. От ранее строившихся электровозов заимствованы токоприемники 17РР, быстродействующий выключатель 12НС и ряд других аппаратов. Для электроотопления вагонов поезда от электровоза можно отбирать мощность до 1500 кВт.

Для охлаждения тяговых электродвигателей в каждой секции электровоза установлены два аксиальных вентилятора, приводимых коллекторными электродвигателями 2А-2839/4. Пуско-тормозные резисторы, расположенные на крыше, также охлаждаются двумя аксиальными вентиляторами, приводимыми коллекторными электродвигателями 2АВ-2732, получающими питание от секций тормозных резисторов. На каждой секции установлены один компрессор К2-Lok (производитель-

ность 2,6 м³/мин при противодавлении 9 кгс/см²), приводимый коллекторным электродвигателем 13А-3432/4, два генератора тока управления 1-3А-1731/4 и одна аккумуляторная батарея 36НКТУ-160 емкостью 160 А · ч, напряжением 48 В.

Основные параметры вспомогательных машин приведены в табл. 3.

Электровозы при среднеизношенных бандажах (1205 мм) имеют следующие параметры:

Режим	Сила тяги, кН(кгс)	Скорость, км/ч	Возбуждение, %
Продолжительный	250(25 500)	87,8	100
Максимальной скорости	130(13 300)	160	40

Конструкционная скорость электровоза 180 км/ч, масса в рабочем состоянии 172 т ± 2 %. Минимальный радиус проходимых кривых при скорости 10 км/ч 100 м.

Первые электровозы ЧС7 поступили на Московскую железную дорогу (депо Москва-Киевская-Пассажирская, имени Ильича, Москва-3) для замены электровозов ЧС2, в том числе работающих двойной тягой, а также в депо Челябинск Южно-Уральской железной дороги.

1. Грузовые тепловозы типа ТЭ10 различных исполнений

Тепловозы 2ТЭ10Л. В 1976—1977 гг. Ворошиловградский тепловозостроительный завод имени Октябрьской революции продолжал выпускать грузовые двухсекционные двенадцатиосные тепловозы 2ТЭ10Л (рис. 32 и 33). Впервые тепловоз этой серии завод построил в 1962 г., использовав основное оборудование и тележки, применявшиеся Харьковским заводом транспортного машиностроения им. В. А. Малышева на тепловозах ТЭ10 и 2ТЭ10. Ворошиловградский (в тот период Луганский) тепловозостроительный завод заново спроектировал кузова секций, выполнив их в отличие от кузовов тепловоза 2ТЭ10 с несущей рамой, т. е. по типу уже освоенного ранее заводом кузова тепловоза ТЭ3. Это отличие и зафиксировано в обозначении серии 2ТЭ10Л, которая расшифровывается как двухсекционный тепловоз с электропередачей, десятый тип Харьковского завода, луганское исполнение.

У тепловозов 2ТЭ10Л одинаковые с тепловозами ТЭ3 расстояния между шкворнями (8600 мм) и между осями автосцепок (16 969 мм) каждой секции. Основными несущими элементами рамы кузова тепловоза 2ТЭ10Л являются две хребтовые балки № 45 и два обносных швеллера № 16. Между собой балки соединены межрамными креплениями, а по концам литыми стяжными ящиками. Кабины машиниста установлены на раме кузова на резиновых амортизаторах.

Кузов тепловоза опирается на две трехосные тележки. Вертикальная

нагрузка на тележки передается так же, как и на тепловозе ТЭ3 — в четырех точках через опоры с роликами, перемещающимися по плоскостям с углом наклона 5°. Тяговое и тормозное усилия от тележек к кузову передаются через центральные шкворни.

Тележки тепловоза 2ТЭ10Л унифицированы по основным элементам с тележками тепловоза ТЭ3, но имеют более эластичное рессорное подвешивание, двустороннее расположение тормозных колодок и малогабаритные буксы колесных пар с упругими боковыми упорами. В связи с этими изменениями и увеличением нагрузки на тележку боковые рамы тележек усилены и удлинены, толщина нижних листов боковины увеличена с 20 до 25 мм, а сами листы выполнены из низколегированной стали.

Шкворневая балка сделана литой, таврового сечения. В целях повышения эксплуатационной надежности тележек все поперечные швы и приварные детали с нижних поясов боковин удалены.

Рессорное подвешивание, как и у тележек тепловоза ТЭ3, двухточечное. Каждая точка подвешивания представляет собой два комплекта концевых цилиндрических пружин и два комплекта рессорного подвешивания, соединенных между собой подвесками и балансирами. Комплект рессорного подвешивания включает в себя две цилиндрические пружины и размещенную между ними восьмилистовую рессору. Листовая рессора и пружины работают последовательно. Статический прогиб рессорного подвешивания 75 мм. Буксы имеют роликовые подшипники

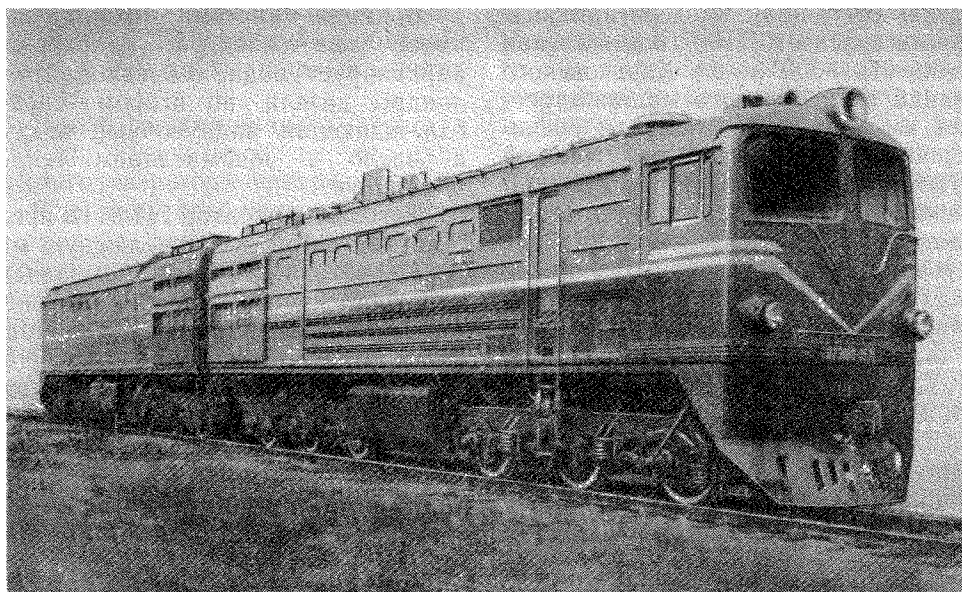


Рис. 32. Тепловоз ТЭ10Л

с цилиндрическими роликами и осевые упоры с пружинами. При новых бандажах диаметр колес 1050 мм.

На каждой тележке установлены два тормозных цилиндра диаметром 10".

Для управления тормозами служат краны машиниста № 394, кран вспомогательного тормоза № 254 и воздухораспределители № 270.005.

Тяговые электродвигатели имеют опорно-осевое подвешивание; редуктор выполнен односторонним с передаточным числом $75:17=4,412$, модуль зубчатых колес 10 (до 1970 г. передаточное число было 4,53, модуль 11). Зубчатые колеса имеют эластичные резинометаллические элементы.

В средней части кузова каждой секции размещена силовая уста-

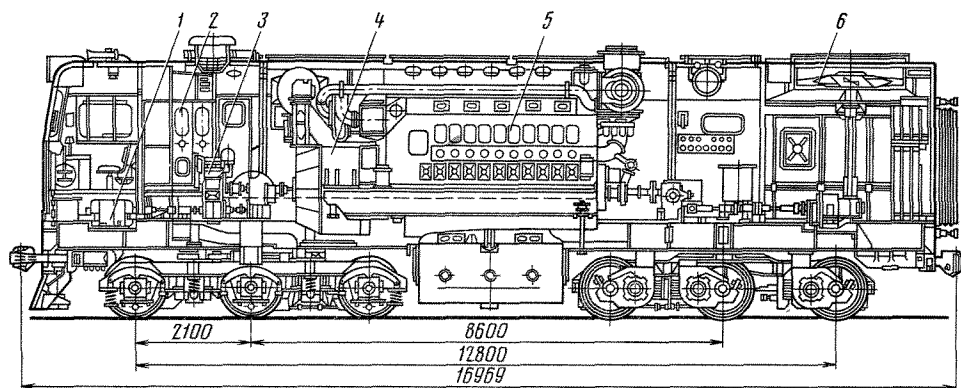


Рис. 33. Расположение оборудования на секции тепловоза ТЭ10Л:

1—двухмашинный агрегат; 2—камера для электрических аппаратов; 3—компрессор; 4—тяговый генератор; 5—дизель; 6—вентилятор холодильника

новка, состоящая из десятицилиндрового дизеля 10Д100 (номинальная мощность 3000 л. с.) Харьковского завода транспортного машиностроения им. В. А. Малышева и соединенного с дизелем полужесткой муфтой тягового генератора ГП-311Б Харьковского завода «Электротяжмаш» им. В. И. Ленина. Дизель и генератор смонтированы на общей поддизельной раме сварной конструкции, которая является одновременно и картером двигателя.

Дизель 10Д100 (10ДН 20,7/2×25,4) имеет такие же размеры цилиндров (диаметр 207 мм, ход поршней 2×254 мм) и частоту вращения вала при номинальной мощности (850 об/мин), как и дизель 2Д100 тепловоза ТЭЗ. Повышение мощности каждого цилиндра с 200 до 300 л. с. достигнуто за счет увеличения давления наддува до 1,2—1,3 кгс/см². Дизель двухтактный, однорядный; в каждый цилиндр помещены два поршня, соединенных шатунами с верхним и нижним коленчатыми валами; валы чугунные без противовесов, связаны между собой с помощью вертикальной передачи, состоящей из конических зубчатых колес и вертикальных валов.

Минимальная частота вращения вала 400 об/мин.

Масса дизеля с поддизельной рамой 19 460 кг, самого дизеля 16 800 кг.

Расход топлива при номинальной мощности 160 г/(э.л.с. ч) ± 5 %.

Наддувочный воздух сжимается двумя параллельно работающими турбокомпрессорами, затем охлаждается и после этого центробежным нагнетателем подается в цилиндры дизеля. Использование для привода турбокомпрессоров энергии выхлопных газов повысило экономичность дизеля. Охлаждение наддувочного воздуха происходит в укороченных водовоздушных секциях, схожих по конструкции с секциями холодильника.

Водяная система охлаждения имеет два контура: в первом циркулирует вода, омывающая цилиндры дизеля, во втором — вода, охлаждающая наддувочный воздух и масло в водомасляном теплообменнике.

Тяговый генератор ГП-311Б представляет собой десятиполюсную машину постоянного тока с независимым возбуждением и принудительной вентиляцией. Продолжительная мощность генератора 2000 кВт (ток 4320 А, напряжение 465 В, частота вращения якоря 850 об/мин). Максимальное напряжение генератора 700 В, ток при этом 2870 А. Якорь имеет несимметричную двухходовую ступенчатую петлевую обмотку с уравнительными соединениями и изоляцией класса F. Обмотки главных полюсов выполнены с изоляцией класса H; добавочных с изоляцией класса В. Масса генератора 8900 кг.

Генератор имеет специальную пусковую обмотку и используется во время пуска дизеля в качестве электродвигателя с последовательным возбуждением, питающегося от аккумуляторной батареи.

На тепловозе применена система возбуждения тягового генератора, при которой магнитный усилитель (амплистат) включен не в цепь обмотки возбуждения генератора, а в цепь обмотки возбуждения возбудителя. Возбудитель В-600, являющийся машиной постоянного тока мощностью 20,6 кВт (165 В, 125 А, 1800 об/мин), спроектирован и изготовлен Харьковским заводом «Электротяжмаш». Он имеет две обмотки возбуждения: основную намагничивающую, питаемую через амплистат, и дополнительную размагничивающую, которая питается постоянным током от вспомогательного генератора. Такая схема позволила уменьшить вес и размеры магнитного усилителя, выпрямителей, трансформаторов. Возбудитель В-600 имеет общий вал со вспомогательным генератором постоянного

тока ВГТ-275/120 мощностью 12 кВт (75 В, 160 А, 1800 об/мин) и образует вместе с ним двухмашинный агрегат А-706Б.

Масса двухмашинного агрегата 660 кг. Приводится он от вала тягового генератора через редуктор.

В систему возбуждения тягового генератора для получения его гиперболической внешней характеристики введен синхронный подвозбудитель ВС-652, вырабатывающий однофазный ток, частота которого пропорциональна частоте вращения вала дизеля. Номинальная мощность подвозбудителя 0,55 кВт (110 В, 10 А), частота тока при 4000 об/мин 133 Гц.

На каждой секции тепловоза установлены шесть тяговых электродвигателей ЭД-118А, изготовленных заводом «Электротяжмаш». От ранее применявшихся на тепловозах 2ТЭ10Л электродвигателей ЭД-107А (до 1972 г.) электродвигатели ЭД-118А отличаются усиленной механической частью, применением изоляции «Монолит»; в остальном их конструкция и параметры остались без изменения. Электродвигатели четырехполюсные с последовательным возбуждением и принудительной вентиляцией. Обмотка якоря петлевая с изоляцией класса F. Номинальная мощность электродвигателей 305 кВт; номинальное напряжение 463 В, ток 720 А, частота вращения якоря 580 об/мин. Максимальное напряжение 700 В, максимальная частота вращения якоря 2290 об/мин. Масса электродвигателя 3100 кг.

Все шесть тяговых электродвигателей соединены параллельно. Для более полного использования мощности дизеля при высоких скоростях движения предусмотрены две ступени ослабления возбуждения тяговых электродвигателей — 60 и 36%. Переходы на режимы ослабления возбуждения и обратно происходят автоматически, для чего в электрической цепи имеются два реле перехода.

Управление тепловозом осуще-

вляется с помощью контроллера машиниста КВ-1509, воздействующего на всережимный изодромный регулятор дизеля, который изменяет цикловую подачу топлива в цилиндры, а также воздействует на реостат регулировочной обмотки амплитастата. Главная рукоятка контроллера имеет нулевую и 15 рабочих позиций. На нулевой и 1-й позициях контроллера валы дизеля вращаются с частотой 400 об/мин; на последующих соответственно: 430; 465; 495; 530; 560; 590; 625; 660; 690; 720; 755; 785; 820 и 850 об/мин.

С валом тягового генератора через полужесткую муфту соединен вал компрессора КТ-7, изготовленного Полтавским турбомеханическим заводом. Этот компрессор, как и компрессор КТ-6 тепловозов ТЭЗ, электровозов ВЛ80^г, ВЛ10 и ряда других, имеет три цилиндра, но отличается от последнего направлением вращения вала и измененной конструкцией некоторых деталей; производительность компрессора КТ-7 при частоте вращения вала 850 об/мин 5,3 м³/мин, т. е. такая же, как у компрессора КТ-6.

За дизелем со стороны, противоположной генератору, размещены холодильники для охлаждения воды, циркулирующей в водяной системе тепловоза. Вентилятор холодильника имеет механический привод через гидравлическую муфту переменного наполнения. Такая конструкция облегчает введение автоматического регулирования температуры воды и масла.

Для пуска дизеля и питания низковольтных цепей при неработающем дизеле служат аккумуляторные батареи 46ТПЖН-550 емкостью 550 А·ч, номинальным напряжением 60 В.

При продолжительном режиме тепловоз развивает силу тяги 2×248 кН (2×25 300 кгс) и скорость 24,7 км/ч. При конструкционной скорости 100 км/ч сила тяги 2×58 кН (2×5900 кгс).

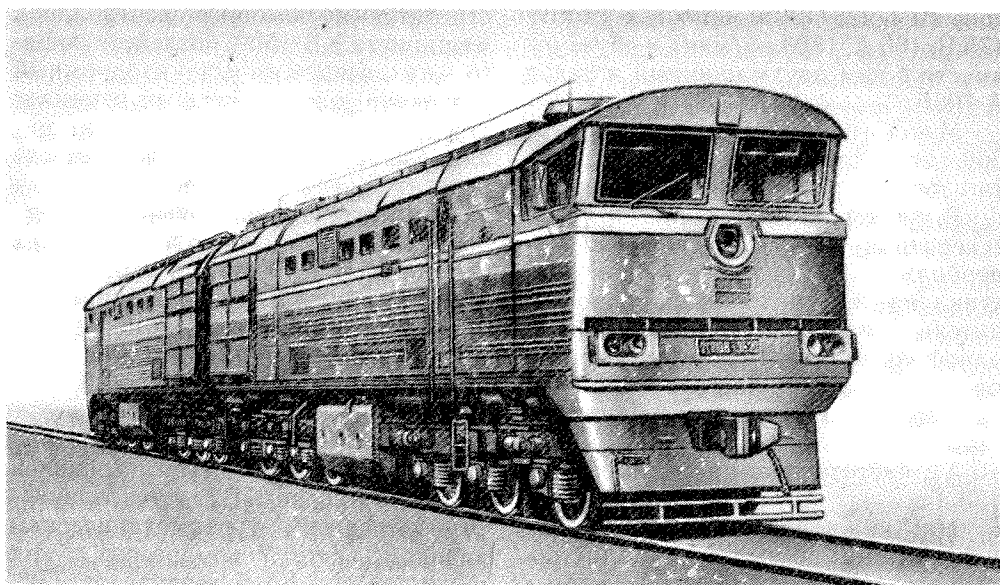


Рис. 34. Тепловоз 2ТЭ10В

Запас топлива на локомотиве 2×6300 кг, масла 2×1500 кг, воды 2×1450 кг и песка 2×910 кг. Масса тепловоза в служебном состоянии 2×130 т.

Тепловозы 2ТЭ10В. В период 1975—1981 гг. Производственное объединение «Ворошиловградтепловоз» выпускало тепловозы 2ТЭ10В (рис. 34 и 35), представляющие собой усовершенствованные тепловозы

2ТЭ10Л; буква В в обозначении серии означает ворошиловградский.

На тепловозах установлены одинаковые с тепловозами 2ТЭ10Л дизели (10Д100), тяговые генераторы (ГП-311Б), двухмашинные агрегаты (А-706Б), синхронные подвозбудители (ВС-652), тяговые электродвигатели (ЭД-118А), компрессоры (КТ-7), аккумуляторные батареи (46ТПЖН-550). Сохранены переда-

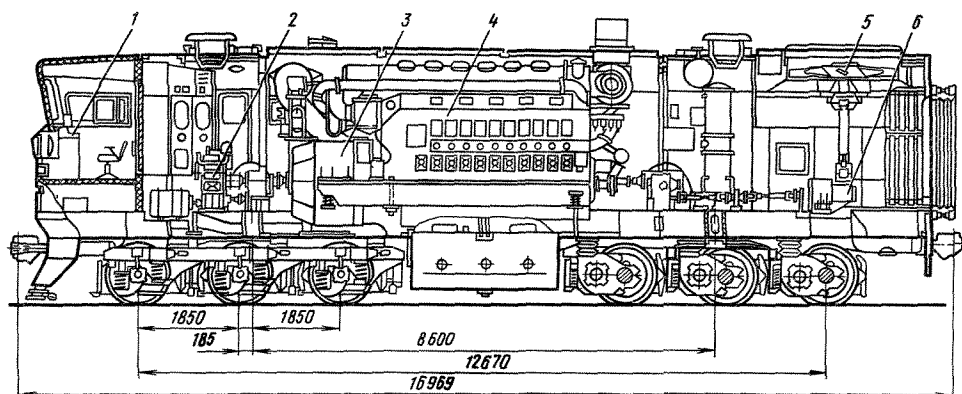


Рис. 35. Расположение оборудования на секции тепловоза 2ТЭ10В:

1—пульт управления; 2—компрессор; 3—тяговый генератор; 4—дизель; 5—вентилятор холодильника, 6—двухмашинный агрегат

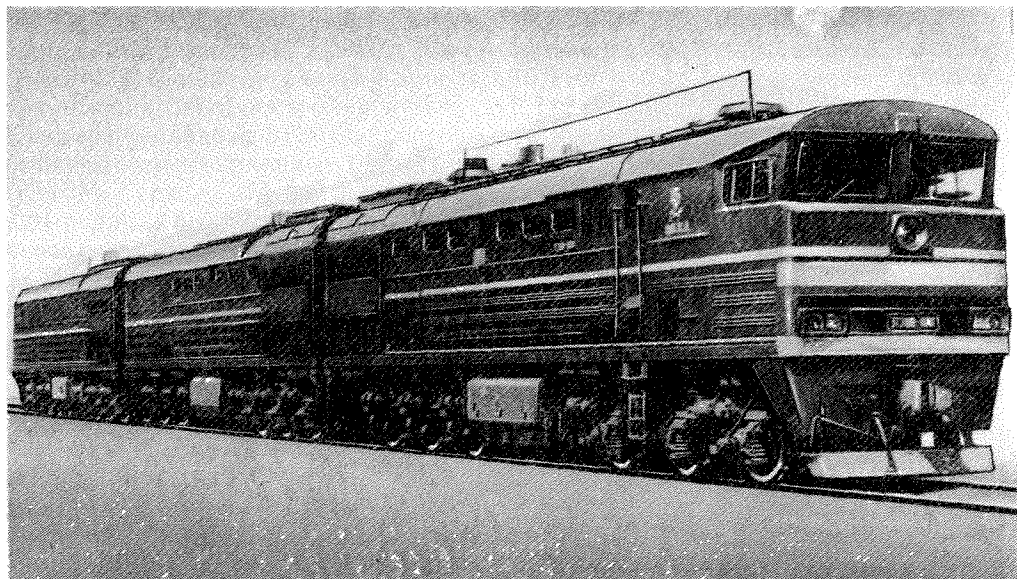


Рис. 36 Тепловоз ТЭ10В

точное число тяговых редукторов (4,412) и ступени ослабления возбуждения тяговых электродвигателей. Основными отличиями тепловозов 2ТЭ10В от серийных тепловозов 2ТЭ10Л явились применение бесчелюстных (поводковых) тележек и изменение расположения на них тяговых электродвигателей: все электродвигатели на тележках расположены «гуськом» в сторону середины кузова секции.

Кузов тепловоза выполнен по типу кузова тепловоза 2ТЭ10Л и имеет новые унифицированные кабины машиниста. На каждую тележку он опирается через четыре боковые опоры; тяговые и тормозное усилия передаются от тележек на раму кузова через шкворни. Буксы тележек тепловозов 2ТЭ10В соединены с рамой поводками с шарнирами, имеющими резиновые втулки.

Для рессорного подвешивания применены только цилиндрические пружины между хвостовиками букс и рамой тележки (по два комплекта на буксу), продольные балансиры отсутствуют (индивидуальное подве-

шивание). Статический прогиб рессорного подвешивания 100 мм.

Тормозная система выполнена с двусторонним нажатием колодок на колеса. Тормозные колодки каждого колеса прижимаются к бандажу своим тормозным цилиндром диаметром 8", т. е. тележки имеют по шесть цилиндров.

На тепловозах 2ТЭ10В применены усовершенствованный пульт управления с контроллером КВ-1552, который имеет такое же количество позиций, как и контроллер КВ-1509 тепловозов 2ТЭ10Л, а также бесконтактные регуляторы напряжения БРН-3В и некоторое другое ранее не применявшееся оборудование.

На части тепловозов установлены тяговые электродвигатели ЭД-118Б, отличающиеся от электродвигателей ЭД-118А только конструкцией моторно-осевых подшипников, смазка к которым подается принудительно шестеренчатым насосом.

На тепловозах 2ТЭ10В не изменились по сравнению с тепловозом 2ТЭ10Л запасы топлива, воды и масла, но увеличился запас песка до



Рис 37 Тепловоз 3ТЭ10М

1006 кг на секцию. Общая масса тепловоза в служебном состоянии повысилась до $2 \times 138,7$

Конструкционная скорость тепловоза 100 км/ч, сила тяги длительного режима 2×245 кН ($2 \times 25\,000$ кгс) при скорости 24,7 км/ч

22 апреля 1977 г в день рождения В И Ленина Вороши-

ловградский завод торжественно передал Северной железной дороге свой 25 000-й тепловоз им стал тепловоз 2ТЭ10В-3665. В 1978 г завод выпустил опытный трехсекционный тепловоз 3ТЭ10В-0001 (рис 36)

Тепловозы 2ТЭ10М и 3ТЭ10М. Дальнейшим шагом в развитии

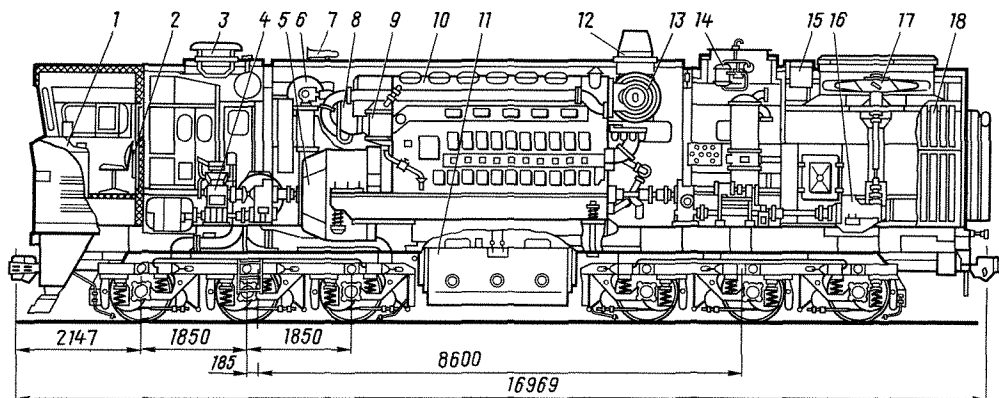


Рис 38 Расположение оборудования на секции тепловоза 2ТЭ10М

1 — пульт управления 2 — ручной тормоз 3 — вентилятор кузова 4 — компрессор 5 — тяговый генератор 6 — вентилятор охлаждения тягового генератора 7 — тиристор 8 — центробежный нагнетатель второй ступени 9 — воздухоочиститель 10 — дизель 11 — тяговый блок 12 — выхлопное устройство 13 — турбокомпрессор 14 — адсорбер 15 — бак для воды 16 — гидропривод вентилятора 17 — колесо вентилятора 18 — секции радиаторов

тепловозов типа ТЭ10 явилась модернизация тепловозов 2ТЭ10В. Уже в 1979 г. Ворошиловградский завод, используя опыт постройки и эксплуатации тепловоза 3ТЭ10В, построил первые трехсекционные тепловозы 3ТЭ10М (рис. 37), а затем с 1981 г. начал выпускать и двухсекционные тепловозы 2ТЭ10М (рис. 38).

На тепловозах 2ТЭ10М и 3ТЭ10М сохранено все основное оборудование тепловозов 2ТЭ10В, но изменена схема электрических цепей для возможности работы тепловозов в составе трех секций, кроме того, в приводах вспомогательных машин вместо гидравлики использованы валы и пластинчатые муфты, установлены боковые опоры кузова, состоящие из роликовых опор и расположенных над ними резинометаллических блоков, применены воздухораспределители № 483.

Трехсекционный тепловоз 3ТЭ10М состоит из двух крайних секций А и Б, имеющих кабины машиниста с полным комплектом необходимого оборудования, и промежуточной секции В, у которой помещение кабины использовано в качестве тамбура для прохода в головную секцию В. Кабины машиниста установлены пульта с контроллерами, краны машиниста № 395, краны вспомогательного тормоза № 254, в тамбуре секции В имеются только кран вспомогательного тормоза № 254 и вспомогательный пульт для маневровых передвижений и реостатных испытаний, эта секция может самостоятельно передвигаться со скоростью до 5 км/ч, без головной или головных секций она для вождения поездов не используется. Возможно использовать для поездной работы две сцепленные секции (А с Б, А с В или Б с В) либо одну секцию (А или Б). Совместная работа секций тепловозов ТЭ10М с секциями тепловозов 2ТЭ10В не предусмотрена.

В 1981 г. Ворошиловградский завод выпустил партию тепловозов

2ТЭ10МК, на которых в отличие от тепловоза 2ТЭ10М вместо дизеля 10Д100 был установлен дизель 5Д49 Коломенского тепловозостроительного завода. Такие дизели применены на тепловозах 2ТЭ116 (см. ниже).

Тепловозы 4ТЭ10С. Для линий с тяжелым профилем пути, в частности для Байкало-Амурской железной дороги, сила тяги трехсекционных тепловозов недостаточна. Поэтому Ворошиловградский завод вел работу по созданию и организации выпуска четырехсекционных тепловозов, в том числе на базе тепловозов ТЭ10М (однотипные дизели и основное оборудование).

В 1983 г. Производственное объединение «Ворошиловградтепловоз» изготовило два опытных четырехсекционных тепловоза 4ТЭ10С, рассчитанных на работу в условиях северного климата. У этих тепловозов имеется обогрев машинного помещения, изменена конструкция холодильных камер, предусмотрено их открытие изнутри. Запас воды на секцию увеличен до 1570 кг.

Опытные тепловозы 4ТЭ10С были направлены на Байкало-Амурскую железную дорогу, а завод в 1984 и 1985 гг. продолжал изготовление партии тепловоза 4ТЭ10С.

2. Грузовые тепловозы М62 и 2М62

Тепловозы М62. Шестиосные грузовые тепловозы М62 стали первыми магистральными тепловозами, поставляемыми Советским Союзом, на экспорт. Первый заказ на эти тепловозы Ворошиловградский тепловозостроительный завод получил от Венгерской Народной Республики. Чтобы испытать и проверить в условиях эксплуатации новый локомотив, завод в 1964 г. построил два опытных тепловоза М62 для колеи 1520 мм, которые поступили на железные дороги нашей страны. После получения положительных результатов ис-

питаний и эксплуатации завод в 1965 г начал поставлять венгерским железным дорогам тепловоз М62

Обозначение серии М62 дано по требованию заказчика, в дальнейшем при поступлении этих локомотивов на железные дороги Советского Союза обозначение серии было сохранено. В технической документации тепловозы, изготавливаемые для отечественных железных дорог, получили обозначение серии М62С, но на самих локомотивах буква С не ставилась. Кроме ВНР, тепловозы М62 в различных исполнениях поставлялись Ворошиловградским тепловозостроительным заводом в ПНР (серия ST44), ГДР (V120), ЧССР (Т679,1), КНДР (К62), на Кубу (М62К).

На железные дороги Советского Союза тепловозы М62 начали поступать в 1970 г (с № 1003), последние локомотивы этой серии еще поступали в 1976 г. Тепловозы М62 (рис 39 и 40) выполнены по габариту 02—ВМ с шириной кузова 2950 мм. Кузов с несущей рамой опирается на две трехосные тележки, выполненные по типу тележек тепловозов ТЭЗ, 2ТЭ10Л и ТЭМ2 (см гл VII), но с комбинированными опорами скольжения и качения. Тяговое и тормозное усилие от тележек на кузов передается через центральные шкворни. Статический прогиб рессорного подвешивания 77 мм. Буксы у тележек челюстные с цилиндрическими роликовыми подшипниками, для восприятия осевых сил предусмотрены пружинные упоры для торцов осей колесных пар. Диаметр колес при новых бандажах 1050 мм. Редуктор односторонний, передаточное число редуктора $75/17=4,412$, модуль зубчатых колес 10. До 1976 г на тепловозах применялись редукторы с передаточным числом $68,15=4,53$.

Тепловоз оборудован ручным (на две оси) и пневматическими (на шесть осей) тормозами с двусторонним нажатием тормозных колодок на колесо. На каждой тележке имеют-

ся четыре тормозных цилиндра диаметром 10". Для управления тормозами служит кран машиниста № 394, кран вспомогательного тормоза № 254 и воздухораспределитель № 270 002.

На тепловозе установлен двенадцатицилиндровый, двухтактный, V-образный (с углом развала 45°), с двухступенчатым наддувом и промежуточным охлаждением воздуха дизель 14Д40 (12ДН23/30) Коломенского тепловозостроительного завода. Диаметр цилиндров у дизеля 230 мм, ход поршня с главным шатуном 300 мм, с прицепным — 304,3 мм. При номинальной частоте вращения вала 750 об/мин мощность дизеля 2000 л с (1470 кВт). Дизель имеет прямоточную клапанно-щелевую продувку. Масса сухого дизеля с поддизельной рамой 12 550 кг, расход топлива при номинальной мощности 160—165 г/(эл с · ч). Пуск дизеля от аккумуляторной батареи.

Тяговый генератор, тяговые электродвигатели, возбудитель, вспомогательный генератор, однокорпусный агрегат (синхронный генератор и тахогенератор) изготовлены Харьковским заводом «Электротяжмаш» им В И Ленина. Агрегат, состоящий из дизеля и главного генератора, установленный на главной раме, получил наименование 14ДГ, масса его 21 455 кг.

Тяговый генератор ГП-312 постоянного тока, десятиполюсный с независимым возбуждением и принудительной вентиляцией имеет номинальную (продолжительную) мощность 1270 кВт, напряжение 356/570 В (номинальное/максимальное), ток 3570/2230 А, максимальную частоту вращения якоря 750 об/мин. Изоляция обмоток якоря и добавочных полюсов не ниже класса В, главных полюсов — класса Н, масса генератора 7400 кг.

Возбудитель В-600 вместе со вспомогательным генератором ВГТ-275/120 объединены в одном двухмашинном агрегате А-706А,

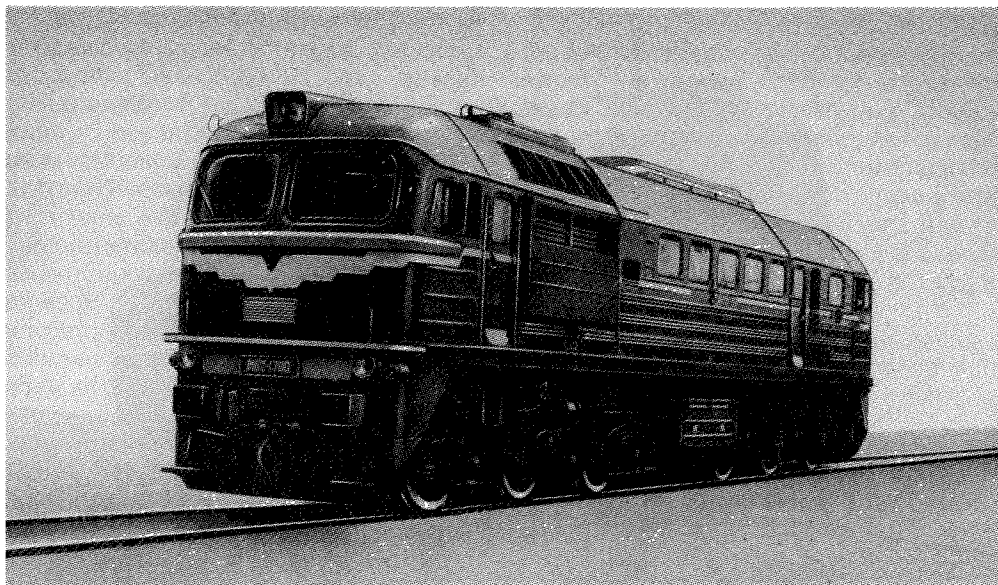


Рис 39 Тепловоз М62

установленном на осто́ве тягового генератора. Мощность возбуждателя 20,6 кВт, напряжение 165 В, ток 125 А. Вспомогательный генератор имеет мощность 12 кВт, напряжение 75 В, ток 160 А. Частота вращения якорей обеих машин 1800 об/мин, масса агрегата 660 кг.

Для питания переменным током тахометрического блока, рабочих цепей амплитата, трансформаторов

тока и напряжения служит синхронный подвозбудитель ВС-652. Его номинальная мощность 550 Вт (напряжение 110 В, ток 10 А, коэффициент мощности 0,5), частота вращения ротора 4000 об/мин, частота тока 133 Гц, масса 68 кг.

На тепловозе установлены тяговые электродвигатели ЭД-118А, имеющие для данного локомотива номинальную (продолжительную)

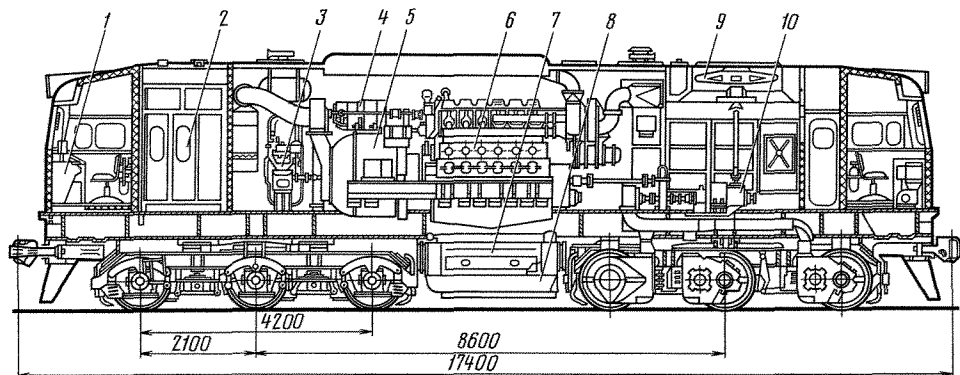


Рис 40 Расположение оборудования на тепловозе М62

1—пульт управления 2—камера для электрических аппаратов 3—компрессор 4—двухмашинный агрегат 5—тяговый генератор 6—дизель 7—аккумуляторная батарея 8—топливный бак 9—вентилятор холодильника 10—гидропривод вентилятора



Рис 41 Тепловоз 2М62

мощность 192 кВт (при напряжении 356/570 В и токе 595/372 А), частота вращения якоря при продолжительном режиме 474 об/мин, максимальная — 2290 об/мин; масса электродвигателя 3100 кг. Предусмотрены две ступени ослабления возбуждения — 60 и 37 %. До 1973 г. на тепловозах устанавливались тяговые электродвигатели ЭД-107А, близкие по конструкции и параметрам к электродвигателям ЭД-118А.

Контроллер машиниста КВ-1508 имеет реверсивную рукоятку с положениями вперед, нуль и назад и главную с нулевой и пятнадцатью (1—15) рабочими позициями. На тепловозе установлена кислотная аккумуляторная батарея 32ТН-450 емкостью 450 А·ч и номинальным напряжением 64 В. Электрическое оборудование тепловозов позволяет работать им по системе многих единиц.

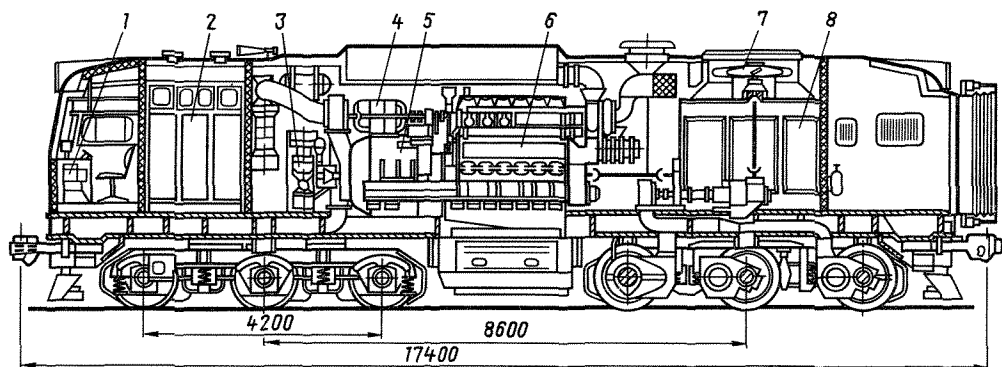


Рис 42 Расположение оборудования на секции тепловоза 2М62.

1— пульт управления, 2— камера для электрических аппаратов, 3— компрессор, 4— двухмашинный агрегат, 5— тяговый генератор, 6— дизель, 7— вентилятор, 8— радиаторы

В холодильной камере установлены два осевых вентилятора, имеющие механический привод от дизеля с гидромупфтой переменного наполнения. Регулирование температуры охлаждающей жидкости ручное или автоматическое. Центробежные вентиляторы охлаждения тяговых электродвигателей и компрессор КТ-7 имеют также механический привод от дизеля. Для привода топливного насоса, вентилятора кузова и вентиляторов калориферов, маслопрокачивающего насоса применены типовые электродвигатели постоянного тока напряжением 75 В соответственно П21М, П11М, П41.

Служебная масса тепловоза 116,5; запас топлива 3390 кг, масла 950 кг, воды 950 кг, песка 600 кг.

В длительном режиме тепловоз развивает силу тяги 196 кН (20 000 кгс) при скорости 20 км/ч. Конструкционная скорость тепловоза 100 км/ч; минимальный радиус проходимых кривых 75 м.

Тепловозы 2М62. В 1976 г. Ворошиловградский тепловозостроительный завод, прекратив постройку для железных дорог Советского Союза односекционных тепловозов М62, начал выпускать двухсекционные тепловозы 2М62 (рис. 41 и 42). Выпуск таких тепловозов продолжался весь период 1976—1985 гг. и в последующем.

Основным отличием секций тепловозов 2М62 от тепловозов М62 является отсутствие второй кабины машиниста и использование ее помещения в качестве тамбура для прохода в соседнюю секцию. Дизель-генератор 14ДГУ2, тяговые электродвигатели ЭД-118А, двухмашинный агрегат А-706А, синхронный подвозбудитель ВС-652, компрессор КТ-7, аккумуляторная батарея 32ТН-450 и многое другое оборудование остались такими же, как на тепловозе М62. В то же время в электрических схемах был сделан ряд изменений; на локомотиве применены некоторые новые типы аппаратов и узлов.

С 1982 г. тепловозы оборудуются путеочистителями, регулируемые по высоте установки. С 1985 г. изменена схема соединения тормозных приборов, которая обеспечивает автоматическое торможение при саморасцепе секций тепловоза. На тепловозах стали применяться краны машиниста № 395.000-3, краны вспомогательного тормоза № 254.000-1 и воздухо-распределители № 483.000.

Согласно техническим условиям масса каждой секции тепловоза при полной его экипировке должна составлять 120 т + 3%.

3. Грузовые тепловозы 2ТЭ116

В десятой и одиннадцатой пятилетках Ворошиловградский тепловозостроительный завод продолжал выпуск двухсекционных грузовых тепловозов 2ТЭ116 (рис. 43 и 44). Первый тепловоз этой серии завод изготовил в начале 1971 г., используя опыт создания и эксплуатации односекционного шестиосного тепловоза ТЭ109 (однотипные дизель-генераторы, тележки, стартер-генератор, контроллер и некоторые другие узлы; те же тип и число вентилях выпрямительной установки). В 1972—1975 гг. завод изготовлял небольшие партии тепловозов 2ТЭ116, внося в их конструкцию изменения, направленные на повышение надежности локомотива. На тепловозах с № 026 двухпружинные винтовые рессоры тележек были заменены трехпружинными, при этом статический прогиб рессорной системы увеличился со 101 до 126 мм; на тепловозах с № 061 вместо тяговых электродвигателей ЭД-107А устанавливались тяговые электродвигатели ЭД-118А, зубчатые колеса редукторов стали содержать эластичные элементы; на тепловозах с № 184 ставились аккумуляторные батареи 48-ТН-450 (96 В) вместо батарей 68ТПЖНК-250 и стартер-генераторы ПСГУ2 вместо СТГ-7.

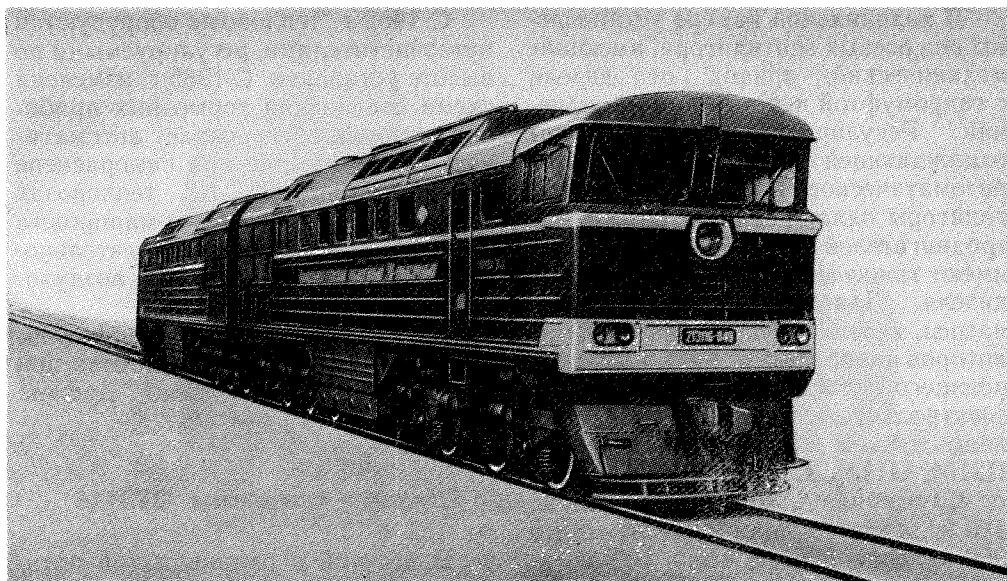


Рис. 43. Тепловоз 2ТЭ116

Кузова секций тепловоза 2ТЭ116 вагонного типа с несущей рамой, как и у тепловозов 2ТЭ10Л, 2ТЭ10В и 2ТЭ10М; они отличаются от кузовов тепловозов ТЭ109, рассчитанных на колею 1435 мм, использованием габарита 1-Т железных дорог колеи 1520 мм.

Кабины машиниста собираются отдельно и привариваются к обносному швеллеру главной рамы. Для

получения расчетного веса тепловоза и хорошего распределения нагрузок по колесным парам в раме кузовов тепловозов начиная с № 118 размещен балласт (по два балласта массой 1347, 2721 и 490 кг на секцию, т. е. всего 9116 кг на секцию).

Как и на тепловозах ТЭ10 всех разновидностей, кузов каждой секции опирается на две трехосные тележки через боковые опоры (четы-

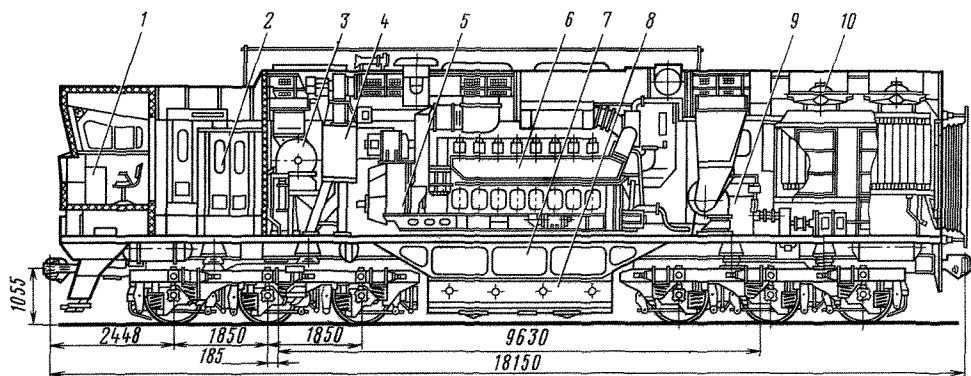


Рис. 44. Расположение оборудования на секции тепловоза 2ТЭ116:

1— пульт управления, 2— камера для электрических аппаратов; 3— мотор-вентилятор, 4— выпрямительная установка; 5— тяговый генератор; 6— дизель; 7— аккумуляторная батарея; 8— топливный бак, 9— компрессор, 10— вентилятор холодильника

ре на каждую тележку). Горизонтальные усилия от тележек к кузову и обратно передаются через шкворни. Конструкция боковых опор и шкворней подобна конструкции этих узлов у тепловозов ТЭ10Л.

Трехосные бесчелюстные тележки тепловозов 2ТЭ116 по конструкции, основным размерам и тормозному оборудованию не отличаются от тележек тепловозов 2ТЭ10В (диаметр колес при новых бандажах 1050 мм, передаточное число тягового редуктора $75:17=4,412$, модуль зубчатых колес 10; статический прогиб рессорного подвешивания 126 мм). Бесчелюстные тележки, впервые примененные еще в 1963 г. на опытных тепловозах 2ТЭ10Л (выпускались также в 1971—1973 гг.), были использованы на тепловозах 2ТЭ116 и только потом уже на тепловозах 2ТЭ10В.

Тепловозы 2ТЭ116 оборудованы кранами машиниста № 394, кранами вспомогательного тормоза № 254 и воздухораспределителями № 270.005-1.

На средней части главной рамы кузова тепловоза установлена дизель-генераторная установка 1А-9ДГ, состоящая из дизеля 1А-5Д49 Коломенского тепловозостроительного завода и синхронного тягового генератора ГС-501А Харьковского завода «Электротяжмаш» им. В. И. Ленина. Масса дизель-генератора (сухого) с установленными на нем возбудителем и стартер-генератором в зависимости от материала корпусов приводов (алюминий или чугун) составляет 25 000—26 000 кг.

Дизель 1А-5Д49 (16ЧН26/26) шестнадцатилиндровый с V-образным расположением цилиндров; диаметр цилиндров и ход поршня 260 мм. При частоте вращения вала 1000 об/мин дизель развивает полную мощность 3060 л. с. (2250 кВт); минимальная частота вращения вала 360 об/мин. В цилиндры дизеля подается с помощью газотурбинной

установки предварительно охлажденный воздух под давлением 1,35—1,5 кгс/см². Коленчатый вал двигателя выполнен из высокопрочного чугуна. На дизеле установлен объединенный регулятор (частоты вращения вала и нагрузки) типа 7РС, автоматически поддерживающий заданный режим работы дизеля.

Расход топлива дизелем при полной мощности составляет 151—158,5 г/(э.л.с · ч). Масса сухого дизеля 17 650 кг. Водяная система охлаждения дизеля двухконтурная; в каждом контуре имеются свои водяной насос и радиаторы. В одном контуре циркулирует вода, омывающая цилиндры дизеля, во втором — вода, охлаждающая наддувочный воздух и масло.

Вал дизеля с помощью муфты соединен с валом тягового генератора ГС-501А, который представляет собой двенадцатиполусную машину переменного тока с двумя трехфазными обмотками на статоре, сдвинутыми друг относительно друга на 30 электрических градусов. Изоляция обмоток статора класса Н, катушек ротора — класса В. Катушки ротора в сборе пропитаны эпоксидным компаундом и имеют изоляцию «Монолит-2» класса F. Активная мощность генератора при частоте вращения вала 1000 об/мин 2190 кВт, линейное напряжение 290/535 В, действующее значение линейного тока $2 \times 2350 / 2 \times 1330$ А; частота тока 35—100 Гц. Масса генератора 6000 кг.

Питание обмоток ротора осуществляется выпрямленным током, регулируемым по величине. Ток возбуждения вырабатывает однофазный возбудитель ВС-650В (активная мощность 26 кВт, напряжение 215/287 В, ток 164/146 А, частота вращения вала 2470/3300 об/мин, частота тока 165/220 Гц). Возбудитель приводится во вращение через распределительный редуктор дизеля. Выпрямление и регулирование тока возбуждения осуществляются управ-

ляемым выпрямителем, представляющим собой мост, в два плеча которого включены тиристоры, а в другие два — обычные диоды.

Стартер-генератор ПСТУ2 служит для пуска дизеля, а при работающем дизеле используется в качестве генератора постоянного тока, в частности, для заряда аккумуляторной батареи. Мощность его 50 кВт, номинальное напряжение в генераторном режиме 110 В при частоте вращения вала 1150—3300 об/мин; в стартерном режиме при прокрутке вала дизеля допускается ток 800 А. Масса стартер-генератора 800 кг.

Для преобразования вырабатываемого тяговым генератором переменного тока в постоянный (точнее пульсирующий ток постоянного направления) применена выпрямительная установка УВКТ-5, имеющая два параллельно соединенных трехфазных моста. Каждое плечо моста состоит из десяти параллельных ветвей, в каждой ветви — два последовательно включенных лавинных кремниевых вентиля ВЛ200-8. Общее количество вентилях установки 240; номинальное выпрямленное напряжение 750 В, ток 5700 А. Для охлаждения вентилях через установку в секунду прогоняется 1,4 м³ воздуха; масса установки 650 кг. Установки изготовлены Таллинским электротехническим заводом им. М. И. Калинина.

Установленные на тепловозе тяговые электродвигатели ЭД-118А номинальной мощностью 305 кВт имеют те же параметры, что и при работе на тепловозах 2ТЭ10Л, ТЭ10В и ТЭ10М (см. выше).

На части тепловозов 2ТЭ116 так же, как на ряде тепловозов ТЭ10В и ТЭ10М, применены электродвигатели ЭД-118Б.

Для увеличения диапазона скоростей, на которых возможно использование полной мощности дизеля, предусмотрены две ступени ослабления возбуждения тяговых электро-

двигателей — 60 и 37 % от полного возбуждения.

На тепловозе установлен компрессор КТ-7 (как и на тепловозах ТЭ10), который приводится электродвигателем постоянного тока ЭКТ-5 (30 кВт) от стартер-генератора. Вентиляторы холодильников и тяговых электродвигателей приводятся трехфазными асинхронными электродвигателями, получающими питание непосредственно от тягового генератора. Эти электродвигатели выполнены на базе электродвигателей А2-82-6 и АОС-62-6 промышленного типа.

Для управления тепловозом служит контроллер машиниста, имеющий реверсивную рукоятку с положениями вперед, нуль и назад и штурвал с нулевой и пятнадцатью (1—15) рабочими позициями.

Служебная масса тепловоза $2 \times 138 \pm 3\%$. Сила тяги длительно режима при новых бандажах и скорости 24,7 км/ч 2×248 кН (2×25 300 кгс); конструкционная скорость 100 км/ч; минимальный радиус проходимых тепловозом кривых 125 м.

Запас топлива на тепловозе 2×7000 кг, песка 2×1000 кг, воды 2×1200 кг, масла в системах дизелей 2×1000 кг.

При изготовлении тепловозов 2ТЭ116 Ворошиловградский тепловозостроительный завод в период 1976—1985 гг. ввел весьма существенные улучшения в конструкцию отдельных узлов, а также заменил некоторое оборудование. Если на тепловозах до № 728 (кроме № 715, 717, 720, 725) установлены дизель-генераторы 1П-9ДГ первого исполнения, то на тепловозах с № 728 (1982 г.) — второго исполнения (1А-9ДГ2) с дизелями 1А-5Д49-2; последние имеют стальные коленчатые валы с противовесами на каждой щеке, блок цилиндров с плоским стыком подвесок, поршни с повышенной газоплотностью, усовершенствованную систему маслоснабжения с двумя насосами и другие улуч-

шения. При этом масса дизель-генератора увеличилась до 28 150 кг.

На дизелях тепловозов до № 740 устанавливался объединенный регулятор 7РС-2, который не имел устройства для ограничения подачи топлива в зависимости от давления наддувочного воздуха и защиты дизеля при падении давления масла. На тепловозах с № 740 по № 800 устанавливался объединенный регулятор 3-7РС-2, имеющий устройство для ограничения подачи топлива в зависимости от давления наддувочного воздуха; на тепловозах с № 801 применен регулятор 4-7РС-2, имеющий также и защиту дизеля при падении давления масла.

В 1978 г. была изменена конструкция опор кузова на тележки; применены так называемые комбинированные опоры, у которых нижняя часть выполнена в виде роликов, помещенных между опорными плитами, а верхняя состоит из семи резинометаллических элементов. Такая конструкция опор стала использоваться также на тепловозах 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 3ТЭ10М, 4ТЭ10С.

В 1976 г. кран машиниста № 394 и воздухораспределитель № 270-005 были заменены краном № 395-00-3 и воздухораспределителем № 483.000.

На тепловозах с № 532 введена осушка сжатого воздуха; на тепловозах с № 759 применяется реостатный пуск электродвигателей компрессоров и задержка прокачки масла после остановки дизеля.

Электродвигатель ЭДТ-5 для привода компрессоров заменен электродвигателем 2П2К (37 кВт).

На отдельных тепловозах 2ТЭ116 применялись конструктивные решения, требовавшие проверки в эксплуатационных условиях. Так, на тепловозе № 348 были установлены тяговые электродвигатели ЭД-125, представляющие собой усовершенствованный тип электродвигателей ЭД-118А и предназначенные в дальнейшем для замены последних; этот

тепловоз в 1978 г. поступил в депо Свердловск-Сортировочный. На базе электродвигателя ЭД-125 завод «Электротяжмаш» им. В. И. Ленина создал впоследствии электродвигатели ЭД-125Б (см. ниже про опытные тепловозы 4ТЭ130 и 2ТЭ116А). На тепловозах № 465 и 475 поставлены для испытаний катаные колесные центры. Также для испытаний на тепловозе № 741 холодильные камеры имеют только по два моторвентилятора вместо четырех у серийных тепловозов. Колеса вентиляторов диаметром 1600 мм выполнены с лопатками, позволяющими менять угол их установки в зависимости от температуры рабочей жидкости.

После испытаний в 1974 г. первого опытного тепловоза 2ТЭ116М-140 с реостатным торможением в 1977 г. Ворошиловградский тепловозостроительный завод изготовил еще два опытных тепловоза № 316 и 317 с реостатным торможением. Особенностью электрических схем этих тепловозов является сохранение питания асинхронных трехфазных электродвигателей вспомогательных машин от тягового генератора и во время электрического торможения, а также управление режимом электрического торможения с помощью системы автоматического регулирования торможения (САРТ). Система позволяет, в частности, автоматически поддерживать заданную скорость на спусках. Максимальная мощность при электрическом торможении, по данным ВНИИЖТ, составила 2553 кВт при скорости 58 км/ч.

4. Опытный тепловоз ТЭ120

Самым сложным по конструкции является коллекторный тяговый электродвигатель, работающий на однофазном токе нормальной частоты, потом идет коллекторный электродвигатель однофазного тока пониженной частоты, далее пульсирующего тока и затем постоянного тока.

Наиболее простым и требующим минимального ухода в эксплуатации является асинхронный тяговый электродвигатель с короткозамкнутым ротором. Поэтому у специалистов, занимающихся проектированием и эксплуатацией локомотивов, уже давно возникло желание использовать асинхронные тяговые электродвигатели на электровозах и тепловозах. Достаточно длительный опыт эксплуатации за рубежом асинхронных электродвигателей на электровозах переменного тока с машинными преобразователями или с двухпроводной контактной сетью показал, что такие электродвигатели работают весьма устойчиво. В то же время наличие громоздкого машинного преобразователя (расщепителя фаз) и крайне ограниченные возможности регулирования скорости сдерживали распространение на локомотивах асинхронных тяговых электродвигателей. Развитие электронной техники, позволяющей создать преобразователи для регулирования скорости в широких пределах и свести к минимуму работу по уходу за оборудованием локомотивов и его ремонту, вновь повысили интерес к бесколлекторным машинам. В 1967 г. Новочеркасский электровозостроительный завод построил макетную секцию восьмиосного электровоза переменного тока, а в 1971 г. — восьмиосный электровоз ВЛ80^А-751 с асинхронными тяговыми электродвигателями. После этого Ворошиловградский тепловозостроительный завод спроектировал и совместно с электротехническими заводами создал макетный шестиосный грузовой тепловоз ТЭ120-001 с асинхронными тяговыми электродвигателями (рис. 45). Монтаж оборудования на этом тепловозе был закончен в 1975 г., а испытания электрического оборудования начались с января 1976 г.

Кузов и главная рама опытного тепловоза унифицированы с кузовом и главной рамой тепловоза серии 132,

представляющего видоизмененный для колеи 1435 мм тепловоз ТЭ109; тележки схожи с бесчелюстными тележками тепловоза серии 130, в них использован также ряд узлов тележек тепловозов 2ТЭ116 и серии 140, изготовляемых для железных дорог ГДР. Основным отличием тележек опытного тепловоза от тележек тепловоза 2ТЭ116 является применение колесно-моторных блоков с опорно-рамной подвеской тяговых электродвигателей, полых валов и резинокордных элементов. Колеса тепловоза имеют диаметр 1050 мм, передаточное число редукторов $75:22=3,41$. Длина тепловоза по осям автосцепок 27 670 мм.

На тепловозе установлен дизель-генератор 2-9ДГ (см. также тепловозы 2ТЭ116 и ТЭП70), состоящий из дизеля 2-5Д49 (16ЧН 26/26) номинальной мощностью 4000 л.с. (2942 кВт), тягового агрегата А-711 и смонтированного на нем стартер-генератора СТГ-7. Дизель четырехтактный, 16-цилиндровый, V-образный. Номинальная частота вращения коленчатого вала 1000 об/мин, расход топлива при номинальной мощности 155 ± 8 г/э.л.с.·ч. Тяговый агрегат А-711 состоит из синхронного тягового генератора ГС-504А и вспомогательного генератора ГС-507. Генератор ГС-504А мощностью 2800 кВт (напряжение 350/575 В, ток $2 \times 2480/2 \times 1500$ А) весит 6500 кг. Совмещение в одном агрегате тягового и вспомогательного генераторов, а также самовозбуждение генератора собственных нужд и возбуждение тягового генератора с использованием генератора собственных нужд осуществлены впервые в отечественном тепловозостроении.

Вырабатываемый тяговым генератором переменный ток (статорные обмотки генератора соединены в две «звезды») частотой 35 — 100 Гц преобразуется выпрямительной установкой УВКТ-5 в постоянный. Эта установка ранее была применена на

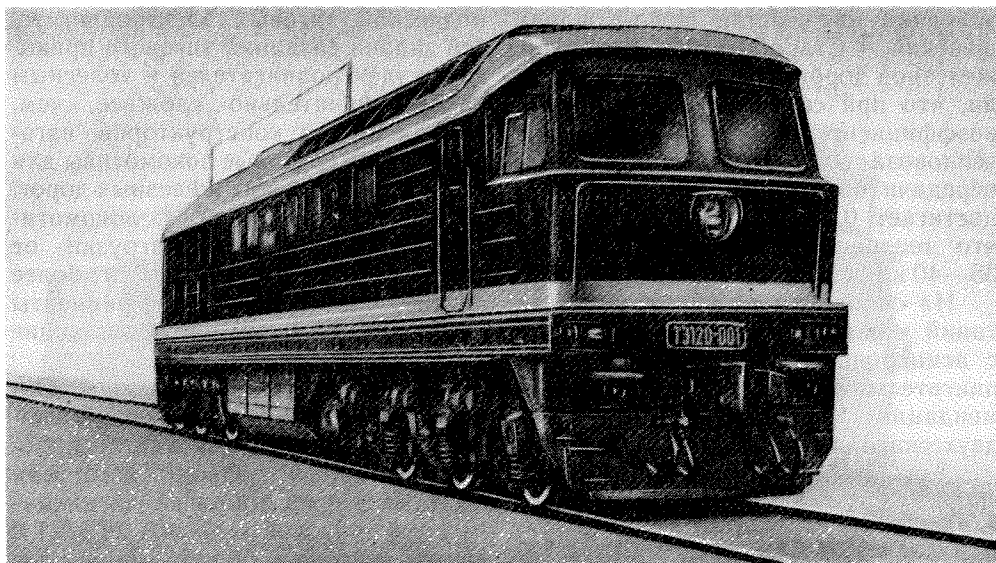


Рис 45 Тепловоз ТЭ120

тепловозах ТЭ109, а затем 2ТЭ116. Постоянный ток с помощью преобразователя частоты ПЧТ-ЗУ2, имеющего шесть автономных инверторов ШИ-1БУ2 (по одному на тяговый электродвигатель) преобразуется в трехфазный регулируемый от 0,4 до 120 Гц частоты. Номинальная мощность преобразователя 6×250 кВт. Асинхронные тяговые электродвигатели ЭД-900 имеют номинальную мощность 380 кВт, номинальный ток 415 А, фазное напряжение 380/550 В, частоту вращения ротора 490/2460 об/мин, коэффициент полезного действия в продолжительном режиме 90 %, масса электродвигателя 2390 кг.

Тяговый агрегат А-711 и тяговые электродвигатели изготовлены Харьковским заводом «Электротяжмаш», выпрямительная установка — Таллинским электротехническим заводом.

Величина подводимого к тяговым электродвигателям напряжения регулируется возбудителем тягового генератора. Имеются три зоны регулирования тяговых электродвигателей; пусковая, постоянной мощности и

ограничения и напряжения. Для автоматического регулирования используются изменения тока возбуждения тягового генератора и изменение магнитного потока тяговых электродвигателей. Частота напряжения тяговых электродвигателей регулируется путем введения отрицательной обратной связи по магнитному потоку электродвигателя, а в зоне ограничения напряжения — введением отрицательной обратной связи по напряжению в звене постоянного тока преобразователя частоты.

На тепловозе установлены компрессор ПК-5,25, приводимый электродвигателем, и аккумуляторная батарея 48ТН-450.

Общая масса тепловоза 132 т; расчетная длительная сила тяги при скорости 30 км/ч 255 кН (26 000 кгс); конструкционная скорость 120 км/ч; минимальный радиус проходимых тепловозом кривых 125 м. Запас топлива 6000 кг, песка 450 кг

В декабре 1978 г. тепловоз совершил первую поездку по путям МПС в ходе наладочных испытаний. В 1979 г. ВНИТИ проводил испытания тепловоза в эксплуатационных

условиях на участке Ново-Кондрашевская — Старобельск Донецкой железной дороги. Испытания показали, что при скорости 35—100 км/ч коэффициент полезного действия тепловоза составляет 0,29, а к.п.д. передачи при скорости 55—57 км/ч достигает 0,85. Установлено также, что тепловоз при скоростях ниже 35—40 км/ч склонен к боксованию.

На основании результатов испытаний макетного образца тепловоза с асинхронными тяговыми электродвигателями была сделана рекомендация о постройке опытного двухсекционного тепловоза 2ТЭ120.

5. Грузовые тепловозы 2ТЭ121

Еще в середине 60-х годов на Харьковском заводе транспортного машиностроения им. В. А. Малышева под руководством главного конструктора А. А. Кирнарского велось проектирование грузового тепловоза ТЭ15 с дизелем Д70 (20ЧН24/27) мощностью 4000 л.с. Прекращение строительства тепловозов на заводе не позволило довести дело до конца.

Чтобы не прекращать работы по созданию грузового тепловоза с дизелями мощностью по 4000 л.с., МПС в 1968 г. выдало технические требования на такой тепловоз с расчетом дальнейшего изготовления его на Ворошиловградском тепловозостроительном заводе. В техническом задании на тепловоз (1970 г.) по требованию МПС были приняты диаметр движущих колес 1250 мм и нагрузка от колесных пар на рельсы 23 тс. Затем в 1973 г. МПС по предложению завода согласовало увеличение нагрузки до 25 тс, но одновременно внесло дополнение в технические требования о необходимости применения на тепловозе двухступенчатого рессорного подвешивания и опорно-рамной установки тяговых электродвигателей. Для конструкторов советских грузовых локомотивов с опорно-рамной

подвеской тяговых электродвигателей задача создания тягового привода от электродвигателей к колесным парам значительно сложнее, чем, например, для конструкторов, изготавливающих грузовые локомотивы для западноевропейских железных дорог, поскольку на этих дорогах локомотивы имеют меньшие нагрузки от колесных пар на рельсы и более низкие расчетные коэффициенты сцепления, т. е. меньшие вращающие моменты.

В канун 60-летия Великой Октябрьской Социалистической революции Ворошиловградский тепловозостроительный завод изготовил опытный двухсекционный двенадцатисосный грузовой тепловоз 2ТЭ121 с двумя дизелями общей мощностью 2×4000 л.с. (рис. 46 и 47). Если не считать макетной секции тепловоза ТЭ120 (см. выше), тепловоз 2ТЭ121-001 был вторым тепловозом железных дорог Советского Союза, имеющим опорно-рамную подвеску тяговых электродвигателей: первый опытный тепловоз Э³⁸ с такой подвеской электродвигателей и двумя дизелями общей мощностью 2×825 л.с. поступил на дороги в 1933 г. Немного ранее тепловоза 2ТЭ121-001 в 1976 г. Новочеркасским электровозостроительным заводом были построены опытные грузовые электровозы ВЛ83 и ВЛ81 также с опорно-рамной подвеской тяговых электродвигателей (см. гл. I).

Кузова секций тепловоза несущей конструкции; секции имеют по одной кабине машиниста, установленной на амортизаторах. Кузов каждой секции опирается на две трехосные тележки через опоры, состоящие из роликов и резиновых элементов. Опоры в количестве четырех на тележку передают вертикальные силы на боковые рамы тележек. Горизонтальные усилия от тележек к кузову передаются через центральные шкворни, допускающие небольшие поперечные перемещения за счет сжатия пружин.

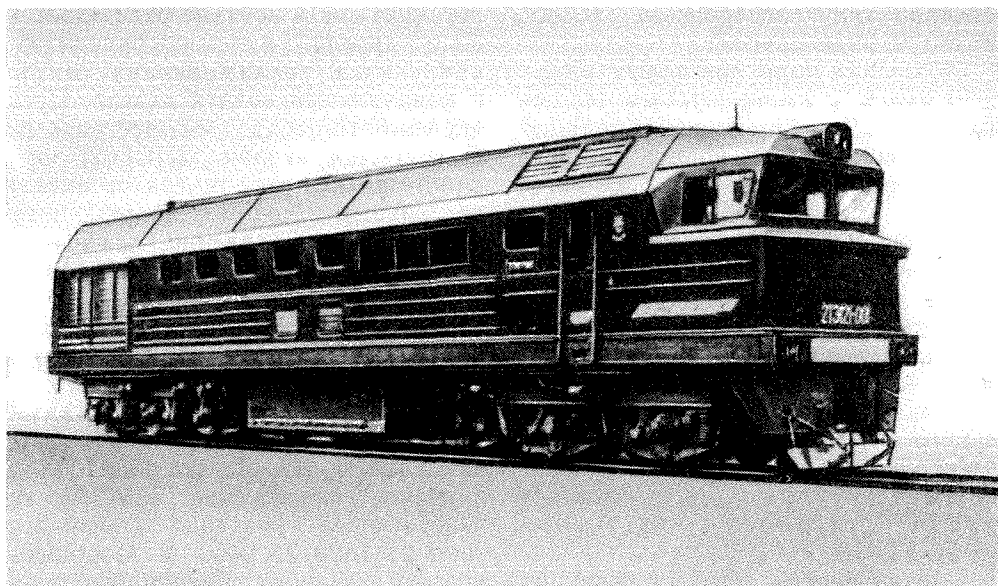


Рис 46 Тепловоз 2ТЭ121-001

Рессорное подвешивание тележек состоит из листовых рессор, винтовых пружин, балансиров и гидравлических амортизаторов.

Статический прогиб первой ступени подвешивания составляет около 100 мм.

Вторая ступень подвешивания сделана по типу подвешивания

тепловозов 2ТЭ116 в виде резинометаллических опор; ее статический прогиб 16—18 мм.

Буксы тележек имеют по два цилиндрических и по одному упорному шариковому подшипнику; вертикальные усилия на буксы передаются через хомуты листовых рессор, расположенных под буксами, как это

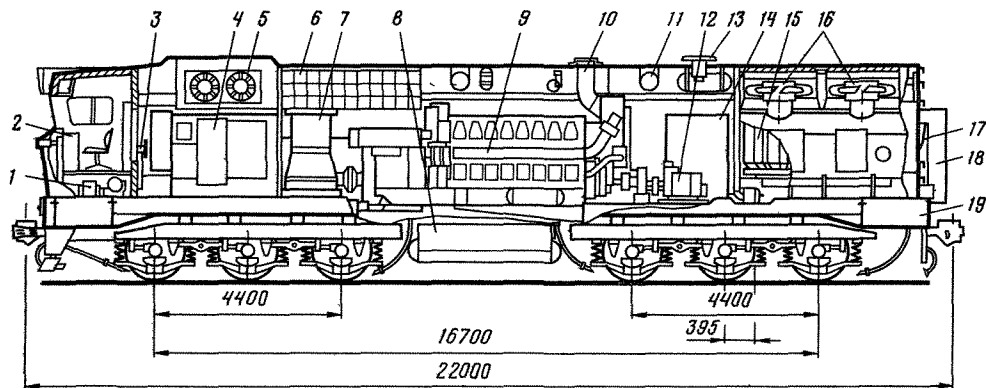


Рис 47 Расположение оборудования на секции тепловоза 2ТЭ121.

1— отопительно-вентиляционный агрегат, 2— пульт управления, 3— ручной тормоз, 4— камера для электрических аппаратов, 5— тормозные резисторы и их вентиляторы, 6— кассеты очистителей воздуха, охлаждающего электрические машины, 7— вентилятор централизованной системы охлаждения, 8— топливный бак, 9— дизель генератор, 10— искрогаситель, 11— бак для воды, 12— стартер генератор, 13— вентилятор кузова, 14— блок тормозных аппаратов, 15— секции холодильника, 16— мотор-вентилятор, 17— бункер песочницы, 18— переходной тамбур, 19— ящик для аккумуляторной батареи

сделано на электровозах ВЛ80^Т, ВЛ80^С и ряде других

Колесные пары при новых бандажах имеют диаметр 1250 мм. На оси колесной пары на роликовых подшипниках смонтирован корпус тягового редуктора с шестерней, зубчатое колесо насажено на ось Шестерня с помощью резинокордной муфты, торсионного вала, проходящего через полый вал якоря тягового электродвигателя, зубчатой муфты, соединена с полым валом электродвигателя, в данном случае использована принципиальная схема передачи вращающего момента, примененная на электровозах ЧС2^Т, ЧС4^Т и ряде других (см гл I и II). Передаточное число тягового редуктора $95 \cdot 22 = 4,318$

Механические тормоза выполнены с двусторонним нажатием колодок на бандажи, тормозные цилиндры по одному на каждое колесо имеют диаметр 10". Тепловоз оборудован краном машиниста № 394 000, краном вспомогательного тормоза № 254 и воздухораспределителем № 483

На каждой секции тепловоза 2ТЭ121-001 установлен дизель генераторный агрегат 2В-9ДГ, состоящий из дизеля 2В-5Д49 и однокорпусного генераторного агрегата А-714У2. Дизель 2В-5Д49 (16ЧН26/26) Коломенского тепловозостроительного завода при частоте вращения 1000 об/мин развивает номинальную мощность 4000 л.с. (2942 кВт). Машина шестнадцатилитровая с V образным расположением цилиндров, имеет газотурбинный наддув и охлаждение наддувочного воздуха. Блок дизеля выполнен с плоским разъемом подшипникового узла, стальной коленчатый вал имеет противовесы на каждой щеке, как на дизелях тепловозов ТЭ120, ТЭ136, ТЭП70. Минимальная частота вращения 350 об/мин. Расход топлива при номинальной мощности 160 г/(л.с.·ч), масса дизеля 18 520 кг. Система охлаждения дизеля двухконтурная, в высоко-

температурном контуре охлаждается вода дизеля, в низкотемпературном — вода, охлаждающая масло и наддувочный воздух дизеля. Пуск дизель-генератора осуществляется стартер-генератором 2ПСГ02, при работе дизеля этот генератор питает постоянным током напряжением 120 В цепи управления, освещения и заряжает аккумуляторную батарею.

Тяговый агрегат А-714У2 состоит из тягового и вспомогательного синхронных генераторов, роторы которых укреплены на одном валу. Активная мощность тягового генератора 2800 кВт, частота тока 100 Гц, линейное напряжение 580/366 В, действующее значение линейного тока $2 \times 1520 / 2 \times 2400$ А. Мощность вспомогательного синхронного генератора 400 кВт. Масса тягового агрегата 8200 кг. Агрегат изготовлен Харьковским заводом «Электротяжмаш». Общая масса (сухая) дизель-генераторного агрегата 28 300 кг.

На генераторном агрегате смонтирована выпрямительная установка УВКТ-9У2, преобразующая переменный ток тягового генератора в постоянный для питания тяговых электродвигателей ЭД-126У1. Эти электродвигатели имеют номинальную мощность 409 кВт (напряжение 548/725 В, ток 820/620 А), максимальную частоту вращения якоря 1910 об/мин, масса электродвигателя 3600 кг. Вентиляция электродвигателей независимая.

На тепловозе применены компрессоры КТ-7, приводимые от вала тягового агрегата, от него же приводится вентилятор системы централизованного воздушоснабжения. Эта система служит для охлаждения тягового агрегата, выпрямительной установки и тяговых электродвигателей. Впервые централизованное воздушоснабжение было применено на тепловозах ТЭП70 (см ниже).

Вентилятор холодильника приводится трехфазным асинхронным электродвигателем АМВ-75, получа-

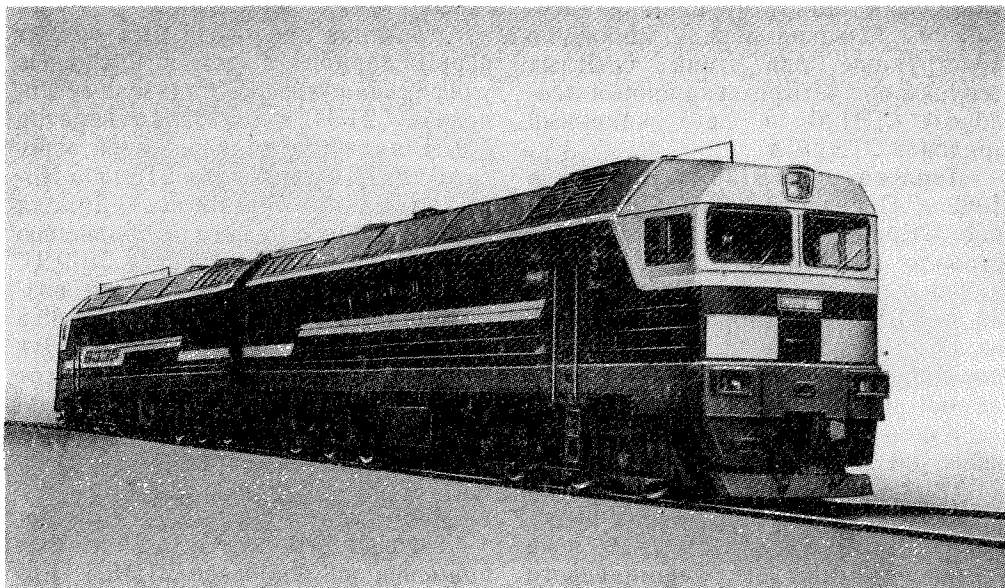


Рис 48 Тепловоз 2ТЭ121 005

ющим питание от вспомогательного генератора, от которого питаются также через выпрямительную установку цепи возбуждения тягового генератора

Тепловоз оборудован реостатным тормозом, мощность тормозных резисторов 3200 кВт. Запас топлива одной секции 9000 кг, песка 1000 кг, воды 1100 кг, масла 1150 кг. В длительном режиме тепловоз развивает силу тяги 2×295 кН ($2 \times 30\,000$ кгс) при скорости 27 км/ч. Конструкционная скорость локомотива 100 км/ч, минимальный радиус проходимых кривых 125 м.

Тепловоз 2ТЭ121-001 имел на грузку от колесных пар на рельсы 26,8 тс. При неполном наполнении топливных баков и песочных бункеров (нагрузка от колесных пар около 26 тс) тепловоз в 1978 г. прошел путевые и динамические испытания на участке Майкоп — Белореченская Северо-Кавказской железной дороги. Испытания проводил ВНИИЖТ совместно с ВНИТИ и заводом-изготовителем. По результатам испытаний был сделан ряд предложений

об изменении конструкции. Начиная с тепловоза № 005 для снижения веса длина тепловоза была уменьшена до 21 000 мм и общая колесная база до 15 600 мм. Для накопления эксплуатационного опыта завод продолжал изготовление единичных локомотивов 2ТЭ121 (рис 48), часть из которых была направлена в депо Печора Северной железной дороги.

6. Опытные грузовые тепловозы 4ТЭ130 и 2ТЭ116А

Появление тепловоза 2ТЭ121, который стал рассматриваться как грузовой локомотив, предназначенный для серийного изготовления на Ворошиловградском заводе вместо тепловозов с дизелями мощностью 3000 лс, и в то же время необходимость сохранить выпуск этих тепловозов в более ограниченных количествах привели к мысли о создании новых тепловозов с дизелями мощностью 3000 лс, имеющих максимально возможную унификацию с тепловозами 2ТЭ121. В резуль-

тате были спроектированы и изготовлены близкие между собой по конструкции два типа опытных тепловозов четырехсекционный тепловоз 4ТЭ130 и двухсекционный тепловоз 2ТЭ116А

Тепловоз 4ТЭ130. В конце 1982 г Производственное объединение «Ворошиловградтепловоз» построило четырехсекционный двенадцатиосных тепловоз 4ТЭ130-001 (рис 49 и 50), спроектированный специально для обслуживания грузовых поездов на Байкало-Амурской железной дороге

Кузова секций тепловоза выполнены по типу кузовов тепловозов 2ТЭ121 Они имеют цельнонесущую конструкцию и изготовлены из низколегированной стали, а съемные блоки крыши сделаны из алюминиевого проката Отдельно собранные кабины машиниста установлены в кузовах на резиновых амортизаторах Рама кузова использована как трубопровод для подачи воздуха для охлаждения электрических машин и выпрямительной установки от общего вентилятора (централизованная система воздухообеспечения) По концам рамы размещены ниши для аккумуляторной батареи Размещение оборудования в кузове аналогично размещению его на тепловозе 2ТЭ121 Тележки такие же, как и у тепловозов ТЭ10М и 2ТЭ116, но их рамы и рычажная передача тормозной системы изготовлены из низколегированной стали, обладающей повышенной прочностью и хладостойкостью В отличие от серийных локомотивов у опытного тепловоза имеются автоматические устройства для поддержания заданных выходов штоков тормозных цилиндров

Опоры кузова на тележки имеют резинометаллическую конструкцию по типу опор тепловозов 2ТЭ121

Проект тепловоза 4ТЭ130 предусматривал установку дизель генератора 5-9ДГ, состоящего из дизеля 5 5Д49 (16ЧН26/26) и тягового агрегата А-714 или же дизель-

генератора с дизелем 2Д70 При изготовлении тепловоза был принят первый вариант, в частности, с целью унификации дизеля с дизелем тепловоза 2ТЭ121 Дизель-генератор 5-9ДГ является модификацией агрегата 2В-9ДГ тепловоза 2ТЭ121 Номинальная мощность дизеля 5-5Д49 3000 лс, у него по сравнению с дизелем 2В-5Д49 агрегата 2В-9ДГ изменены некоторые узлы для возможности работы тепловоза 4ТЭ130 в условиях холодного климата Эти изменения и обусловили другое обозначение самого дизеля и дизель генератора От вала дизеля через редуктор приводятся компрессор КТ 7 и стартер-генератор ПСГ-УХЛ2

Тяговый агрегат А 714 ранее был применен на тепловозе 2ТЭ121 Его тяговый генератор имеет две трех фазные обмотки (соединенные в «звезду») со сдвигом на 30 электрических градусов Выпрямительная установка УВКТ 9 представляет собой два трехфазных моста, соединенных параллельно На тепловозе установлены тяговые электродвигатели ЭД 125БУХЛ1 с принудительным смазыванием моторно осевых подшипников По своим параметрам эти электродвигатели не отличаются от машин ЭД-118Б (номинальная мощность 302 кВт) Тепловоз оборудован реостатным тормозом, при работе которого тяговые электродвигатели в продолжительном режиме развивают на валах мощность 225 кВт (2700 кВт на тепловоз)

Масса тепловоза 4ТЭ130 с $\frac{2}{3}$ запаса топлива и песка 4×138 т (на грузку от колесных пар на рельсы 23 тс) Сила тяги длительного режима 4×256 кН (4×26 000 кгс) при скорости 24 км/ч Конструкционная скорость 100 км/ч

Запас топлива в секции 7000 кг, песка 1000 кг, масла системы дизеля 1000 кг, воды 1250 кг

Первоначально тепловоз имел только по одной кабине машиниста у крайних секций, а промежуточные

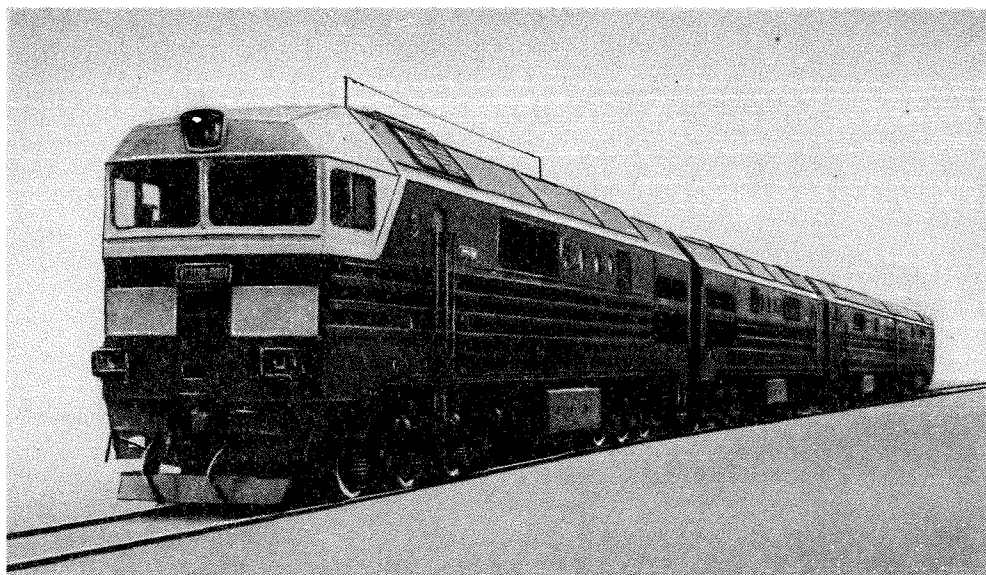


Рис 49 Тепловоз 4ТЭ130

секции были оборудованы пультами для производства маневровой работы. Затем когда тепловоз 4ТЭ130 как не полностью отвечающий климатическим условиям работы на Байкало-Амурской железной дороге было решено на эту дорогу не направлять, завод оборудовал две промежуточные секции кабины машиниста, что дало возможность получить два двухсекционных тепловоза 2ТЭ130

(№ 0001 и 0002). При управлении из ранее изготовленных кабин сохранилась возможность управлять четырьмя секциями, т. е. так же, как на тепловозе 4ТЭ130. Тепловозы 2ТЭ130 были направлены в депо Красный Лиман.

Тепловозы 2ТЭ116А. В 1981—1982 гг. ПО «Ворошиловградтепловоз» изготовило четыре опытных двухсекционных тепловоза 2ТЭ116А

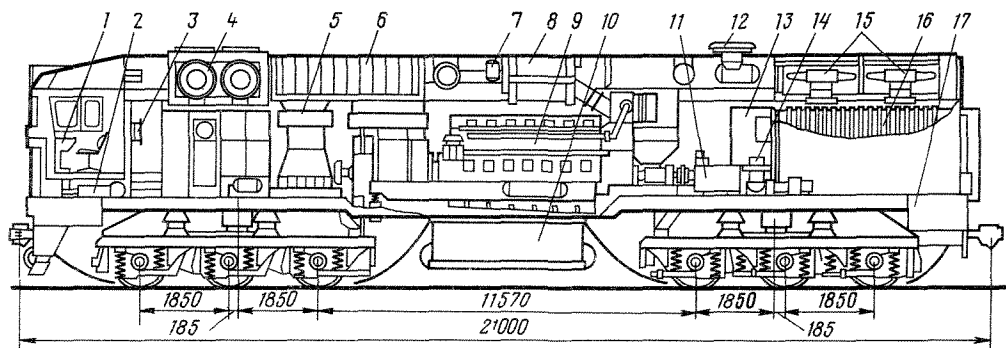


Рис 50 Расположение оборудования на секции тепловоза 4ТЭ130

1 — путь управления 2 — отопительно-вентиляционный агрегат 3 — ручной тормоз 4 — резисторы электрического тормоза 5 — вентилятор централизованного воздушнообеспечения 6 — кассеты воздухоочистителей 7 — блок осушки воздуха 8 — глшитель 9 — дизель агрегат 10 — топливный бак 11 — стартер генератора 12 — вентилятор кузова 13 — блок тормозных аппаратов 14 — котел подогрева 15 — мотор вентилятора холодильной камеры 16 — секции холодильника 17 — ящик аккумуляторной батареи



Рис 51 Тепловоз 2ТЭ116А

(рис 51), которые можно рассматривать как прототипы тепловоза 4ТЭ130. Тепловозы 2ТЭ116А по конструкции кузова, тележек, дизель-генераторов, а также по своим основным тяговым и весовым параметрам почти одинаковы с тепловозами 2ТЭ130. На тепловозах 2ТЭ116А № 001 и 002 были установлены тяговые электродвигатели ЭД-125Б, на тепловозах № 003 и 004 — тяговые электродвигатели ЭД-118В. Тепловозы 2ТЭ116А поступили для опытной эксплуатации в депо Кочетовка Юго-Восточной железной дороги.

7. Опытный грузовой тепловоз ТЭ136

В 1984 г. ПО «Ворошиловградтепловоз» построило опытный восьмиосный грузовой двухкабинный односекционный тепловоз ТЭ136-0001 (рис 52) с дизелем мощностью 6000 лс и электрической передачей переменного-постоянного тока. Этот тепло-

воз, имеющий много одинаковых узлов с тепловозами 2ТЭ121, спроектирован под руководством главного конструктора завода С. П. Филонова.

Кузов тепловоза несущей конструкции установлен на двух четырехосных тележках, каждая из которых состоит из двух двухосных тележек, шарнирно сочлененных между собой низкорасположенной балкой-балансиром, посередине этой балки находится гнездо для шкворневого узла. Диаметр колес тележек 1250 мм. Тяговые электродвигатели ЭД-126 (такие же, как на тепловозах 2ТЭ121) установлены на рамах тележек. Передаточное число редукторов 95,22 = 4,32. Длина тепловоза по осям автосцепок 24 750 мм.

На тепловозе установлен дизель-генератор 1-20ДГ, состоящий из дизеля 20ЧН26/26 и тягового агрегата А-716, смонтированных на общей поддизельной раме. Коленчатый вал дизеля с ротором тягового агрегата соединен пластинчатой муфтой.

Дизель четырехтактный, двенадцатицилиндровый с V-образным расположением цилиндров, имеет двухсту-

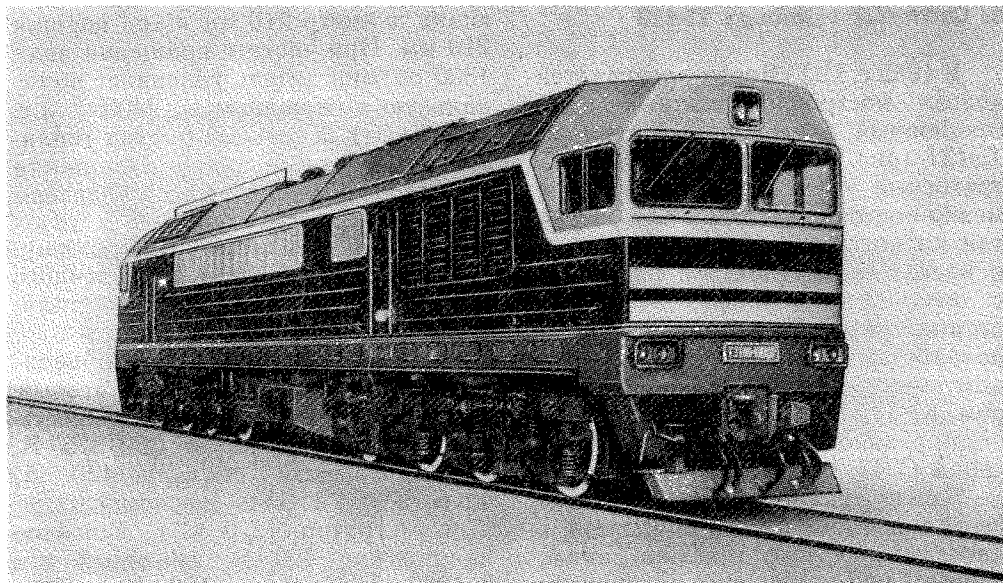


Рис 52 Тепловоз ТЭ136 0001

пенчатую систему наддува и охлаждения наддувочного воздуха после каждой ступени. Блок дизеля выполнен с плоским разъемом подшипникового узла. Стальной коленчатый вал имеет противовесы на каждой щеке. Пуск дизеля осуществляется сжатым до давления 90 кгс/см^2 воздухом, для чего служит компрессор с электрическим приводом. При частоте вращения вала 1000 об/мин дизель развивает номинальную мощность 6000 лс (4412 кВт), расход топлива при этом составляет $158\text{—}166 \text{ г/(эл с} \cdot \text{ч)}$. Масса сухого дизеля $22\,600 \text{ кг}$.

Тяговый агрегат состоит из тягового и вспомогательного генераторов с принудительной вентиляцией. На агрегате укреплен выпрямительная установка. Тяговый генератор имеет активную мощность 4000 кВт , линейное напряжение $670/394 \text{ В}$, действующее значение линейного тока $2 \times 1759/2 \times 3160 \text{ А}$. Масса дизель-генераторного агрегата $36\,500 \text{ кг}$.

На тепловозе установлены тормозные резисторы, рассчитанные на

мощность 6000 кВт . Служебная масса тепловоза 200 т (нагрузка от колесной пары на рельсы 25 тс). Сила тяги длительного режима при скорости $24,2 \text{ км/ч}$ 470 кН ($47\,900 \text{ кгс}$), конструкционная скорость тепловоза 100 км/ч , минимальный радиус проходимых кривых 125 м . Запас топлива на тепловозе $10\,000 \text{ кг}$, песка 3000 кг , масла 1380 кг , воды 1420 кг .

Тепловоз ТЭ136-0001 в 1985 г совершил рейс по маршруту Ворошиловград — Ленинград — Москва — Ворошиловград, испытывался на участке Старобельск — Кондрашевская-Новая — Должанская. В 1984 г в связи с 60-летием тепловозостроения в СССР тепловоз демонстрировался в Москве на Рижском вокзале и в Ленинграде, в 1986 г на Международной выставке «Железнодорожный транспорт-86» на экспериментальном кольце ВНИИЖТа МПС на станции Щербинка, а в 1987 г на Выставке достижений народного хозяйства СССР (на специализированной выставке «Машиностроение — 70-летию Великого Октября»).

8. Опытный тепловоз ТЭ127

В 1985 г. ПО «Ворошиловградтепловоз» построило опытный односекционный двухкабинный тепловоз ТЭ127 (рис. 53). Тепловоз имеет две трехосные тележки, передачу переменно-постоянного тока. Он рассчитан на вождение как грузовых, так и пассажирских поездов на линиях с ограниченной нагрузкой от колесных пар на рельсы. Тепловоз разработан группой специалистов, возглавляемой ведущим конструктором К. П. Мищенко, под руководством главного конструктора объединения С. П. Филонова.

Кузов тепловоза несущей конструкции. Рама кузова опирается на две бесчелюстные тележки, аналогичные по конструкции тележкам тепловозов ТЭ10В. Тяговые электродвигатели установлены на рамах тележек и для увеличения использования сцепного веса имеют одностороннее расположение в каждой тележке. Рессорное подвешивание двухступенчатое с общим статическим прогибом 150 мм. Вторая ступень образована винтовыми пружинами, служащими опорой кузова на рамы тележек и позволяющими поворачиваться рамам относительно кузова (рессорное подвешивание типа «Флексикойл»). Сила тяги и тормозная сила передаются от тележек на раму кузова через низкоопущенный шкворень.

Колеса имеют диаметр 1050 мм; передаточное число редуктора $89:20=4,45$. Колесная база тележки 3700 мм, длина тепловоза по осям автосцепок 19 000 мм. На тепловозе установлен дизель-агрегат ДГ0251, состоящий из дизеля 251Д (12ЧН21/21) и тягового агрегата А-715У2. Вал дизеля и вал роторов агрегата соединены упругой пластинчатой муфтой. Масса дизель-агрегата 14 600 кг.

Дизель 251Д четырехтактный, двенадцатицилиндровый с V-образным расположением цилиндров, име-

ющих диаметр 210 мм и ход поршня 210 мм. При частоте вращения вала 1500 об/мин дизель развивает номинальную мощность 2400 л.с. (1765 кВт). Удельный расход топлива при номинальной мощности 155 г/(э.л.с·ч), масса дизеля 8900 кг. Дизель выполнен с газотурбинным наддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха. Пуск дизеля осуществляется двумя стартерами.

Тяговый агрегат А-715У2 объединяет в одном корпусе тяговый генератор (номинальная мощность 1600 кВт, напряжение 750/375 В, выпрямительный ток 210/420 А, частота тока 150 Гц) и вспомогательный генератор (220 кВт, линейное напряжение 400 В, линейный ток 2×282 А, частота 100 Гц). Оба генератора представляют собой синхронные машины. Для преобразования переменного тока тягового генератора в постоянный служит выпрямительная установка ТППД-4400-780У2. Тяговые электродвигатели ЭД-129У1 имеют номинальную мощность 230 кВт (376/700 В, 700/376 А, 611/2810 об/мин), изоляция обмоток электродвигателей класса F; масса электродвигателей 1700 кг.

Тепловоз оборудован реостатным тормозом; мощность тормозных резисторов 1420 кВт

На тепловозе применены компрессор КТ-7 и щелочная аккумуляторная батарея емкостью 180 А·ч, имеющая 72 элемента (96 В). Батарея размещена в специальном отсеке топливного бака под кузовом тепловоза. Служебная масса тепловоза 96 т (нагрузка от колесной пары на рельсы 16 тс). Скорость длительного режима 25,8 км/ч, сила тяги при этом режиме 176,8 кН (18 000 кгс). Конструкционная скорость тепловоза 120 км/ч; при скорости до 5 км/ч тепловоз может проходить кривые радиусом до 80 м. Запас топлива на тепловозе 3000 кг, песка 300 кг, масла 500 кг, воды 725 кг.

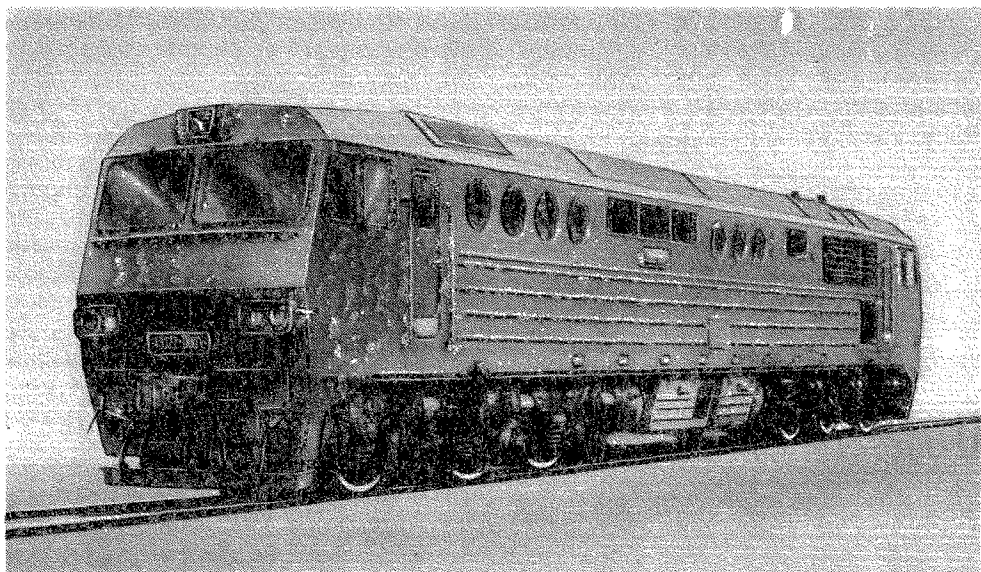


Рис 53 Тепловоз ТЭ127 0001

Первые испытания тепловоз ТЭ127-0001 прошел на участке Ворошиловград — Кондрашевская-Новая — Старобельск в конце 1985 г.

В 1986 г он экспонировался на Международной выставке «Железнодорожный транспорт-86».

9. Пассажирские тепловозы ТЭП60 и 2ТЭП60

Тепловозы ТЭП60. Тепловозы ТЭП60 наряду с электровозами ЧС2 получили широкое распространение в пассажирском движении на магистральных железных дорогах нашей страны, как в свое время паровозы Н, С, С', ИС. Первый тепловоз серии ТЭП60 был построен Коломенским тепловозостроительным заводом им. В. В. Куйбышева и испытан на Октябрьской железной дороге в 1960 г. Проектирование его было выполнено коллективом специалистов завода под руководством заместителя главного конструктора по локомотивостроению Г. А. Жилина.

За годы, предшествовавшие десятой и одиннадцатой пятилеткам, в конструкцию тепловоза вносились улучшения, заменялась и часть основных машин (дизель 11Д45 дизелем 11Д45А и одновременно тяговый генератор МПТ-120/55А генератором ГП-311В; тяговый электродвигатель ЭДТ-101 электродвигателем ЭД-105, затем ЭД-105А, ЭД-108, ЭД-108А).

В период 1976—1985 гг. Коломенский тепловозостроительный завод им. В. В. Куйбышева продолжал строить пассажирские тепловозы ТЭП60 (рис 54 и 55). Кузов тепловоза с двумя кабинами опирается на две трехосные тележки. Кузов сварной, несущей конструкции. Рама кузова состоит из двух продольно расположенных труб диаметром 194 мм с толщиной стенок 6 мм, по бокам которых размещены балки коробчатого сечения. Трубы и балки связаны четырьмя поперечными балками, в которые входят верхние концы маятниковых опор, нижние концы опор опираются на шкворневые брусья тележек. Конструкция опор и возвращающих устройств подоб-

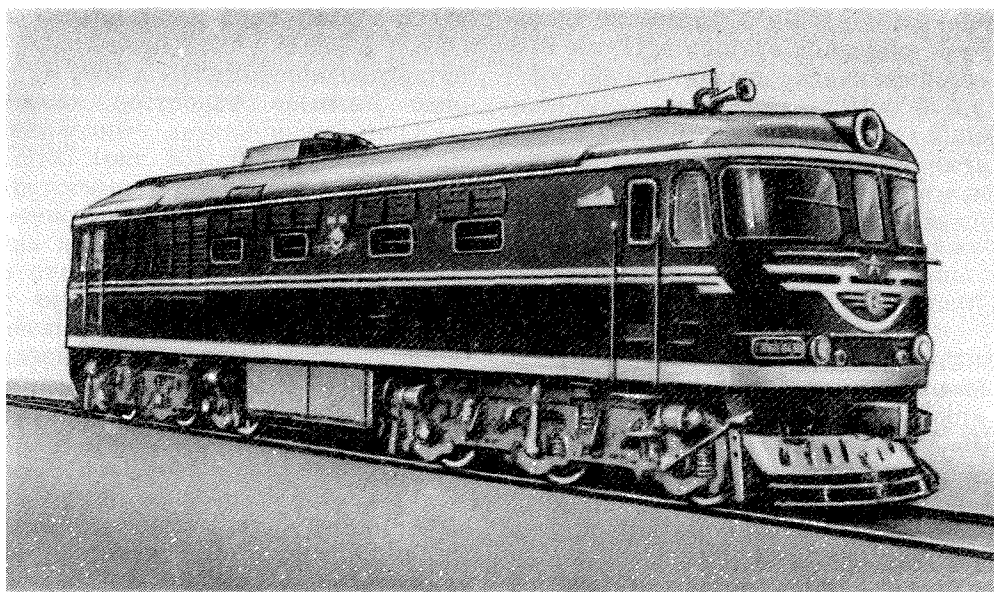


Рис 54 Тепловоз ТЭП60

на конструкции опор электровозов ВЛ60^к. Кроме двух центральных маятниковых опор, кузов тепловоза опирается на каждую тележку через четыре пружинные скользящие боковые опоры. Рама тележки выполнена из штампованных и литых элементов, соединенных между собой сваркой. Бесчелюстные буксы соединены с рамой кузова поводками, имеющими по концам резинометаллические блоки (как на электровозах ВЛ60^к,

ВЛ80 всех разновидностей и др.). Буксы снабжены двумя однорядными цилиндрическими подшипниками с внутренним диаметром 160 мм. К нижней части буксовых коробок прикреплены буксовые балансиры, на которых установлены цилиндрические пружины. На крайние пружины опирается через резиновые амортизаторы рама тележки, на каждую пару промежуточных—концы балансиров, к которым подвешены листовые

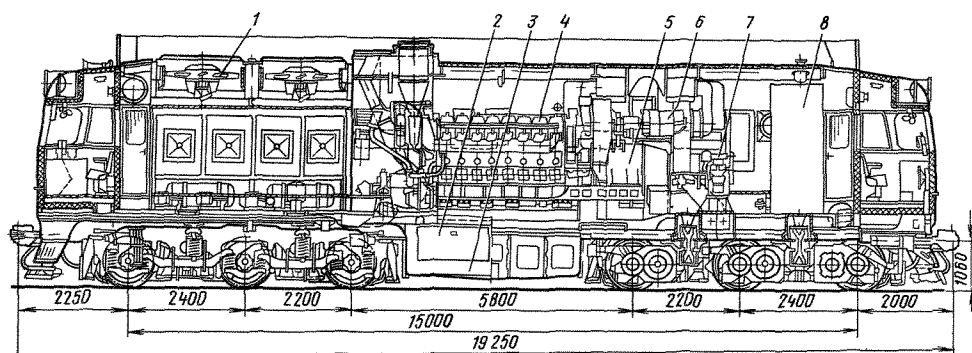


Рис. 55 Расположение оборудования на тепловозе ТЭП60

1— вентилятор холодильника, 2— аккумуляторная батарея, 3— топливный бак, 4— дизель, 5— тяговый генератор, 6— двухмашинный агрегат, 7— компрессор, 8— камера для электрических аппаратов

рессоры. На средние части (хомуты) этих рессор также через резиновые амортизаторы опирается рама тележки.

Общий статический прогиб рессорного подвешивания без учета осадки резиновых конусов центральных опор кузова 94,3 мм. Так как тяговые электродвигатели имеют опорно-рамное подвешивание, то передача вращающего момента от них сделана с полым валом, соединенным с колесными центрами поводками, имеющими на концах резино-металлические блоки. Передача односторонняя, прямозубая. Ведомое зубчатое колесо посажено на полый вал.

Передаточное число редуктора $72:31=2,32$. Тяговые электродвигатели одной стороной опираются на шкворневую балку тележки, другой стороной подвешены с помощью кронштейна на вторую шкворневую или концевую балку тележки. На тепловозе применено двустороннее нажатие тормозных колодок на колесные пары.

Тормозные колодки чугунные; управление тормозами пневматическое и электропневматическое; диаметр колес 1050 мм.

На тепловозе установлен шестнадцатилитровый двухтактный дизель 11Д45А с углом развала цилиндров 45° . Диаметр цилиндров 230 мм, ход поршня с главным шатуном 300 мм, с прицепным — 304,3 мм. Номинальная мощность дизеля при частоте вращения коленчатого вала 750 об/мин 3000 л.с., минимальная частота вращения вала 400 об/мин. Удельный расход топлива при номинальной мощности 170 г/(э.л.с · ч). Масса сухого дизеля 13 915 кг. Дизель приводит во вращение якорь главного генератора ГП-311В массой 9000 кг. Вместе с соединительной муфтой общая масса дизель-генераторной группы составляет 23 375 кг. Поддизельная рама (масса около 1900 кг) установлена на главной раме кузова на

резиновых амортизаторах. Кроме главного генератора, дизель приводит компрессор КТ-7 (с помощью полужесткой муфты), гидронасос привода вентиляторов холодильника, вентиляторы охлаждения главного генератора и тяговых электродвигателей, вспомогательный генератор и возбудитель.

Для регулирования мощности дизеля применен регулятор частоты вращения и нагрузки конструкции Харьковского завода транспортного машиностроения. Пуск дизеля осуществляется главным генератором, работающим при этом в режиме электродвигателя и питаемым от аккумуляторной батареи.

На тепловозе имеются два контура охлаждающей воды: в первом циркулирует вода, охлаждающая дизель, во втором — вода, охлаждающая масло дизеля в водомасляном теплообменнике и наддувочный воздух в водовоздушных секциях. Холодильник наддувочного воздуха помещен между первой и второй ступенями сжатия (между турбокомпрессором и приводным нагнетателем). Вода обоих контуров охлаждается в водовоздушных секциях холодильника, аналогичных применяемым на тепловозах ТЭЗ. Воздух через секции прогоняется двумя аксиальными шестилепестными вентиляторами, приводимыми во вращение гидромоторами, получающими под давлением масло от гидронасоса. Такая система привода, получившая название гидростатического, впервые применена именно на пассажирских тепловозах ТЭП60.

Между гидронасосами и гидромоторами установлены терморегуляторы, которые автоматически поддерживают необходимую частоту вращения вентиляторов, а следовательно, и заданную температуру воды и масла. Такая система обеспечивает плавное регулирование температуры при меньшем по сравнению с электрическим весе привода. При снижении температуры воды или масла ниже

допускаемого уровня автоматически с помощью пневматических приводов происходит закрытие жалюзи. Привод управляется электропневматическими вентилями, а те в свою очередь получают сигналы от термореле.

Электрическое оборудование для тепловозов спроектировано и изготовлено на Харьковском заводе «Электротяжмаш». Тяговый генератор типа ГП-311В постоянного тока имеет десять главных и десять добавочных полюсов; номинальная мощность генератора 2000 кВт (продолжительный ток 4320/3150 А, напряжение 465/635 В, коэффициент полезного действия при продолжительном режиме 93,8%; частота вращения якоря 750 об/мин). До апреля 1968 г. генераторы выпускались с волновой обмоткой, а затем с петлевой.

На тепловозе ТЭП60 применена система возбуждения главного генератора, обеспечивающая полное использование мощности дизеля в диапазоне тока генератора от 3000 до 6000 А. Обмотка возбуждения генератора получает питание от возбuditеля постоянного тока В-600, ток возбуждения которого вырабатывается синхронным подвозбудителем ВС-652 и регулируется магнитным усилителем (амплистатом).

Вспомогательный генератор ВГТ-275/120 и возбuditель В-600, объединенные в однокорпусный агрегат А-706А, и синхронный подвозбудитель ВС-652 такие же, как на тепловозах 2ТЭ10Л и их разновидности.

На тепловозе установлены шесть тяговых электродвигателей ЭД-108А, отличающихся от тяговых электродвигателей ЭД-118А, тепловозов 2ТЭ10В, 2ТЭ116 и ряда других только конструкцией остова, обусловленной опорно-рамным подвешиванием. Тяговый электродвигатель ЭД-108А имеет четыре главных и четыре добавочных полюса. Номинальная мощность двигателя 305 кВт, продолжительный ток 700/525 А при

напряжении 475/635 В; при напряжении 475 В частота вращения якоря 610 об/мин, максимально допустимая частота вращения 2290 об/мин. Изоляция обмоток класса F; масса электродвигателя 3350 кг.

Для смазывания моторно-осевых подшипников применен шестеренчатый насос, приводимый от шестерни, насаженной на полый вал.

Все шесть тяговых электродвигателей соединены параллельно; предусмотрены две ступени ослабления возбуждения — 60 и 40%. Реверсирование осуществляется переключением обмоток возбуждения главных полюсов.

Контроллер машиниста имеет две рукоятки: реверсивную с положениями назад, нуль, вперед и главную с нулевой и пятнадцатью (1—15) рабочими позициями. На каждой из позиций главной рукоятки замыкаются соответствующие контакты, в результате чего получают питание те или иные катушки магнитных регуляторов. Разным комбинациям включения магнитных регуляторов соответствует разная затяжка всережимной пружины объединенного регулятора дизеля, а следовательно, частота вращения вала дизеля. На нулевой и 1-й позициях частота вращения вала минимальная — 400 об/мин, каждая последующая позиция увеличивает ее на 25 об/мин и на 15-й позиции она достигает 750 об/мин. Когда ток главного генератора при разгоне поезда уменьшается до 3200 А, что соответствует скорости движения тепловоза 70—72 км/ч, то автоматически, если включен автоматический выключатель «Управление переходом», происходит переход на первую ступень ослабления возбуждения; после уменьшения тока главного генератора до 3070 А (105 км/ч) происходит переход на вторую ступень ослабления возбуждения.

На тепловозе установлена кислотная аккумуляторная батарея типа

32ТН-450 (64 В, 450 А·ч). Запас топлива на тепловозе 5000 кг, песка 600 кг, воды 1580 кг, масла дизеля 880 кг, масла гидропередачи 90 кг.

Служебная масса тепловоза с $\frac{2}{3}$ запасов топлива и песка 126 т. Наибольшая мощность тепловоза на ободу колес 2500 л.с. (1840 кВт); сила тяги длительного режима при скорости 50 км/ч 122,5 кН (12 500 кгс). Конструкционная скорость 160 км/ч. Максимальный к.п.д. тепловоза 29,4%; достаточно полное использование мощности дизель-генераторной установки обеспечивается во всем рабочем диапазоне скоростей до 160 км/ч. Минимальный радиус проходимых кривых 125 м.

При изготовлении тепловозов в период 1976—1985 гг. Коломенский завод вносил в их конструкцию отдельные изменения, не влияющие на основные тяговые параметры. В 1978 г. с тепловоза № 0859 начал применяться ключ аварийной остановки поезда, обеспечивающий одновременно экстренное торможение, остановку дизеля и подачу звукового сигнала; в 1979 г. с тепловоза № 0906 контроллер машиниста КА-1501 был заменен контроллером КВ-1552; в 1985 г. с тепловоза № 1234 в электрических цепях системы автоматического регулирования возбуждения тягового генератора были заменены отдельные элементы, что повлекло изменение схемы их соединений.

В 1979 г. из ворот завода вышел тепловоз ТЭП60-1000, который торжественно был передан депо Ленинград-Варшавский.

Тепловозы 2ТЭП60. После испытания в 1965 г. на линии Москва — Брест двухсекционного тепловоза 2ТЭП60, имеющего общую мощность дизелей 6000 л.с. в 1966 г. была выпущена партия таких тепловозов. Секции этих тепловозов отличаются от тепловоза ТЭП60 только наличием перехода из рядом расположенных кабин машиниста и смещением автосцепного устройства каждой

секции со стороны недействующей кабины на 75 мм в сторону соседней секции, что удлинило секции до 19 325 мм. Тепловозы 2ТЭП60 выпускались в период 1976—1985 гг. небольшими партиями и не каждый год.

10. Пассажирские тепловозы ТЭП70

Увеличение веса пассажирских поездов и скорости их движения потребовало применения на некоторых неэлектрифицированных линиях двухсекционных тепловозов 2ТЭП60. При этом удвоение мощности и веса локомотива в ряде случаев снижало использование мощности дизелей, а излишний сцепной вес несколько повышал эксплуатационные расходы. Требовался более мощный тепловоз, чем ТЭП60, с незначительным увеличением сцепного веса. Такая задача была решена на Коломенском тепловозостроительном заводе им. В. В. Куйбышева, где под руководством главного конструктора завода по локомотивостроению Ю. В. Хлебникова был создан проект двухтележечного шестиосного тепловоза с дизелем мощностью 4000 л.с. и электрической передачей переменного тока. В июне 1973 г. Коломенский завод построил по этому проекту первый тепловоз, получивший обозначение ТЭП70-0001. Затем в 1974—1975 гг. были построены тепловозы № 0002—0004, а в 1977—1978 гг. № 0005—0007 (рис. 56 и 57).

Кузов тепловоза несущей конструкции ферменно-раскосного типа изготовлен с применением профилей из низколегированной стали и алюминиевых сплавов для каркаса и обшивки. Это позволило снизить массу кузова на метр длины с 1,03 т (тепловоз ТЭП60) до 0,89 т. Главные продольные балки кузова коробчатого сечения расположены по наружному контуру. В средней секции рамы сварен топливный бак с нишами для аккумуляторной батареи.

Кузов опирается на тележки двумя центральными маятниковыми

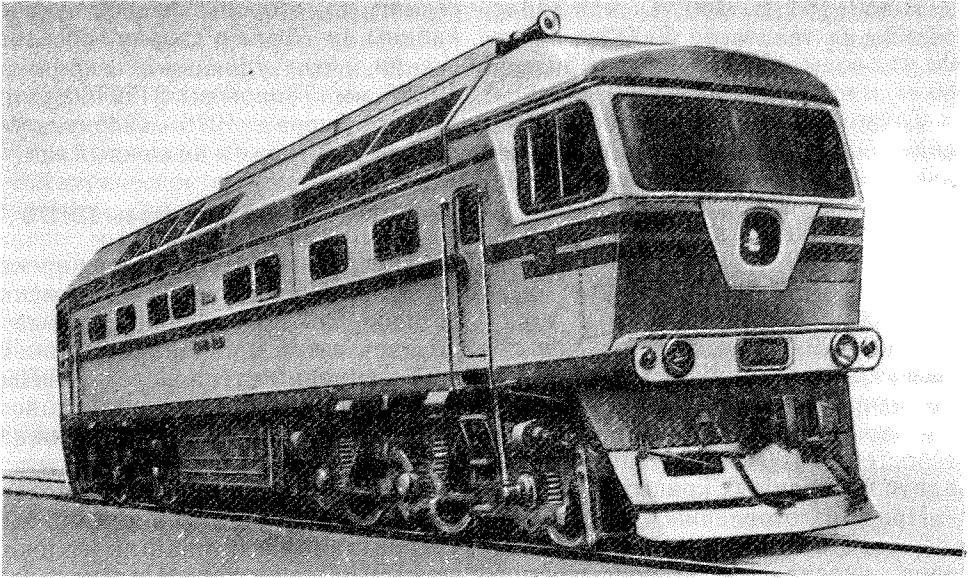


Рис 56 Тепловоз ТЭП70 первого варианта

опорами с резиновыми амортизаторами и четырьмя боковыми цилиндрическими винтовыми пружинами.

Тележки подобраны по конструкции тележкам тепловоза ТЭП60, но имеют изменения, связанные с тем, что колесные пары выполнены диаметром 1220 мм.

Увеличение диаметра колес сделано по требованию специалистов,

считавших, что это снизит контактные напряжения в рельсах. Статический прогиб боковых пружин 98 мм, первичного рессорного подвешивания (цилиндрических пружин и листовых рессор) — 94 мм. Передаточное число редуктора $73:25=3,12$. Тепловоз оборудован электропневматическим тормозом (воздухораспределитель № 292 и электровоздухораспределитель № 305, кран машини-

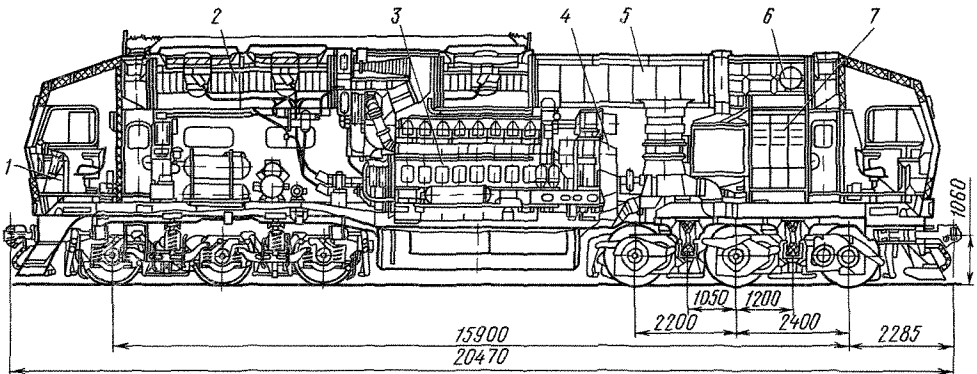


Рис 57 Расположение оборудования на тепловозе ТЭП70 первого варианта
1 — путь управления, 2 — блок охлаждающего устройства, 3 — дизель, 4 — тяговый генератор, 5 — блок фильтров централизованной системы охлаждения, 6 — резервуар противопожарной системы, 7 — камера для электрических аппаратов

ста № 395; кран вспомогательного тормоза № 254) и имеет по четыре тормозных цилиндра диаметром 10" на каждой тележке.

На тепловозе установлен дизель-генератор 2А-9ДГ, состоящий из четырехконтактного шестнадцатцилиндрового дизеля 2А-5Д49 (16ЧН26/26) с V-образным расположением цилиндров и тягового генератора ГС-504А.

Дизель имеет газотурбинный наддув и охлаждение наддувочного воздуха и выхлопного коллектора. Диаметр цилиндров 260 мм, ход поршня 260 мм. Номинальная мощность дизеля при частоте вращения вала 1000 об/мин 4000 л.с. Удельный расход топлива при номинальной мощности 153—160 г/(э.л.с.·ч). Масса сухого дизеля с поддизельной рамой 18 500 кг; масса дизель-генератора 26 000 кг.

Тяговый генератор ГС-504А номинальной мощностью 2750 кВт изготовлен Харьковским заводом «Электротяжмаш» и представляет собой двенадцатиполусную синхронную машину с двумя трехфазными обмотками на статоре, сдвинутыми друг относительно друга на 30 электрических градусов. Линейное напряжение генератора в продолжительном режиме 360 В, максимальное 580 В; продолжительный линейный ток 2×2400 А, при максимальном напряжении — 2×1500 А. Номинальная частота тока при номинальной частоте вращения 1000 об/мин 100 Гц. Коэффициент полезного действия в продолжительном режиме 94,8%; масса генератора 6500 кг.

На станине генератора имеется площадка, на которой установлены возбудитель ВС-650 и вспомогательный стартер-генератор СТГ-7, примененные ранее на тепловозах ТЭ109, 2ТЭ116 и ТЭ114. Обе эти машины приводятся через редуктор от вала дизеля.

Для выпрямления тока тягового генератора служит выпрямительная установка УВКТ-5, состоящая из

двух параллельно соединенных трехфазных мостов. В каждом плече моста десять параллельно включенных ветвей; в каждой ветви два последовательно включенных лавинных вентиля ВЛ200-8, общее количество вентиля в установке 240. Номинальное выпрямленное напряжение 750 В, ток 5700 А. Масса установки 650 кг; изготовлена она Таллинским электротехническим заводом им. М. И. Калинина.

На каждой тележке установлены три тяговых электродвигателя ЭД-119 номинальной мощностью по 411 кВт (напряжения в продолжительном режиме 512 В, максимальное 750 В, ток продолжительного режима 880 А, ток при максимальном напряжении 600 А), частота вращения якоря в продолжительном режиме 657 об/мин, максимальная 2320 об/мин. Обмотки полюсов имеют изоляцию класса F, обмотка якоря — класса H; эта обмотка выполнена петлевой. Масса электродвигателя 3250 кг. Машины изготовлены заводом «Электротяжмаш». Тяговые электродвигатели всегда соединены параллельно.

Вращающий момент от электродвигателей передается на ось колесной пары через редуктор и полый вал, эластично соединенный с колесной парой, как и у тепловозов ТЭП60.

Для полного использования мощности дизеля применены автоматические регулирование напряжения тягового генератора и две ступени ослабления возбуждения тяговых электродвигателей (62 и 38%). Управление тепловозом осуществляется контроллером машиниста КВ-1554, имеющим реверсивную рукоятку с положениями вперед, нуль, назад и главную с нулевой и пятнадцатью (1—15) рабочими позициями. При переводе главной рукоятки на 1-ю позицию включаются тяговые электродвигатели, частота вращения вала дизеля при этом 350 об/мин; переводом главной рукоятки до 15-й позиции частота

вращения вала повышается до 1000 об/мин

Электрическое оборудование тепловоза предусматривает управление по системе многих единиц

На тепловозе применена система централизованного воздухообеспечения для охлаждения электрических машин (тягового генератора, тяговых электродвигателей), выпрямительной установки, блока возбуждения. Воздух через жалюзи и фильтры засасывается осевым вентилятором с механическим приводом от вала дизеля. В минуту подается около 1200 м³ воздуха при напоре 450 мм вод. ст. Установка одного общего вентилятора вместо нескольких индивидуальных позволила уменьшить количество оборудования, улучшить степень фильтрации воздуха и снизить расход энергии на вспомогательные нужды.

Цепи управления и вспомогательных машин работают на постоянном токе с номинальным напряжением 110 В. На тепловозе установлена аккумуляторная батарея 48ТН-450. Компрессор ПК-5 25 производительностью 2,9 м³/мин приводится электродвигателем П2К-02 (25 кВт, 110 В).

Тепловоз развивает при длительном режиме скорость 50 км/ч и силу тяги 167 кН (17 000 кгс). При максимальной скорости 160 км/ч сила тяги составляет около 58,8 кН (6000 кгс), при этой же скорости тепловоз имеет максимальный коэффициент полезного действия 32,5%. На собственные нужды тепловоза расходуется 9—11% номинальной мощности дизеля. Минимальный радиус проходимых тепловозом кривых 125 м. Масса тепловоза при $\frac{2}{3}$ запаса топлива и песка 129 т. Нагрузка от колесной пары на рельсы 21,5 тс. Запас топлива 6000 кг, песка 800 кг, воды 1480 кг, масла 1430 кг.

Опытные тепловозы ТЭП70 поступили в депо Орша Белорусской железной дороги и эксплуатировались с пассажирскими поездами на

участках Орша — Гомель, Орша — Новосokolьники, Орша — Овруч и Орша — Брест. При этом они расходовали на 10—12% меньше топлива по сравнению с тепловозами ТЭП60.

Тепловоз № 0005 прошел тягово-теплотехнические испытания на экспериментальном кольце ВНИИЖТа и динамические, в том числе по воздействию на путь, на участке Белореченская — Майкоп Северо-Кавказской железной дороги. Опыт эксплуатации и результаты испытаний первых тепловозов ТЭП70 дали материал для внесения необходимых изменений в отдельные узлы локомотива. В 1978 г. завод начал изготовление тепловозов ТЭП70 (с № 0008), которые отличались от своих предшественников.

На этих тепловозах (рис. 58 и 59) значительно изменены расположение и формы элементов боковых ферм (стенок) кузова, применены тележки и ряд узлов тепловозов ТЭП75 (см. ниже). В рессорном подвешивании первой ступени цилиндрические пружины и листовые рессоры с балансирами заменены индивидуальным подвешиванием с цилиндрическими пружинами, во второй ступени вместо резиновых блоков центральных опор и пружинных боковых опор с поверхностями трения поставлены цилиндрические пружины, воспринимающие поперечную и угловую деформации. Статический прогиб рессорного подвешивания увеличился со 104 до 170 мм. Для сохранения демпфирующих свойств подвешивания, обеспечиваемых на первых тепловозах листовыми рессорами, на новых тепловозах применены гидравлические амортизаторы. В тяговом приводе вместо полого вала на подшипниках скольжения и поводковых муфт с плавающим звеном применены полый карданный вал с поводковыми центрированными муфтами. Изменения коснулись также длины тепловоза (она увеличилась на 1230 мм,



Рис 58 Тепловоз ТЭП70 второго варианта

и расстояние между осями автосцепок стало 21700 мм) и общей колесной базы (расстояние между осями крайних колесных пар увеличилось на 950 мм)

Тяговое и тормозное усилия от тележек на кузов передаются через шкворни. На каждой тележке установлены шесть тормозных цилиндров диаметром 10". Нажатие тормозных колодок на колеса двустороннее.

Одновременно с изменением конструкции тягового привода тяговые электродвигатели ЭД-119 были заменены на ЭД-121А, выполненные на базе электродвигателей ЭД-120А,

используемых на маневровых тепловозах ТЭМ7 (см гл VII). По сравнению с ЭД-119 у электродвигателя ЭД-121А несколько изменены параметры номинальной мощности (413 кВт), напряжения (542/750 В) и тока (830/600 А). Стартер-генератор СТГ-7 был заменен стартер-генератором ПСГУ2 (50 кВт, 110 В).

Тепловозы оборудованы электрическим (реостатным) тормозом. Мощность тормозных резисторов 3200 кВт, резисторы при стоянке тепловоза могут использоваться для нагрузки дизель-генератора при опробовании его работы.

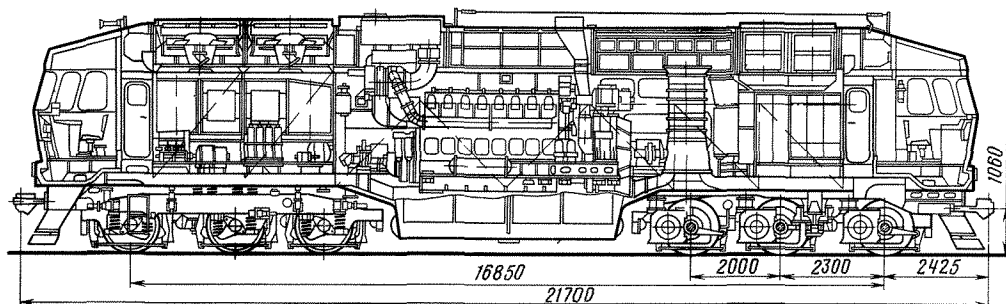


Рис 59 Расположение оборудования на тепловозе ТЭП70 второго варианта

У тепловозов с № 0008 запас песка 600 кг, воды 1134 и масла 1000 кг

На тепловозах установлен компрессор КТ-6 Тепловозы ТЭП70 второго исполнения строились после 1978 г в небольшом количестве все последующие годы

11. Опытные пассажирские тепловозы ТЭП75

Для неэлектрифицированных линий, обслуживаемых двенадцатисосными тепловозами 2ТЭП60 с до статочно полным использованием их мощности, но не требующих повышения сцепного веса локомотива по сравнению с весом шестиосных тепловозов вдвое, более рациональным было бы иметь тепловозы, равные по мощности 2ТЭП60, но с одним дизелем мощностью 6000 л с Из двух возможных вариантов такого тепловоза—шестиосного или восьмиосного—выбор пал на шестиосный вариант, хотя он требовал создания конструкций, рассчитанных на большую мощность практически без увеличения веса За решение такой задачи взялся коллектив специалистов Коломенского тепловозостроительного завода под руководством главного конструктора по локомотивостроению Ю В Хлебникова Добившись повышения мощности тепловоза при почти одинаковом весе на 33% (тепловоз ТЭП70 по сравнению с тепловозом ТЭП60), конструкторы наметили совершить новый, еще больший скачок—увеличить мощность еще на 50%

В начале 1976 г Коломенский тепловозостроительный завод выпустил первый опытный шестиосный пассажирский тепловоз ТЭП75-0001 с дизелем мощностью 6000 л с В 1977 г завод изготовил второй экземпляр такого тепловоза (рис 60 и 61)

Кузов тепловоза ТЭП75 отличается от кузова тепловоза ТЭП70

(№ 0008 и выше) в основном из за применения другого оборудования (дизеля, главного генератора, выпрямительной установки и др), при этом длина кузова, основные несущие элементы его конструкции и внешние формы остались без изменения Тележки, спроектированные для тепловоза ТЭП75, стали применяться и на тепловозах ТЭП70 (см выше) Не изменились диаметры колес (1220 мм) и передаточное число редукторов (3,12), незначительно увеличился статический прогиб ресорного подвешивания (со 170 до 180 мм) Привод от тяговых электро двигателей к колесным парам такой же, как на тепловозах ТЭП70 с № 0008, т е с полым карданным валом и центрированными муфтами

В кузове тепловоза на поддизельной раме установлен дизель-генератор 20ДГ, состоящий из четырех тактного дизеля 1Д49 с двухступенчатым газотурбинным наддувом и тягового агрегата А-713У2, валы которых соединены между собой пластинчатой муфтой

Дизель 1Д49 (20ЧН26/26) двенадцатицилиндровый с V-образным расположением цилиндров, развивающий при частоте вращения коленчатого вала 1100 об/мин номинальную мощность 6000 л с (4413 кВт) Масса сухого дизеля 22600 кг, дизель-генератора—31800 кг, удельный расход топлива дизелем при номинальной мощности 158—166 г/(эл с · ч)

Тяговый агрегат А-713У2 состоит из тягового синхронного генератора с номинальной мощностью 4060 кВт (при частоте вращения ротора 1100 об/мин напряжение 525/770 В, ток 2×2440/2×1660 А) и синхронного генератора энергоснабжения вагонов мощностью 810 кВт (напряжение 1160 В, ток 2×215 А) Агрегат изготовлен Харьковским заводом «Электротряжмаш» Как и у тепловозов ТЭП70, на статоре тягового генератора имеются две трехфазные обмотки, соединенные по схеме «две

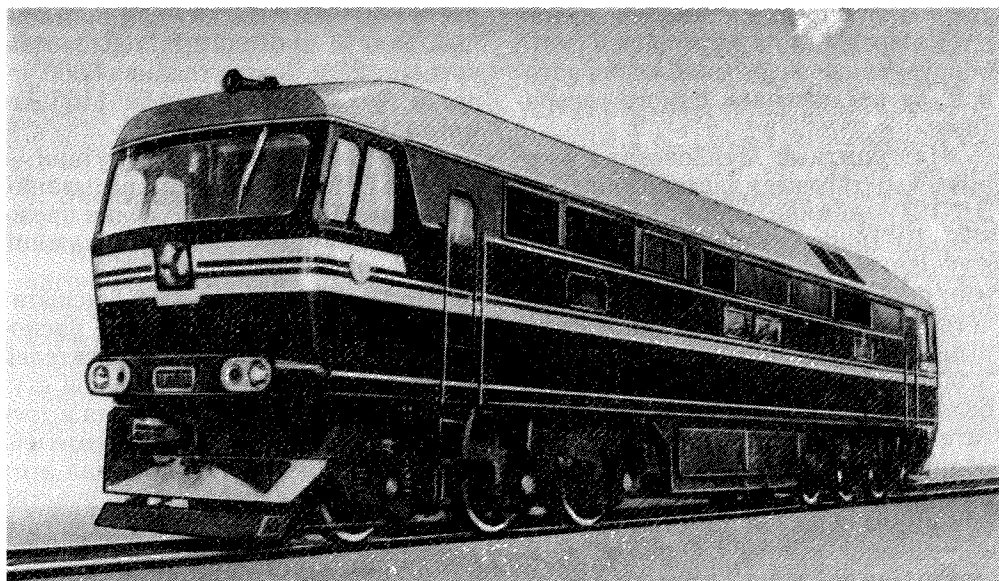


Рис 60 Тепловоз ТЭП75

звезды», две статорные обмотки генератора энергоснабжения служат для возбуждения главного генератора и энергоснабжения вагонов. Оба ротора агрегата имеют по 12 полюсов.

Для преобразования вырабатываемого тяговым агрегатом переменного тока в постоянный служит выпрямительная установка УВКТ-7У2, состоящая из выпрямительной ус-

тановки тягового генератора (по типу установки УВКТ-5 тепловоза ТЭП70) и выпрямительной установки генератора энергоснабжения вагонов. Номинальное напряжение выпрямленного тока для энергоснабжения вагонов 3000 В. Масса выпрямительной установки 750 кг.

Так как масса тепловоза ТЭП75 в результате достигла 147 т (по техническим условиям должна быть

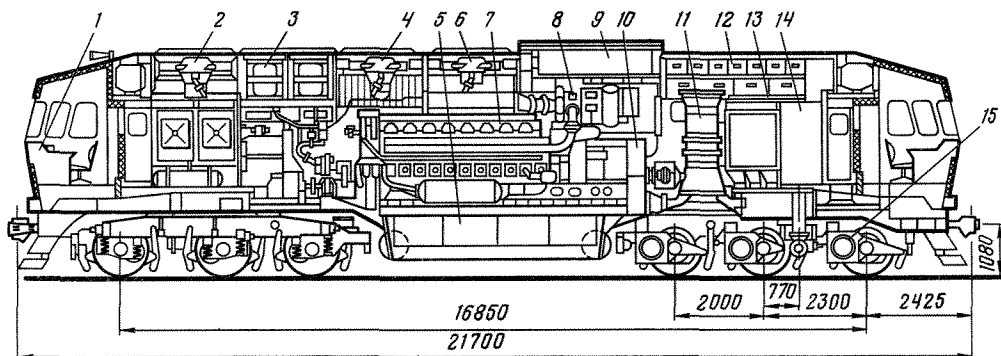


Рис 61 Расположение оборудования на тепловозе ТЭП75

1— пульт управления 2— блок охлаждения воды дизеля 3— тормозные резисторы 4— блок охлаждения масла дизеля 5— топливный бак 6— блок охлаждения наддувочного воздуха 7— дизель 8— турбокомпрессор 9— глушитель дизеля 10— тяговый генератор 11— вентилятор централизованного воздухооборудования 12— воздушные фильтры 13— выпрямительная установка 14— камера для электрических аппаратов 15— тяговый электродвигатель

138 т + 3 %), то для ее уменьшения с тепловоза было в дальнейшем снято оборудование энергоснабжения вагонов, за исключением самого генератора.

На опытных тепловозах установлены тяговые электродвигатели ЭД-127 номинальной мощностью 586 кВт (напряжение 715/980 В, ток 890/650 А, частота вращения якоря 950/1775 об/мин). Электродвигатель четырехполюсный с последовательным возбуждением, масса его 3200 кг. Предусмотрена одна ступень ослабления возбуждения электродвигателей. Тепловоз предполагалось оборудовать реостатным тормозом, для чего установить тормозные резисторы общей мощностью 3200 кВт на крыше кузова. Однако из-за весовых ограничений от этого отказались.

Как и на тепловозах ТЭП70, на тепловозах ТЭП75 применено централизованное воздуходо снабжение всех электромашин и оборудования, требующих принудительного охлаждения. Вода дизеля охлаждается в секциях холодильника, воздух через которые прогоняется под действием вентилятора, приводимого от вала дизеля.

На тепловозе установлена аккумуляторная батарея 48ТН-450У2. Цепи управления и освещения питаются постоянным током номинальным напряжением 110 В. Для пуска дизеля служит стартер-генератор ПСГУ2, имеющий в генераторном режиме номинальную мощность 50 кВт и напряжение 110 В, а в стартерном ток не более 800 А. Компрессор ПК-5,25 производительностью 2,9 м³/мин приводится электродвигателем постоянного тока П2К-02 (мощность 25 кВт, напряжение 110 В).

Сила тяги длительного режима при скорости 70 км/ч 176 кН (18 000 кгс), конструкционная ско-

рость тепловоза 160 км/ч. Минимальный радиус проходимых тепловозом кривых 125 м. Залас топлива 8000 кг, песка 800 кг, воды дизеля 1103 кг, масла дизеля 1300 кг.

В 1976 г. на участке Голутвин — Озеры ВНИТИ провел испытания тепловоза ТЭП75-0001, уделив прежде всего внимание работе экипажной части.

По результатам этих испытаний определены оптимальное расположение гидравлических гасителей вертикальных колебаний второй ступени рессорного подвешивания и требуемые характеристики гасителей. В 1977 г. ВНИИЖТ испытывал этот же тепловоз на скоростном участке Белореченская — Майкоп Северо-Кавказской железной дороги, где исследовались динамико-прочностные качества экипажной части, в 1979 г. тепловоз поступил для эксплуатации в депо Ленинград-Варшавский.

На тепловозе ТЭП75-0002 проводились исследования влияния однопроводной системы энергоснабжения вагонов на систему автоблокировки, затем тепловоз также был направлен в депо Ленинград-Варшавский.

Значительное повышение мощности тепловоза ТЭП75 по сравнению с тепловозом ТЭП70 при сохранении шестиосной экипажной части не могло не вызвать повышение нагрузки от колесных пар на рельсы до величины, нежелательной для пассажирского локомотива с высокой конструктивной скоростью. Высокие нагрузки от колесных пар практически исключали применение электрического торможения и энергоснабжения вагонов поезда. Все это привело к прекращению работ по тепловозам ТЭП75 и началу проектирования тепловоза с дизелем мощностью 6000 л.с. и восьмиосным экипажем (см. заключение).

ПРИГОРОДНЫЕ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА

1. Электропоезда ЭР2

В период 1976—1984 гг. Рижский вагоностроительный завод (РВЗ) продолжал выпуск пригородных электропоездов ЭР2 (заводское обозначение 62-61) постоянного тока напряжением 3000 В (рис. 62 и 63), постройка которых была начата еще в 1962 г. Основное электрооборудование для этих электропоездов изготовлялось Рижским электромашиностроительным заводом (РЭЗ). Большинство электропоездов выпускалось в десятивагонном исполнении (пять учетных секций), часть в двенадцативагонном (шесть учетных секций); выпускались также отдельные секции (моторный и прицепной промежуточный или моторный и головной вагоны). Эксплуатируются

электропоезда могут в составе двенадцати, десяти, восьми, шести и четырех вагонов. В процессе выпуска электропоездов ЭР2 в их конструкцию вносились отдельные изменения, улучшающие внешний и внутренний вид вагонов, удобства для пассажиров и обслуживающего персонала и устраняющие недостатки, выявленные при эксплуатации. В частности, была изменена форма кабины машиниста, поставлены другие токоприемники, некоторые вспомогательные машины и аппараты. Приведенное ниже краткое описание электропоездов ЭР2 учитывает изменения, внесенные до 1976 г.

Кузов цельнонесущий, сварной конструкции, выполнен в основном из стальных гнутых и штампованных профилей; ширина кузова 3571 мм

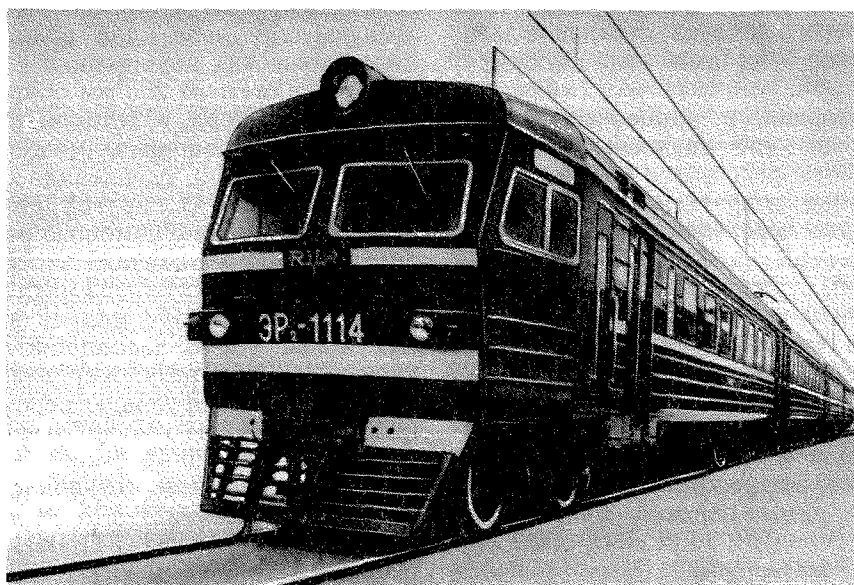


Рис 62 Электропоезд ЭР2

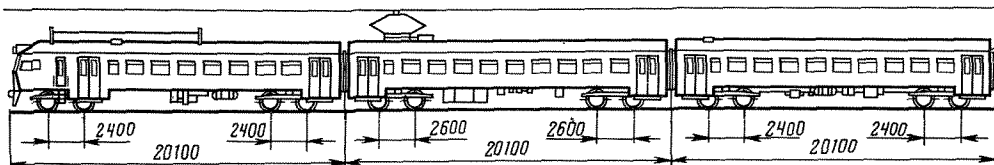


Рис 63 Боковой вид вагонов электропоезда ЭР2

(без гофров 3480 мм). Хребтовые балки для автосцепки короткие, помещены между штампованным буферным брусом и шкворневыми балками. В работе на изгиб, растяжение и сжатие участвуют все основные элементы кузова, в том числе металлическая крыша, нижняя рама и боковые стенки.

Двери для входа и выхода пассажиров двустворчатые, раздвижные с электропневматическим управлением; ширина дверей 970 мм. При эксплуатации на линиях с высокими платформами имеющиеся подножки закрываются фартуками. По концам вагонов установлены автосцепки СА-3.

Вентиляция вагонов принудительная с подачей в холодное время года подогретого воздуха; отопление электрическое — печами и калориферами.

Моторные и прицепные вагоны имеют по две двухосные тележки с двойным рессорным подвешиванием: кузов опирается на наддресорный брус через боковые скользуны, а шкворень, снабженный резиновой втулкой, служит только для передачи горизонтальных сил; наддресорный брус в свою очередь опирается на четыре двойные цилиндрические пружины (по две с каждой стороны тележки), установленные на поддонах, подвешенных шарнирно к раме тележки. Наддресорный брус относительно рамы тележки фиксируется двумя поводками с резинометаллическими элементами. Рамы тележек через цилиндрические пружины опираются на балансиры, подвешенные к нижней части корпусов роликовых букс. Статический прогиб рессорного

подвешивания тележки моторного вагона 105 мм.

Рамы тележек штампованно-сварной конструкции имеют в плане Н-образную форму; они состоят из двух продольных, двух поперечных и четырех литых концевых балочек. Рамы тележек соединены с наддресорным брусом гидравлическими амортизаторами, гасящими колебания наддресорной части вагона.

Колесные пары моторного вагона выполнены со спицевыми центрами и бандажами диаметром 1050 мм. На шейку колесной пары диаметром 130 мм посажены два цилиндрических роликовых подшипника. Один из центров колесной пары имеет тарельчатый фланец, к которому болтами крепится зубчатое колесо. На колесную пару через два роликовых цилиндрических подшипника с внутренним диаметром 200 мм опирается корпус редуктора, в котором в двух роликовых подшипниках может вращаться шестерня, сцепленная с зубчатым колесом. С другой стороны корпус редуктора с помощью резьбового стержня связан с рамой тележки. Передаточное число редуктора $73:23=3,17$; модуль зубчатых колес 10. С шестерней через упругую муфту (резинокордную оболочку), компенсирующую перемещение колесной пары относительно рамы тележки, соединен вал якоря тягового электродвигателя, установленного на раме тележки.

Тележки типа КВЗ-ЦНИИ прицепных вагонов имеют такую же схему рессорного подвешивания, как и у моторных вагонов; диаметр колес прицепных вагонов 950 мм; колеса цельнокатаные.

На тележках моторного вагона установлено по два тормозных цилиндра диаметром 10". Управление тормозами электропневматическое (электровоздухораспределитель № 305-001, воздухораспределитель № 290-001). Нажатие тормозных колодок на каждое колесо двустороннее.

На моторных вагонах электропоездов ЭР2, выпущенных после марта 1964 г., установлены четырехполюсные тяговые электродвигатели УРТ-110Б (унифицированные, рижские, тяговые). Главные полюсы размещены по вертикальной и горизонтальным осям; добавочные — под углом 45° к ним. Якорь выполнен с волновой обмоткой; изоляция обмоток полюсов и якоря класса В; коллектор имеет арочную конструкцию. Стальной вентилятор электродвигателя сварной конструкции приварен к заднему обмоткодержателю.

При номинальном напряжении на зажимах 1500 В тяговые электродвигатели УРТ-110Б имеют следующие параметры (в числителе возбуждение 100 %, в знаменателе — 50%):

Режим	Мощность, кВт	Ток, А	Частота вращения якоря, об/мин
Часовой	178/200	132/146	850/1145
Продолжительный	137/158	100/115	952/1315

Максимальная частота вращения якоря 2080 об/мин. Масса тягового электродвигателя 2150 кг.

На моторных вагонах электропоездов ЭР2 установлено по одному токоприемнику, так как в случае неисправности какого-либо из токоприемников оставшиеся позволяют довести поезд до конечного пункта. По этим же соображениям в силовой цепи моторных вагонов не предусмотрены отключатели групп неисправных тяговых электродвигателей и при повреждении одного из них отключается целиком моторный вагон.

Защиту от токов короткого замыкания обеспечивает быстрodeйствующий

выключатель БВП-105А с диффрагменным приводом, который отключает цепь тяговых электродвигателей, когда ток превышает 600 А; если же при коротком замыкании в результате перебросов или пробоев на землю ток в цепи тяговых электродвигателей не достигает 600 А, выключатель срабатывает только под действием дифференциального реле. Реле перегрузки не действует на включающие аппараты, а ликвидирует перегрузку в пусковом режиме снижением уставки реле ускорения путем ввода в цепь ее катушки добавочного сопротивления.

Силовой контроллер КСП-1А с электропневматическим приводом системы профессора Л. Н. Решетова имеет 12 контактных элементов; общее количество позиций контроллера 18, из них 1-я соответствует маневровому режиму; 2-я — 8-я — реостатному пуску при последовательном соединении всех четырех тяговых электродвигателей; 9-я — последовательному соединению электродвигателей с выведенными из цепи пусковыми резисторами; 10-я — последовательному соединению при 67% возбуждения; 11-я — последовательному соединению при 50% возбуждения; 12-я — параллельному соединению (две параллельно включенные группы по два последовательно соединенных электродвигателя) тяговых электродвигателей с возбуждением 50% и включенными в цепь резисторами; 13-я — 15-я — реостатному пуску при параллельном соединении электродвигателей и 100% возбуждения; 16-я — параллельному соединению при 100% возбуждения; 17-я — параллельному соединению при 67% возбуждения и 18-я — параллельному соединению при 50% возбуждения.

Контроллер машиниста 1КУ-021, встроенный в пульт управления, имеет реверсивную и главную рукоятки. Реверсивная, как обычно, имеет три положения: вперед, нулевое, назад; главная — восемь положений:

нулевое, маневровое, 1-е ходовое (соответствует 9-й позиции силового контроллера), 2-е ходовое (соответствует 11-й позиции силового контроллера), положения 2А и 3А для ручного пуска, 3-е ходовое (соответствует 16-й позиции силового контроллера) и 4-е ходовое (соответствует 18-й позиции силового контроллера).

Переход с последовательного на параллельное соединение тяговых электродвигателей осуществляется по методу «моста». Сопротивления индуктивных шунтов подобраны так, что при режиме 50% возбуждения, т. е. на ходовых ступенях ослабления возбуждения, добавочные фехралевые сопротивления полностью выключаются.

В качестве линейных и мостового контакторов на моторных вагонах электропоездов ЭР2 установлены электровозные контакторы ПК-305 конструкции Новочеркасского электровозостроительного завода.

При ручном пуске силовой контроллер находится под контролем реле ускорения. При автоматическом пуске поворот вала силового контроллера на следующую позицию происходит при уменьшении тока тягового электродвигателя до 170—180 А; возможен пуск при меньших токах перехода на следующие позиции (до 125 А), для чего машинист должен нажать кнопку «Пониженное ускорение». При боксовании одной из колесных пар реле боксования воздействует на реле ускорения, и ток отпадания последнего снижается до 70 А.

Чтобы разгрузить источники питания головного вагона и снизить падение напряжения в поездных проводах, часть вспомогательных контакторов и удерживающие катушки быстродействующих выключателей питаются от источников тока своей секции (от соседнего прицепного вагона).

На прицепных промежуточных и головных вагонах электропоездов

установлены агрегаты ДК-604В, состоящие из двухколлекторного делителя напряжения (динамотора) и генератора тока управления. При напряжении 3000 В делитель напряжения имеет номинальную мощность 12 кВт (ток 5,3 А, частота вращения якоря 1000 об/мин); генератор 10 кВт (напряжение 50 В, ток 200 А). Масса агрегата 1200 кг.

На этих вагонах размещены мотор-компрессоры, состоящие из двухцилиндрового компрессора ЭК-7Б (производительность 0,7 м³/мин) и электродвигателя ДК-409В мощностью 5 кВт (напряжение 1500 В, частота вращения якоря 1200 об/мин), а также никелево-кадмиевые аккумуляторные батареи 40КН-125.

Масса моторного вагона электропоезда ЭР2 54,6 т, головного 40 т, прицепного промежуточного 38,3 т.

Моторные вагоны ЭР2 при передаточном числе тяговых редукторов 3,17, диаметре колес 1050 мм и напряжении на зажимах тяговых электродвигателей 1500 В имеют следующие параметры (в числителе возбуждение 100%, в знаменателе — 50%):

Режим	Скорость, км/ч	Сила тяги, кН (кгс)
Часовой	51,8/71,2	52,1(5270)/ 40,0(4040)
Продолжительный	59,0/82,4	35,0(3530)/ 27,8(2790)

Конструкционная скорость электропоездов 130 км/ч. Среднее ускорение до скорости 60 км/ч составляет 0,6 м/с². Минимальный радиус проходимых кривых 100 м при скорости 5 км/ч.

При движении по перегону длиной 2,5 км электропоезд ЭР2 согласно результатам испытаний может развить максимальную скорость 95 км/ч, а на перегоне 5 км — 110 км/ч.

Вагоны электропоезда ЭР2 имеют нумерацию, состоящую из последовательно написанных номера электропоезда и двузначного номера вагона. Моторные вагоны имеют номера 02, 04,

06, 08, 10 и 12, головные — 01 и 09 (07 — только на восьмивагонных поездах, выпускавшихся совместно Рижским и Калининским вагоностроительными заводами до конца 1969 г.), промежуточные прицепные — 03, 05, 07 и 11. Полный номер первого головного вагона электропоезда № 955 будет 95501.

Моторные вагоны имеют 110 мест для сидения, промежуточные прицепные — 108, головные — 88.

На основании опыта постройки и эксплуатации электропоездов ЭР22В на электропоездах ЭР2 с № 1112 изменено количество крышевых дуг у вагонов и расстояния между ними сделаны одинаковыми; в пассажирском помещении (салоне) установлены полумягкие диваны, применены алюминиевые профили для оконных рам, выполнен ряд других улучшений. На электропоездах с № 1228 надоконные пояса боковых стенок кузова и межоконные листы изготовлены в виде одной длинномерной детали.

Последний электропоезд ЭР2 № 1348 построен рижскими заводами в сентябре 1984 г. Длительный срок выпуска этих электропоездов, получивших широкое распространение в пригородном, а частично и в местном движении на многих направлениях, сделал их ведущими в обслуживании пригородных пассажиров в 60—80-е годы.

2. Опытные электропоезда ЭР12

Опыт эксплуатации на Прибалтийской железной дороге электропоездов ЭР2, у которых на основании проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ, проведенных Рижским филиалом Всесоюзного научно-исследовательского института вагоностроения, Прибалтийской дорогой и Таллинским электротехническим заводом им. М. И. Калинина, резисторно-контакторный пуск был заменен плавным тиристорно-

импульсным, дал положительные результаты. Электропоезда ЭР2 с тиристорно-импульсным пуском, получившие обозначение ЭР2^и (импульсные), эксплуатировались на дороге с 1972 г. Чтобы создать промышленные образцы импульсных преобразователей и получить возможность их применения при модернизации электропоездов ЭР2, было принято решение о выпуске партии электропоездов с импульсным пуском вагоностроительным и электротехническим заводами. Для этих электропоездов Таллинский завод спроектировал новые тиристорно-импульсные преобразователи. Одновременно Рижский электромашиностроительный завод несколько изменил изоляцию полюсов тяговых электродвигателей УРТ-110Б, повысив их теплостойкость за счет применения изоляции класса F; при этом электродвигатель получил наименование 1ДТ-006.

В сентябре 1976 г. РВЗ выпустил электропоезд ЭР12-6001 (рис. 64) с тиристорно-импульсными преобразователями (заводское обозначение 62-251). Для этого поезда использованы механическая часть, тяговые электродвигатели (с указанными выше изменениями), вспомогательные машины и тормозное оборудование электропоезда ЭР2. Вместо пусковых резисторов и силового контроллера (группового переключателя) на моторных вагонах установлены двухфазные тиристорно-импульсные преобразователи ТИП-1320/3У, в которых использованы быстродействующие таблеточные тиристоры ТБ-320, ТБ-400 и диоды ВЧ-400. Вентили охлаждаются потоком набегающего воздуха при движении поезда, как и на электропоездах ЭР9Е (см. ниже). Преобразователь рассчитан на номинальное напряжение 3000 В, пусковой ток 2×220 А; при регулировании поддерживается постоянная частота 400 Гц (широкоимпульсное регулирование). С помощью этих преобразователей осу-

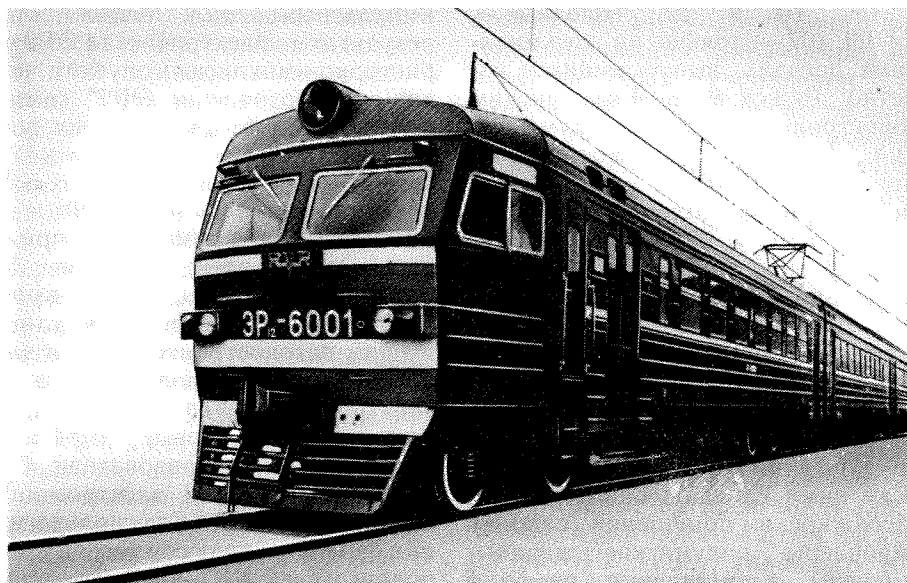


Рис 64 Электропоезд ЭР12-6001

шествуются плавное регулирование напряжения на зажимах двух постоянно включенных последовательно тяговых электродвигателей в пределах от 5 до 95% от напряжения в контактной сети, плавное регулирование возбуждения электродвигателей от 100 до 50% и изменение при помощи авторежимного устройства пускового тока в зависимости от загрузки вагона. Плавное повышение напряжения при разгоне электропоезда ЭР12 позволило поднять уставку пускового тока со 190 А (как у электропоезда ЭР2) до 220 А, т. е. увеличить ускорение. Предусмотрено регулирование пускового тока машинистом.

На головных вагонах электропоезда ЭР12 установлены контроллеры машиниста 1.КУ-027. Применение другого электрического оборудования на моторном вагоне увеличило его массу до 56,5 т; статический прогиб рессорного подвешивания при этом составил 90,8 мм.

В 1978 г. на экспериментальном кольце ВНИИЖТа были проведены тягово-энергетические испытания

электропоезда ЭР12. На расчетном трехкилометровом перегоне техническая скорость при пути разгона 1,5 км составила 69 км/ч, среднее ускорение от момента трогания до выхода на автоматическую характеристику достигало 0,71 м/с² против 0,57 м/с² у электропоезда ЭР2; расход электроэнергии был меньше на 8,5—10% по сравнению с электропоездом ЭР2 при технической скорости 60—65 км/ч. Опытная эксплуатация электропоезда ЭР12 проходила на пригородном участке Таллинна. В 1981 г. РВЗ изготовил еще 5 моторных, 4 головных и 2 прицепных промежуточных вагонов, из которых вместе с вагонами первого поезда были сформированы три шестивагонных состава (№ 6001—6003) с тремя моторными вагонами в каждом.

3. Электропоезда ЭР2Р

Частые остановки и высокое соотношение между сцепным и полным весом пригородных поездов создают условия для применения на

этом виде подвижного состава рекуперативного торможения. На протяжении ряда лет проводились многочисленные научные исследования в этой области, некоторые из которых завершались созданием моторных вагонов с рекуперативным, точнее рекуперативно-реостатным торможением. В зоне скоростей 130—50 км/ч осуществляется рекуперативное торможение, а в зоне скоростей ниже 50 км/ч — реостатное с самовозбуждением. При отсутствии или недостаточности нагрузки на линии рекуперативное торможение в зоне скоростей 130—50 км/ч автоматически замещается реостатным с независимым возбуждением с последующим переходом на реостатное торможение с самовозбуждением.

В 1955 г. рекуперативно-реостатным тормозом была оборудована опытная двухвагонная секция РС с использованием вагона С_в; в 1959 г. изготовлен десятивагонный электропоезд ЭР6 с механической частью электропоездов ЭР1; в период 1964—1975 гг. выпущена партия электропоездов ЭР22 и разновидности этих поездов ЭР22М и ЭР22В с вагонами длиной 24,5 м. Для этих электропо-

ездов Рижский электромашиностроительный завод спроектировал и изготовил электрическое оборудование, которое намечалось выпускать серийно и в дальнейшем. Так как РВЗ не перешел на выпуск электровагонов длиной 24,5 м, а продолжал изготовление электропоездов ЭР2 с вагонами длиной 19,6 м, то было решено использовать электрооборудование от электропоездов ЭР22В на поездах ЭР2. Реализацией этого решения явилась постройка в 1979 г. первого десятивагонного электропоезда ЭР2Р-7001 (заводское обозначение 62-259) с рекуперативно-реостатным торможением (рис. 65 и 66).

Конструкция и размеры кузовов вагонов электропоездов ЭР2Р практически остались такими же, как у электровагонов ЭР2. В связи с тем что общий вес электрооборудования увеличился, для поезда ЭР2Р применили рассчитанные на большие нагрузки тележки ТУР-01 (тележка унифицированная, рижская) бесчелюстного типа с двойным рессорным подвешиванием. Ранее такие тележки ставились на электровагонах ЭР22В. Тормозное и тяговое усилия от осей колесных пар к рамам тележек

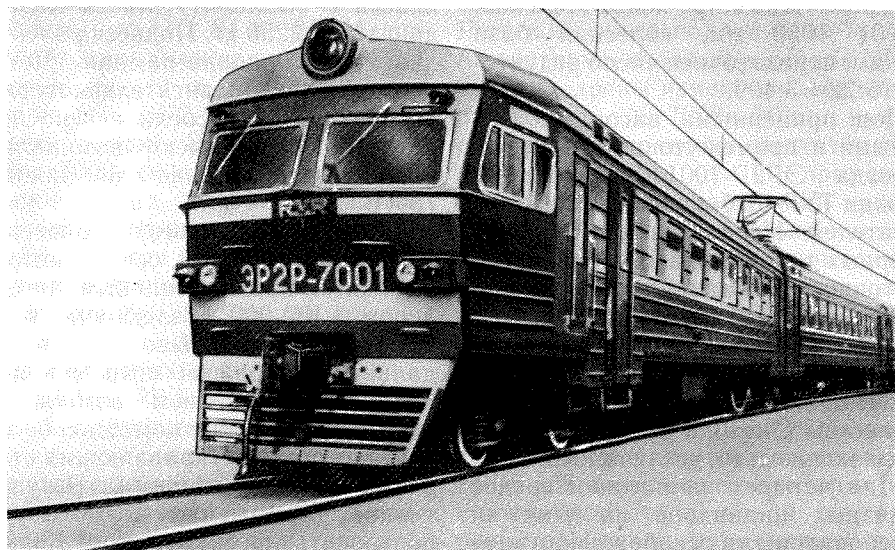


Рис. 65. Электропоезд ЭР2Р

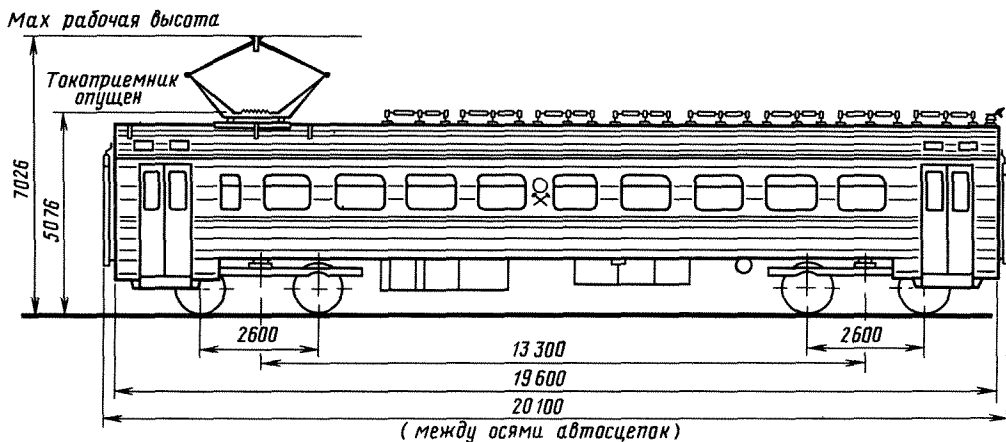


Рис 66 Боковой вид моторного вагона электропоезда ЭР2Р

передаются через поводки, имеющие шарниры с резиновыми втулками, т. е. как на электровозах ВЛ60, ВЛ80 и ВЛ110 всех разновидностей и тепловозах ТЭ109, 2ТЭ10В, ТЭП60 и ряде других. От тележек ТУР-01 электровагонов ЭР22В тележки моторных электровагонов ЭР2Р отличаются большим диаметром шеек осей (140 вместо 130 мм), большим статическим прогибом рессорного подвешивания (136,4 мм), конструкцией подшипникового узла малой шестерни. Диаметр колес тележки ТУР-01 1050 мм, колесная база 2600 мм, передаточное число редукторов $75:22=3,409$.

Под прицепными вагонами (головными и промежуточными) электропоезда ЭР2Р-7001 установлены тележки ТУР-01 без тяговых электродвигателей. Использование тележек моторных вагонов было обусловлено неготовностью Калининского вагоностроительного завода к выпуску специальных тележек для прицепных вагонов электропоезда ЭР2Р. Тормозные цилиндры прицепных вагонов перенесены с кузова на тележки. Их общее количество увеличилось с одного до четырех на вагон. Перенос тормозных цилиндров на тележки потребовался для освобождения места под вагонами для дополнительного электрооборудования.

На моторных вагонах установлены тяговые электродвигатели 1ДТ-003.1, ранее примененные на электропоездах ЭР22В. Мощность часового режима электродвигателей 240 кВт, ток 350 А, частота вращения якоря при 100% возбуждения (усиленное возбуждение) 570 об/мин, при 50% возбуждения (нормальное возбуждение) — 740 об/мин и при 18% возбуждения (ослабленное возбуждение) — 1275 об/мин. Изоляция обмоток якоря и полюсов класса F (монолит), масса электродвигателя 2250 кг. Подвеска электродвигателей опорно-рамная. Четыре тяговых электродвигателя моторного вагона постоянно соединены последовательно, т. е. имеют номинальное рабочее напряжение на зажимах 750 В.

Для разгона поезда применены пусковые резисторы, секции которых выводятся из цепи силовым контроллером 1.КС-009 с электромоторным приводом. После вывода резисторов дальнейший разгон осуществляется плавным изменением возбуждения электродвигателя с помощью бесконтактных систем, управляющих статическими возбудителями. Рекуперативное торможение возможно использовать при скоростях от 130 км/ч (конструктивная) до скоростей около 55 км/ч (в зависимости от

напряжения в контактной сети), затем до скорости 10—15 км/ч оно замещается реостатным. Управление электропоездом осуществляется контроллером машиниста 1.КУ-019.

На прицепных вагонах установлены преобразовательные агрегаты 1П5.005, состоящие из электродвигателя постоянного тока (3000 В, 19,2 А) и синхронного трехфазного генератора (220 В, 94,3 А), имеющего номинальную частоту вращения 1000 об/мин. Трехфазным током напряжением 220 В частотой 50 Гц питаются асинхронный электродвигатель 548А, соединенный механически с компрессором ЭК-7Б, и другие вспомогательные машины. С помощью статического преобразователя трехфазный ток 220 В преобразуется в постоянный ток напряжением 110 В, который служит для питания цепей управления и заряда аккумуляторной батареи (275 А·ч, 110 В).

Электропоезд оборудован электропневматическими и пневматическими тормозами (электровоздухораспределители № 305.005 и воздухо-распределители № 292.001).

Масса тары вагонов: моторного 58,5 т, головного 42,0 т, прицепного 40,5 т, количество мест для сидения соответственно 110, 84 и 107. Масса десятивагонного электропоезда ЭР2Р примерно на 30 т больше массы электропоезда ЭР2.

Электропоезд ЭР2Р-7001 после пробега 5000 км на Прибалтийской железной дороге поступил в августе 1979 г. на экспериментальное кольцо ВНИИЖТа, где были проведены тягово-энергетические испытания, а затем в сентябре 1979 г. на участок Белореченская — Майкоп для динамико-прочностных испытаний.

В 1982 г. РВЗ выпустил второй и третий электропоезда ЭР2Р, а в 1984 г. с электропоезда № 7007 они стали выпускаться серийно.

На электропоездах ЭР2Р, начиная со второго, стенки кузовов вагонов имеют такую же конструкцию, как и у вагонов электропо-

ездов ЭР2 с № 1228 (см. выше), под прицепные головные и промежуточные вагоны установлены доработанные тележки КВЗ-ЦНИИ-М, в которых применены удлиненные серьги подвески центрального рессорного подвешивания, комплекты пружин повышенной жесткости и по два тормозных цилиндра, расположенных на раме тележки перпендикулярно оси пути. С электропоезда ЭР2Р-7004 с целью возможности применения композиционных тормозных колодок тормозные цилиндры на тележках прицепных вагонов стали располагаться, как и на тележках ТУР-01, вдоль оси пути. С этого же электропоезда вместо тяговых электродвигателей 1.ДТ.003.1 стали устанавливаться электродвигатели 1.ДТ.003.3, имеющие клиновое крепление обмотки якоря вместо бандажного. На электропоездах с № 7016 применяются тяговые электродвигатели 1.ДТ.003.4 с увеличенными сечениями магнитоприводов остова и полюсов.

По результатам эксплуатации первых электропоездов, а также испытаний поездов ЭР2Р № 7009 и 7010, проведенных в начале 1985 г. соответственно на Московском и Рижском железнодорожных узлах, в конструкцию электропоездов ЭР2Р были внедрены изменения. На электропоездах № 7002—7017 вместо стержневой подвески редуктора на раме тележки стали применять конструкцию с коробчатыми кронштейнами и установленными между ними многослойными резинометаллическими элементами; на электропоездах ЭР2Р-7001 и с № 7018 была сохранена прежняя стержневая подвеска редуктора, ранее примененная на моторных вагонах электропоездов ЭР2, ЭР22В, ЭР9М и др. С электропоезда № 7022 вместо клепанного соединения колец сепаратора подшипникового узла малой шестерни редуктора стали применяться цельные литые сепараторы. На электропоездах с № 7019 цельные литые

сепараторы вместо клепанных применяются и на подшипниках опоры тягового редуктора на колесные пары.

С марта 1983 г. электропоезда ЭР2Р стали поступать в депо Железнодорожная Московской дороги для обслуживания Горьковского направления, а затем и на другие пригородные участки.

4. Электропоезда ЭР9

Для обслуживания пригородных пассажирских линий, электрифицированных на переменном токе напряжением 25 кВ, с начала 60-х годов Рижский вагоностроительный завод выпускает электропоезда ЭР9 различных исполнений. Первоначально в течение двух лет изготавливались поезда, имеющие выпрямительные установки в кузовах вагонов (ЭР9), с 1964 по 1976 г. включительно строились электропоезда ЭР9П с подвагонным расположением выпрямительных установок. За это время в конструкцию вагонов и их оборудования вносились отдельные изменения, направленные на повышение технического уровня электропоездов.

В сентябре 1976 г. с поезда № 378 Рижский завод перешел на выпуск новых электропоездов, получивших серию ЭР9М (модернизированные, заводское обозначение 62-255). Электропоезда ЭР9М имеют достаточно существенные изменения по сравнению с электропоездами ЭР9П, но при этом сохраняют многие их конструктивные элементы и основные тяговые параметры. Переработке подверглись отдельные элементы крыши, боковых стенок кузова, оконных рам (применены алюминиевые профили), как это было сделано на электропоездах ЭР2 с № 1112, достаточно сложный по конструкции высоковольтный кабельный ввод (соединение главного выключателя с первичной обмоткой трансформатора), проходящий от крыши под вагон,

заменен более простым и надежным шинным вводом; применены тиристорные регуляторы напряжения постоянного тока 110 В и переменного тока 220 В; изменена система вентиляции пассажирских помещений, установлены полумягкие диваны.

Для электропоездов ЭР9М (рис. 67), как и для электропоездов ЭР2 и ЭР9П, изготавливались три типа вагонов: моторные, прицепные промежуточные и прицепные головные. Поезда состояются из равного числа моторных и прицепных вагонов.

Минимальное число вагонов в поезде четыре (2 моторных и 2 прицепных головных), максимальное — двенадцать (6 моторных, 4 прицепных промежуточных и 2 прицепных головных). Управление электропоездом возможно только из головных вагонов.

Кузова вагонов несущей конструкции выполнены по типу кузовов вагонов электропоездов ЭР2. Отдельные изменения частей кузова по сравнению с вагонами электропоездов ЭР2 вызваны другим расположением оборудования и его большим весом. Выход из вагонов может производиться и на высокие, и на низкие платформы. Вагоны имеют авто сцепки СА-3.

Кузов вагона опирается на две двухосные тележки. Рамы тележек цельносварные, челюстные: в плане имеют Н-образную форму, опираются на буксы через четыре комплекта двухрядных цилиндрических пружин. В центральном подвешивании поставлены гидравлические амортизаторы, как это сделано на моторных вагонах электропоездов ЭР2 (см. выше). Статический прогиб рессорной системы моторного вагона без пассажиров 105 мм. Диаметр колес моторного вагона 1050 мм, прицепного — 950 мм.

Как и на моторных вагонах электропоездов ЭР2, тяговые электродвигатели установлены на раме

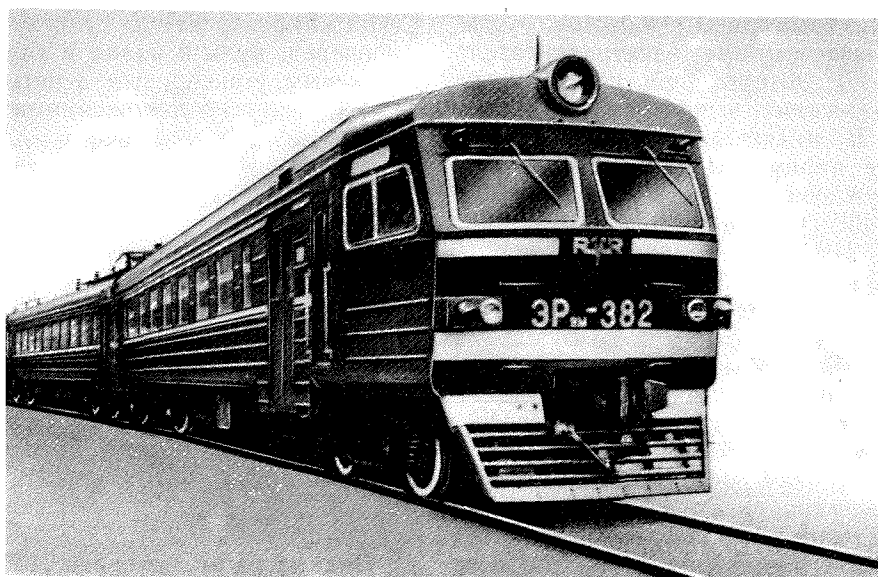


Рис 67 Электropоезд ЭР9М

тележки. Вал электродвигателя соединен с малой шестерней с помощью упругой муфты (резинокордные оболочки). Корпус редуктора опирается на ось колесной пары через роликовые подшипники, а со стороны малой шестерни через упругие элементы подвешен к раме тележки. Зубчатая передача односторонняя, жесткая, прямозубая. Передаточное число $73:23=3,17$.

На каждой тележке моторного вагона установлены два тормозных цилиндра; нажатие тормозных колодок на каждое колесо двустороннее. Управление тормозами электропневматическое.

Под кузовом моторного вагона подвешены трансформаторы ОЦР-1000/25 Таллиннского электротехнического завода им. М. И. Калинина. Трансформатор стержневого типа с масляным охлаждением имеет четыре обмотки: первичную на 25 кВ (номинальная мощность 965 кВ·А), тяговую с семью промежуточными регулировочными выводами и напряжением между крайними выводами при холостом ходе 2208 В (номинальный ток 350 А, часовой ток

530 А), обмотку отопления мощностью 100 кВ·А и напряжением 628 В и вспомогательную обмотку мощностью 92 кВ·А и напряжением 220 В. Масса трансформатора 3122 кг.

Для защиты высоковольтных цепей от токов короткого замыкания и перегрузок на крыше моторного вагона установлен главный воздушный выключатель ВОВ25-4, изготовленный Нальчикским заводом высоковольтной аппаратуры. Выпрямительная установка УВП-3, изготовленная Таллинским электротехническим заводом, расположена под кузовом моторного вагона и выполнена по мостовой схеме. Установка имеет 84 вентиля ВКДЛ-200-8Б (лавинные восьмого класса), в каждом плече моста три параллельные цепи по шесть включенных последовательно вентилялей; в ответвлениях также три параллельные цепи по два включенных последовательно вентилялей. С помощью этих ответвлений осуществляется так называемый вентиляльный переход с одной ступени напряжения на другую, что позволяет не ставить делительные реакторы.

На моторных вагонах установлены тяговые электродвигатели РТ-51Д, которые при номинальном напряжении выпрямленного тока 825 В имеют в часовом режиме такие параметры (в числителе при возбуждении 92,5%, в знаменателе — при 32%) мощность 180/200 кВт, ток 240/266 А, частота вращения якоря 645/1140 об/мин. На пульсирующем токе мощность часового режима при 32% возбуждения 182 кВт. Максимальная частота вращения якоря 2080 об/мин, масса электродвигателя 2000 кг.

Тяговые электродвигатели попарно соединены последовательно, группы электродвигателей между собой соединены параллельно и через общий сглаживающий реактор подключены к выпрямительной установке.

Кроме ступеней возбуждения 92,5% (полное возбуждение) и 32% (нормальное возбуждение), имеется промежуточная ступень 53,5%.

Изменение напряжения на зажимах тяговых электродвигателей и степени их возбуждения осуществляется главным контроллером КСП-6Б с восемнадцатью контакторами и приводом системы профессора Л. Н. Решетова. Контроллер имеет 20 позиций. На 1-й (маневровой) позиции напряжение от одной секции тяговой обмотки трансформатора через пусковой резистор и выпрямитель подается на зажимы тяговых электродвигателей, работающих в режиме полного возбуждения, на 2-й позиции из цепи выводится пусковой резистор. На последующих 3-й — 16-й позициях происходит увеличение напряжения за счет последовательного подключения нагрузки к выводам тяговой обмотки. На 17-й позиции происходит уменьшение возбуждения до 53,5% (на 18-й позиции сохраняется режим работы 17-й позиции) и на 19-й позиции до 32%.

Управление главным контроллером осуществляется контроллером машиниста 1КУ-023, имеющим две

рукоятки реверсивную с положениями вперед, нуль и назад и главную с нулевым, маневровым и четырьмя (1—4) рабочими положениями.

Положение контрроллера машиниста	Положение главного контрроллера (конечное)	Напряжение холостого хода тяговой обмотки В	Возбуждение тяговых электродвигателей %
М	1	275	92,5
1	6	830	92,5
2	10	1380	92,5
3	16	2200	92,5
4	19	2200	32

Тяговые электродвигатели и основные электрические аппараты для электропоездов изготовлены Рижским электромашиностроительным заводом.

Под кузовом моторных вагонов расположен расщепитель фаз РФ-1В, преобразующий однофазный ток 220 В в трехфазный, который служит для питания других вспомогательных машин. На вал расщепителя посажено вентиляторное колесо для охлаждения выпрямительной установки, реактора и трансформатора. Частота вращения вала расщепителя фаз 1495 об/мин.

Под кузовами головных и прицепных промежуточных вагонов установлены мотор-компрессоры (электродвигатель АОСВ-72-6 и компрессор ЭК-1В или ЭК-1П производительностью соответственно 0,7 или 0,6 м³/мин) и щелочные аккумуляторные батареи 90КН-55. Батарея имеет номинальное напряжение 110 В и получает питание через кремниевый выпрямитель от обмотки трансформатора 220 В, для поддержания напряжения применен стабилизатор.

Моторные вагоны весят по 60 т, прицепные — по 37 т, головные — по 39 т, число мест для сидения в вагонах соответственно 107, 107 и 88.

Электропоезд имеет конструктивную скорость 130 км/ч. Расчетное ускорение груженого поезда до скорости 60 км/ч 0,6 м/с², замедле-

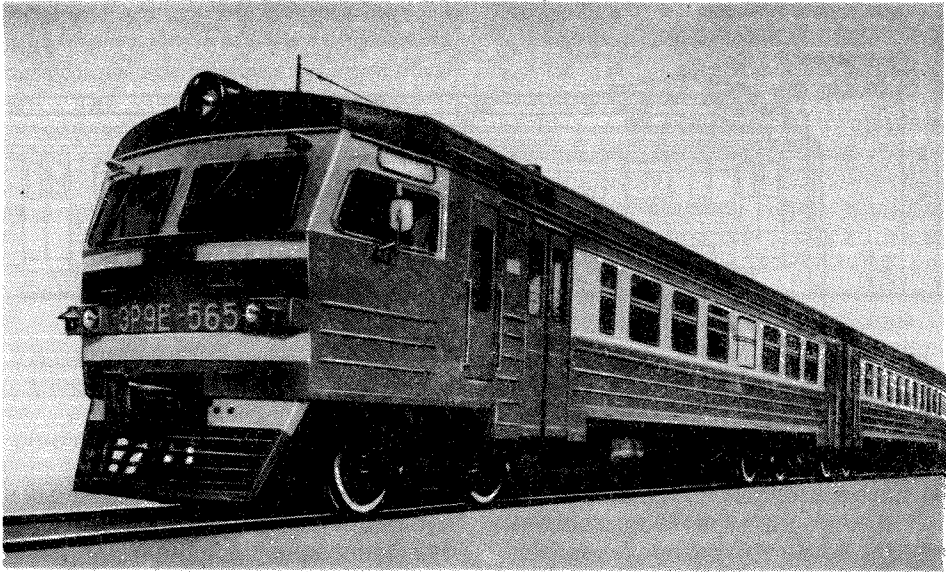


Рис 68 Электропоезд ЭР9Е

ние при использовании электропневматических тормозов $0,8 \text{ м/с}^2$

Электропоезда ЭР9М выпускались в период с августа 1976 по январь 1983 г и получили распространение на ряде железных дорог

В 1980 г на электропоездах с № 557 боковые стенки кузовов вагонов стали выполнять по типу вагонов электропоездов ЭР2 с № 1228 Тяговые электродвигатели РТ-51Д были заменены электродвигателями РТ-51М с изоляцией «Монолит-2» для полюсов

Еще в 1974 г Таллиннским электротехническим заводом им М И Калинина были изготовлены опытные выпрямительные установки УВП-5 с лавинными таблеточными вентилями 12-го класса и естественным воздушным охлаждением Эти вентили устойчиво работали при частых включениях и выключениях тока Одна из установок была смонтирована на моторном вагоне ЭР9П № 32404, который затем эксплуатировался на Горьковской железной дороге Положительные результаты испытаний установки на экспериментальном кольце

ВНИИЖТа и последующей ее опытной эксплуатации послужили основанием для выпуска с этими установками в 1978 г электропоезда ЭР9М-526 с пятью моторными вагонами, а затем в 1981 г опытного электропоезда ЭР9Е-565 (рис 68 и 69) Буква Е в данном случае означает естественное охлаждение Одновременно с выпрямительной установкой на естественное охлаждение были переведены трансформатор и сглаживающий реактор Для этого их поместили в общий бак, заполненный маслом

Масло в теплообменниках охлаждается естественным потоком воздуха при движении поезда

Общее количество вентиляей установки УВП-5 60 шт На электропоезде ЭР9М-526 на вагоне 06 проверялась работа малогабаритной установки с 32 вентилями, на электропоезде ЭР9Е-565 установка УВП-5А выполнена на лавинных циклоустойчивых диодах ВЛ7-320 также 12-го класса, она представляет собой однофазный выпрямительный мост с расщепленными концами двух плеч для обеспечения бестоковой коммута-

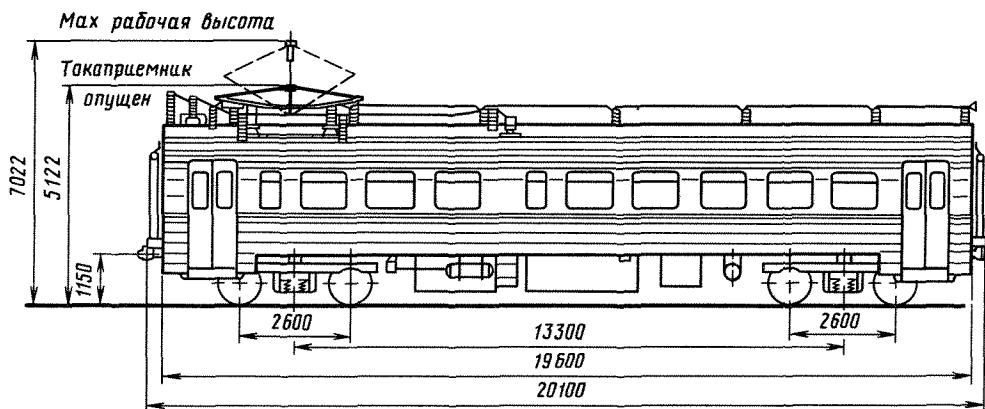


Рис 69 Боковой вид моторного вагона электропоезда ЭР9Е

ции на переходных ступенях; в каждом плече по три параллельных ветви, в ветви — три последовательно включенных вентиля.

Испытания электропоезда на экспериментальном кольце ВНИИЖТа и его эксплуатация на Юго-Западной дороге (депо Фастов) позволили положительно решить вопрос о дальнейшем изготовлении электропоездов ЭР9Е. В декабре 1981 г был построен второй поезд (ЭР9Е-572), затем с

конца 1982 г. начался их серийный выпуск (с № 590). Трансформаторы на этих поездах получили обозначения ОДЦЭР-1600/25 А.

В 1985 г. общественно-конструкторская группа локомотивщиков Горьковского отделения дороги разработала и осуществила проект переоборудования списанного моторного вагона ЭР9-1006 в продовольственный электровагон ЭВП-001 (рис. 70). На вагоне сохранили все

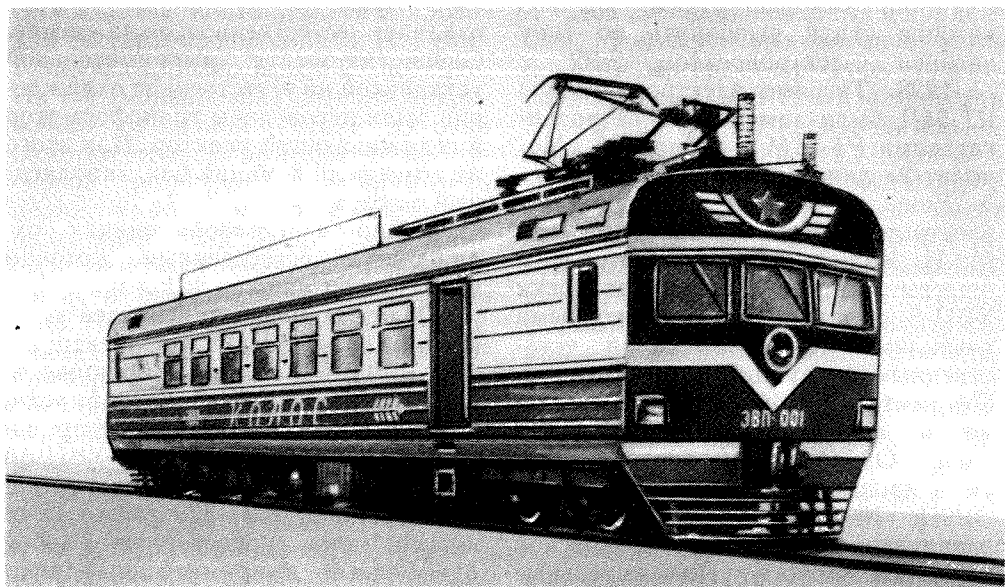


Рис 70 Продовольственный электровагон ЭВП-001

основное электрооборудование, по концам сделали кабины машиниста, а пассажирское помещение приспособили для перевозки и продажи продовольствия на станциях дороги. Масса порожнего вагона 61 т, конструкционная скорость 100 км/ч, диаметр колес 1050 мм.

5. Опытный электропоезд ЭР29

В конце 1985 г. РВЗ было построено шесть опытных вагонов для двенадцативагонного поезда переменного тока ЭР29 (рис. 71) с рекуперативным торможением (заводское обозначение 62-229). Основными особенностями поезда являются: увеличенная по сравнению с электропоездами ЭР9 длина кузова вагонов (21,5 м), более широкие дверные проемы, применение тиристорно-импульсного регулирования в режиме тяги и электрического торможения. Незначительное — примерно на 2 м — удлинение кузова явилось компромиссным решением вопроса о длине вагонов новых электропоездов. Чем длиннее вагон, тем меньше

стоимость и вес оборудования, приходящихся на одного пассажира; в то же время длина вагона лимитируется нагрузками от колесных пар на рельсы и производственными возможностями завода-изготовителя.

Кузова вагонов через цилиндрические пружины опираются на двухосные тележки типа ТУР-01; рамы тележек опираются на буксы также через цилиндрические пружины, параллельно которым включены фрикционные гасители колебаний; центральное подвешивание имеет гидравлические гасители колебаний. Статический прогиб двухступенчатого рессорного подвешивания 126 мм. Диаметр колес моторных вагонов 1050 мм, колесная база тележки 2600 мм, передаточное число редуктора $75:19=3,95$. Подвеска редукторов к раме тележки стержневая; шестерня редуктора вращается в двух одинаковых опорно-радиальных подшипниках, как это стало делаться в последующем (с 1987 г.) на электропоездах ЭР2Р с № 7072. Сепараторы всех подшипников редуктора составные, соединены заклепками.

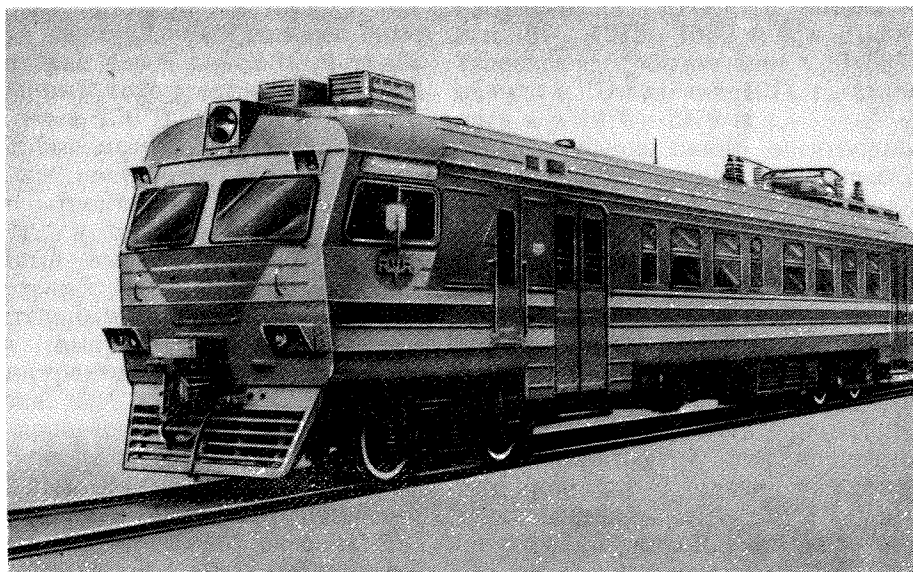


Рис 71 Головной вагон опытного электропоезда ЭР29

Под прицепными вагонами устанавливаются, как и на электропоездах ЭР2Р, доработанные с точки зрения применения удлиненных серёг центрального подвешивания и размещения тормозных цилиндров тележки типа КВЗ-ЦНИИ-М. Диаметр колес 950 мм, база тележки 2400 мм.

Тележки моторных и прицепных вагонов электропоезда ЭР29 отличаются от соответствующих тележек электропоездов ЭР2Р характеристиками комплектов пружин рессорного подвешивания. Все вагоны электропоезда ЭР29 оборудованы электропневматическими тормозами.

Каждая колесная пара моторного вагона приводится в движение своим тяговым электродвигателем 1ДТ-012, который при номинальном напряжении 825 В в часовом режиме имеет мощность 260 кВт (ток 350 А, частота вращения якоря при 28% возбуждения 1590 об/мин). Масса электродвигателя 1900 кг.

Управление электропоездом осуществляется из головных вагонов с помощью контроллеров машиниста 1КУ-030. Токоприемники, главные выключатели ВОВ-25А-10/630, трансформаторы ОНМЦЭР-1600/25-23У1

(масса 3600 кг) и преобразователи СПОМ-1600.83.У1 установлены на прицепных головных и промежуточных вагонах.

Компрессоры ЭК-7В и другие вспомогательные машины приводятся трехфазными асинхронными электродвигателями напряжением 220 В, получающими питание через расщепитель фаз 1РФ.001.У1. Цепи управления выполнены на напряжение 110 В, на это же напряжение рассчитаны аккумуляторные батареи 90НК-55.

Моторные вагоны имеют 116 мест для сидения, промежуточные прицепные — 107 и головные — 83. По техническим условиям масса вагонов без пассажиров должна составлять соответственно 61,5; 46,3 и 49 т. Механическая часть вагонов рассчитана на максимальную скорость 130 км/ч; максимальная скорость электропоезда в эксплуатации 120 км/ч.

Опытный электропоезд демонстрировался на международной выставке «Железнодорожный транспорт-86» на станции Щербинка, а затем поступил для опытного эксплуатационного пробега на пригородный участок Вильнюса.

МОТОРНЫЕ ЭЛЕКТРОВАГОНЫ МЕТРОПОЛИТЕНОВ**1. Последние разновидности моторных электровагонов E**

Общие сведения. В период 1976—1985 гг. вступили в строй Ташкентский (ноябрь 1977 г.), Ереванский (март 1981 г.), Минский (июнь 1984 г.), Горьковский (ноябрь 1985 г.) и Новосибирский (первый поезд прошел 11 декабря 1985 г., официальное открытие состоялось 7 января 1986 г.) метрополитены. Увеличилась протяженность линий и на ранее действующих метрополитенах Москвы, Ленинграда, Киева, Тбилиси, Баку и Харькова. Если за 1966—1975 гг. протяженность линий метрополитенов возросла на 127 км (147 км было на конец 1965 г. и 274 км на конец 1975 г.), то за последующее десятилетие длина линий с учетом Новосибирского метрополитена увеличилась на 171 км и достигла на конец 1985 г. 445 км. На всех вводимых в эксплуатацию участках применяются только моторные электровагоны, рассчитанные на питание через контактный рельс постоянным током номинальным напряжением 750 В.

Первые моторные электровагоны E были построены Мытищинским машиностроительным заводом в 1959 г., а с 1963 г. начался их серийный выпуск. С 1968 г. параллельно с Мытищинским машиностроительным заводом эти вагоны начал выпускать Ленинградский вагоностроительный завод им. И. Е. Егорова.

В процессе изготовления вагонов E в их конструкцию вводились отдельные изменения. Это привело к появлению ряда разновидностей вагонов E, а именно, вагонов Em,

Ема, Емх, Еж, Еж1, Ечс, Еж3, Ем501, Ема502, Емх503, Ем508, Ем509, Ем508Т. Электрооборудование вагонов E всех разновидностей, рассчитанное на применение реостатного электрического торможения, изготовлялось Московским электромашиностроительным заводом «Динамо» им. С. М. Кирова. Тележки для вагонов выпускал только Мытищинский машиностроительный завод.

Из перечисленных выше разновидностей в течение десятой пятилетки Мытищинский машиностроительный завод изготавливал одну разновидность Еж3 (заводское обозначение 81-710, начало изготовления 1973 г., строились и в 1976—1977 гг.), а Ленинградский вагоностроительный завод им. И. Е. Егорова — три разновидности: Ем501 (заводское обозначение 81-501, начало изготовления 1971 г., строились и в 1976—1977 гг.), Ема502 (заводское обозначение 81-502, начало изготовления 1971 г., строились и в 1976, 1978—1980 гг.) и Ем508Т (заводское обозначение 81-508Т, начало изготовления 1974 г., строились и в 1976—1979 гг.).

Все разновидности электровагонов E в конструкции механической части и пневматического оборудования имеют много общих деталей и узлов. Кузова вагонов всех разновидностей цельнометаллические сварной конструкции, имеют длину 18 810 мм (кроме вагонов E) и ширину 2712 мм. У кузовов нет продольных балок между шкворневыми балками; роль продольных балок выполняет гофрированный пол, как это сделано в вагонах электропоездов ЭР1, ЭР2 и всех последующих серий. Наружные стен-

ки кузовов выполнены с гофрами, причем выше подоконного пояса вагоны Е, Ем, Ема, Емх, Еж, Еж1, Ечс, Еж3 имеют по два гофра, а вагоны Ем501 (кроме № 3894), Ема502, Емх503, Ем508, Ем509, Ем508Т — по три гофра. Начиная с вагона Еж3 № 5781 Мытищинский завод ликвидировал гофры в месте стыкования лобовой и боковой стенок кузова. Во всех вагонах Ленинградского завода элементы рамы кузова (кроме хребтовых балок) изготовлены из прокатных профилей. С учетом опыта эксплуатации вагона Ем508Т № 6523 на Московском метрополитене Ленинградский завод с 1976 г. (начиная с вагона № 6763) стал изготавливать все вагоны с модернизированными кузовами. У этих кузовов изменено крепление наружной обшивки и гнезд автосцепок к раме, применено параллельное расположение вместо веерообразного концевых хребтовых балок; хребтовые балки изготовлены из штампованного профиля, по размерам и конфигурации аналогичного прокатному, применяемому в поперечных балках и боковом поясе рамы; в боковом поясе отсутствуют овальные отверстия. В отличие от опытного вагона на серийных с модернизированными кузовами вместо литого гнезда автосцепки применено сварное, уменьшена толщина вертикальных листов шкворневой балки с 8 до 6 мм. Данные мероприятия позволили снизить массу кузова на 500 кг.

Боковые стены кузова с каждой стороны имеют по четыре проема для установки раздвижных дверей. Все разновидности вагонов Е, кроме базового длиной 18 770 мм, могут эксплуатироваться на линиях Ленинградского метрополитена, имеющих ряд станций закрытого типа. На раме кузова установлены комбинированные автосцепки. Длина вагона по осям автосцепок 19 166 мм (вагоны Е) или 19 210 мм (их разновидности).

Шкворневые балки кузова опира-

ются через подпятники на центральные брусья тележек, которые с помощью цилиндрических пружин подвешены к рамам тележек. Рамы тележек Н-образной формы имеют коробчатое сечение. Между центральным брусом и рамой тележки поставлены гидравлические амортизаторы (по одному с каждой стороны тележки). Рама тележки опирается на приливы (крылья) букс также через цилиндрические пружины. Общий статический прогиб рессорного подвешивания под тарой вагона в зависимости от разновидности вагона Е составляет 76,7—80,2 мм. Колесная база тележки 2100 мм, общая колесная база 14 700 мм.

Буксы с цилиндрическими роликовыми подшипниками связаны с рамой тележки упругими поводками, изготовленными из рессорной стали. Диаметр колес при новых бандажах 780 мм, диаметр шеек 110 мм. Между ступицей колеса и ободом центрального диска имеются резиновые вкладыши, уменьшающие шум при движении вагонов и смягчающие удары. На каждой тележке установлены четыре тормозных цилиндра диаметром 6" (у вагонов Е, Ем, Ема, Емх) или 5" (у вагонов Еж, Еж1, Еж3, Ечс, Ем501, Ема502, Емх503, Ем508, Ем509, Ем508Т) — по одному на каждое колесо. Нажатие бакелитовых колодок на колеса двустороннее. При этом на вагонах с тормозными цилиндрами диаметром 6" с каждой стороны колеса применены двойные колодки, расположенные на общем башмаке; с диаметром 5" — одинарные.

Тяговые электродвигатели консольно подвешены на поперечных рамах тележки. Вращающий момент от вала электродвигателя к колесной паре передается через карданную муфту и редуктор с передаточным отношением 80:15=5,33.

В связи с тем что в конце 1977 г. Мытищинский завод прекратил выпуск всех разновидностей вагонов Е и перешел к изготовлению

вагонов 81-717, 81-714 (см. ниже), то в период 1977—1980 гг. Ленинградский завод выпускал вагоны Ем501, Ема502 и Ем508Т с тележками, в которых отдельные узлы и детали заимствованы у вагонов 81-717, 81-714: вагоны № 6883, 6888, 6890, 6891, 6893, 6894, 6896 и все последующие имеют усиленное центральное и надбуксовое рессорное подвешивание со статическим прогибом 70 мм; вагоны № 6894, 6909—6912, 6914 и все последующие — облегченную рычажно-тормозную передачу с расположением регулировочных винтов с наружной стороны тележки, как на вагонах Е, Ем, Ема, Емх.

На вагонах Е и их разновидностях установлены мотор-компрессоры ЭК-4Б, приводимые электродвигателями ДК-408В мощностью 3,7 кВт (750 В, 6,7 А, 1500 об/мин). Изоляция обмоток полюсов и якоря электродвигателя выполнена из кремнийорганической смолы.

Тормозной воздухораспределитель № 337-004 объединяет в себе органы служебного и экстренного торможения, а также аппараты замещения электрического торможения пневматическим (вентили регенерации). Все виды торможения происходят под контролем авторежима, что обеспечивает в известной степени независимость замедления от нагрузки вагона, которая с учетом относительно небольшой массы тары вагона (31,5—32,2 т) значительно меняет в эксплуатации отношение полного веса к весу самого вагона.

Все разновидности вагонов Е в отличие от базового вагона имеют аккумуляторные батареи 56НКН-80 емкостью 80 А·ч (на базовых 56НКН-55 емкостью 55 А·ч) с регулируемым электрическим подзарядом от контактного рельса (на базовых — «глухой» — нерегулируемый).

Вагоны Е и их разновидности оборудованы кабиной машиниста, а их головные вагоны выпуска 1973—1980 гг. — расположенными

между кабиной и пассажирским салоном отсеками для систем автоматического управления поездом и радиоаппаратуры. У вагонов Е и их разновидностей мест для сидения 40, вместимость головного вагона из расчета 8 чел. на 1 м² 260 чел., промежуточного — 265 чел. Максимальная скорость 90 км/ч; ускорение при трогании 1,2 м/с²; замедление при реостатном торможении от скорости 70 до 10 км/ч около 1,1 м/с².

Разновидности вагонов Е отличаются между собой степенью оснащения устройствами автоматического управления поездом, радиоаппаратурой; подразделением вагонов на головные, хвостовые и промежуточные, способами регулирования степени ослабления возбуждения тяговых электродвигателей в тормозном режиме; особенностями конструкции кузова, связанными с различной технологией его изготовления на разных заводах.

Моторные электровагоны Ем501 и Ема502. Промежуточные электровагоны Ем501 и головные Ема502 (рис. 72) строились взамен электровагонов Ем и Ема и имеют по сравнению с ними некоторые изменения в конструкции кузова, сделанные в целях облегчения его изготовления в условиях Ленинградского вагоностроительного завода.

Электрическая схема вагонов Ем501 и Ема502 в дополнение к ручному управлению рассчитана на работу от комплексной системы автоматического управления поездом (КСАУП), разработанной институтом Гипротранссигнальсвязь МПС и включающей в себя две подсистемы: автоведение и автоматическое регулирование скорости (АРС). Автоведение позволяет осуществлять все режимы движения поезда по командам с центрального пункта с помощью активных датчиков, установленных вдоль пути, а АРС — поддержание требуемой скорости, задаваемой при помощи сигналов различной частоты в рельсовой цепи

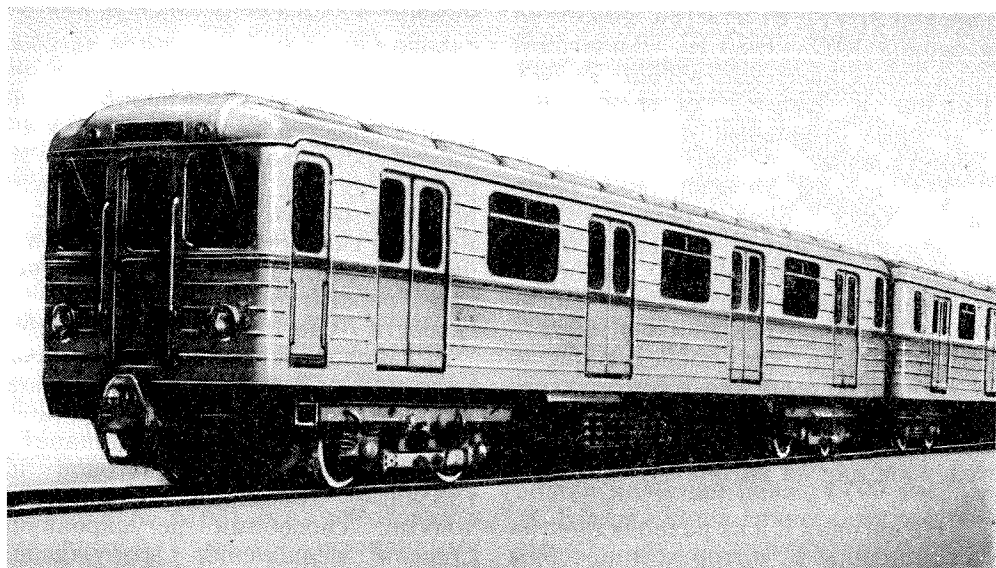


Рис 72 Электровагон Ема502

в зависимости от местонахождения впереди идущего поезда. Обе подсистемы имеют общую исполнительную аппаратуру, выполненную с использованием тиристорных реле. Поездная аппаратура КСАУП может быть приведена в действие только на составах, по концам которых расположены головные вагоны Ема502, а в середине промежуточные Ем501.

Головные вагоны Ема502 в отличие от промежуточных Ем501 имеют дополнительное оборудование в кабине машиниста устройства и сигнализацию для включения и отключения системы КСАУП, под кузовом электропневматический клапан автостопа (ЭПК), на тележках датчика скоростемера ДС-1 (по типу датчика электропоезда ЭР200) и датчики приема команд автоведения и АРС от путевых устройств, а также срывной клапан автостопа и рельсосмазыватели. На вагонах Ем501 и Ема502 установлены четыре (по два на каждую тележку) тяговых электродвигателей ДК-108Г с волновой обмоткой якоря, имеющей кремнийорганическую изоляцию. Магнитная система электродвигателя выполнена с малым насы-

щением, в связи с этим для ускорения процесса нарастания магнитного потока при реостатном торможении электродвигатели имеют на главных полюсах, помимо катушек с последовательной обмоткой, катушки с независимой обмоткой возбуждения, питаемой через резистор от контактного рельса, эти катушки создают около 10% магнитного потока.

При напряжении на выводах 375 В электродвигатели имеют следующие параметры

Режим	Мощность кВт	Ток А	Частота вращения якоря об/мин	Возбуждение %
Часовой	66	202	1510	50
Продолжительный	58	178	1560	65

Максимальная частота вращения якоря 3260 об/мин. Масса электродвигателя 630 кг. Из-за ограничения по напряжению на коллекторе тяговых электродвигателей ДК-108Г при реостатном торможении на высоких скоростях движения применен вывод тормозных резисторов с выдержкой времени, вследствие чего тормозной путь вагонов Ем501 и Ема502 удлиняется, и эксплуатация их

на линиях без светофоров даже с АРС невозможна

На каждом электровагоне Ем501 и Ема502 установлены два групповых переключателя с электромоторным приводом. Один из них — реостатный контроллер ЭКГ-17В — служит для изменения сопротивлений пуско-тормозных резисторов КФ-47А и степени возбуждения тяговых электродвигателей. Второй переключатель — ЭКГ-18В — предназначен для перевода тяговых электродвигателей с последовательного на последовательно-параллельное соединение по схеме моста, а также для переключения электрической схемы с тягового режима на тормозной.

Включение 1-й позиции на тяговом режиме осуществляется тремя линейными контакторами ПК-162А1, расположенными в ящике ЛК-756А, на этой позиции тяговые электродвигатели имеют возбуждение 35%. На 2-й — 15-й позиции реостатного контроллера происходит выведение из цепи пусковых резисторов, 17-я и 18-я позиции являются безреостатными, на 2-й — 18-й позициях тяговые электродвигатели имеют возбуждение 100%. Если реостатный контроллер задерживается на 18-й позиции, то происходит уменьшение возбуждения до 55% с помощью индивидуальных контакторов. При обратном вращении вала реостатного контроллера из цепей тяговых электродвигателей выводятся пусковые резисторы, а затем уменьшается степень возбуждения тяговых электродвигателей со 100% последовательно до 78, 55, 44 и 35%.

Во избежание сильных толчков при выключении тяговых электродвигателей переход на выбег осуществляется с предварительным уменьшением тягового или тормозного усилия с помощью резисторов и двух дополнительных линейных контакторов, расположенных в том же ящике ЛК-756А. Реверсирование выполняется путем переключения обмоток якоря. Количество позиций пуска

и торможения 36 (по 18 позиций при вращении реостатного контроллера в прямом и обратном направлениях), количество промежуточных ступеней ослабления возбуждения 3.

Реостатное торможение производится от скорости 90 до 10—12 км/ч. Первые пять позиций торможения осуществляются только за счет изменения возбуждения тяговых электродвигателей с 31% последовательно по ступеням до 35, 44, 55, 73 и 100%. На остальных позициях происходит постепенное уменьшение сопротивлений, резисторов, включенных в цепь тяговых электродвигателей.

Силовые катушки реле ускорения и торможения включены в каждую группу тяговых электродвигателей. Максимальная уставка катушки реле ускорения и торможения в каждой группе тяговых двигателей при пуске 260 А, при торможении в порожнем режиме 260 А, в груженом 320 А.

Контроллер машиниста КВ-55А имеет реверсивную и главную рукоятки, привод кулачкового вала разъединителя цепей управления (РЦУ) и кулачки контактов в цепях автоведения. Главная рукоятка на тяговом режиме имеет три позиции: 1-я позиция (маневровая) — реостатный контроллер ЭКГ-17В остается на 1-й позиции, тяговые электродвигатели соединены последовательно, возбуждение 35%, 2-я позиция — контроллер ЭКГ-17В на 18-й позиции, тяговые электродвигатели соединены последовательно, 3-я позиция — контроллер ЭКГ-17В на 1-й позиции, тяговые электродвигатели соединены последовательно параллельно, возбуждение 35%. На тормозном режиме главная рукоятка имеет три положения: 1 и 1А — ручное торможение, 2 — автоматическое торможение.

Для функционирования КСАУП на вагонах Ем501, Ема502 они имеют 16 дополнительных поездных проводов и междувагонные соединения к ним, а также активную дверную

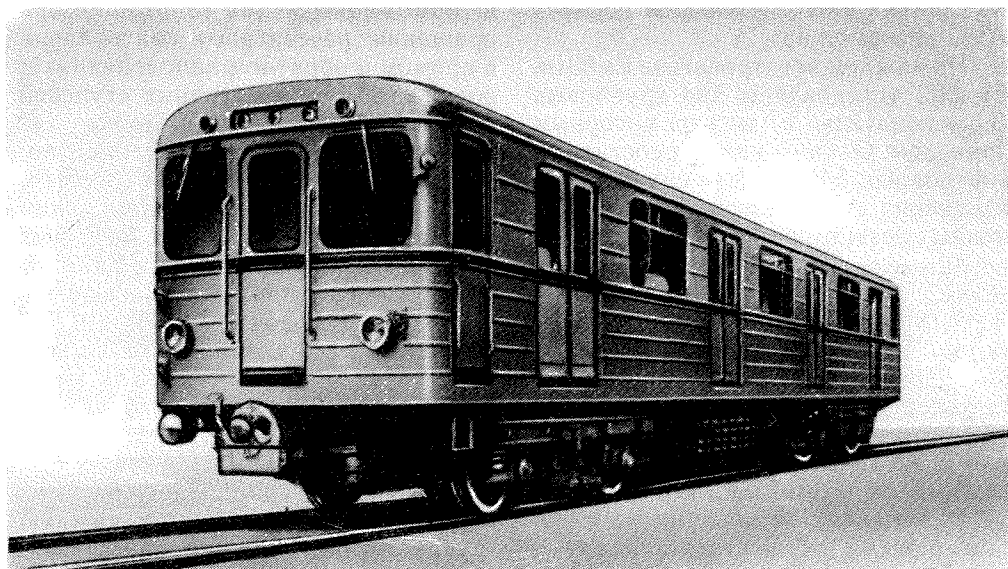


Рис 73 Электровагон Еж3

сигнализацию, указывающую на закрытое состояние раздвижных дверей пассажирского салона. Для возможности обслуживания поездов, сформированных из этих вагонов, в одно лицо кабины машиниста оборудованы педалью безопасности НВ-701.

В процессе выпуска электровагонов Ем501 и Ема502 в конструкцию их электрического оборудования вносились некоторые изменения

В частности, на вагонах, начиная с № 7169, применена электрическая схема с одинаковым включением якорей и их обмоток возбуждения в обеих группах тяговых электродвигателей, что улучшило условия их работы при возникновении аварийных режимов. Такое изменение ранее было сделано на электровозах ВЛ82 с № 003.

Моторные электровагоны Еж3 и Ем508Т. С целью сокращения

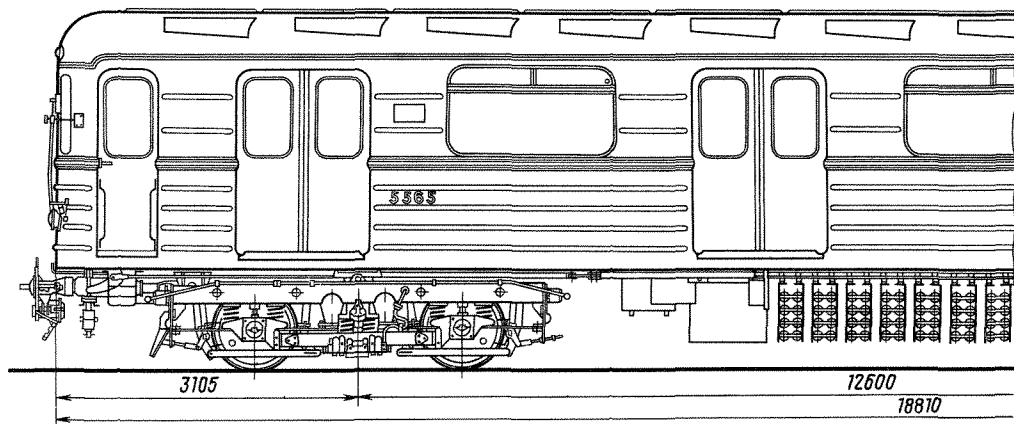


Рис 74 Боковой вид

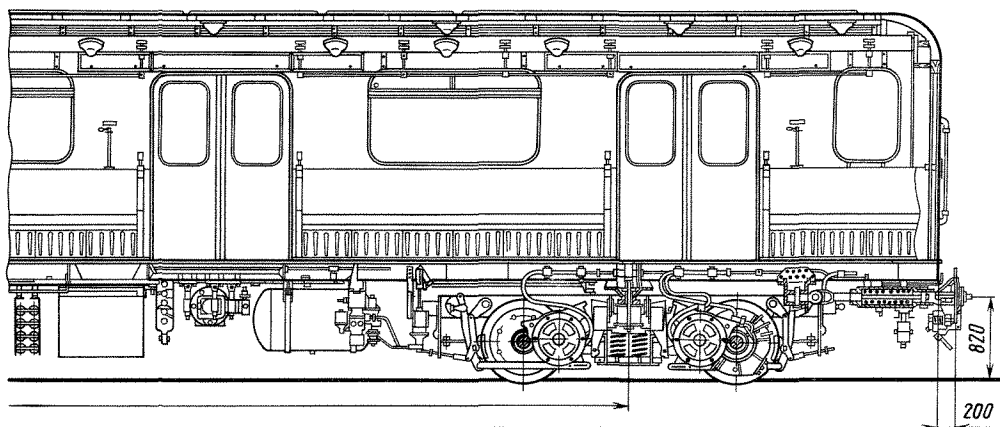
тормозного пути поездов при реостатном торможении для возможности применения на линиях метрополитенов автоматического регулирования скорости без светофоров возникла необходимость создания электровагонов, на которых вместо ослабления возбуждения тяговых электродвигателей с помощью ступенчатого шунтирования их обмоток возбуждения резисторами с выдержкой времени на каждой позиции реостатного контроллера использовалось бы тиристорное (широотно-импульсное) регулирование. Такое регулирование было применено первоначально на электровагонах Ечс, а затем на электровагонах ЕжЗ с начала их выпуска. В отличие от вагонов Ем501 и Ема502 в них использованы элементы упрощенной электрической схемы управления поездом, ранее примененной на вагонах Е, Еж и Ем509 (головные) и Еж1, Ем508 (промежуточные). Электрические цепи вагонов ЕжЗ не увязаны со схемой автоведения, разработанной институтом Гипротрансигнальсвязь, и предусматривают пассивную дверную сигнализацию, указывающую на открытое состояние раздвижных дверей пассажирского салона, но допускающую трогание поезда при этом.

По сравнению с другими разновидностями вагонов Е на вагонах

ЕжЗ (рис 73 и 74) дополнительно расположены в кабине машиниста блок управления БУ-13 тиристорного регулятора РТ-300/300А изменения степени ослабления возбуждения тяговых электродвигателей, под вагоном — его силовой блок БС-29, имеющий восемь тириستоров ТЛ-2-200-7 и шесть кремниевых вентилях (диодов) ВЛ-1-200-7, а также ящики с индивидуальными магнитными контакторами для включения и отключения данного регулятора, реле и аккумуляторная батарея 11НКН-55 (12 В), необходимые для работы автоматического регулирования скорости.

В основном работа силовой электрической схемы вагонов ЕжЗ в тяговом режиме аналогична работе остальных разновидностей вагонов Е, а на тормозном имеет некоторые отличия в связи с применением широкоотно-импульсного регулирования ослабления возбуждения тяговых электродвигателей. На вагонах ЕжЗ применены реостатный контроллер ЭКГ-17И, переключатель положений ЭКГ-18И, ящик с линейными контакторами ЛК-756Б, пуско-тормозные резисторы КФ-47А-6, резисторы ослабления возбуждения на тяговом режиме КФ-50А-4 и другие аппараты.

Возбуждение тяговых электродвигателей на тяговом режиме при их



электровагона ЕжЗ

последовательном соединении составляет 35% на 1-й позиции реостатного контроллера и 78% на 18-й позиции, а после вывода пуско-тормозных резисторов при последовательно-параллельном соединении электродвигателей изменяется от 100 до 35% по ступеням: 78, 55 и 44%.

Контроллер машиниста КВ-66А вагонов ЕжЗ в отличие от контроллеров КВ-55А вагонов Ем501 и Ем502 не имеет специальных кулачковых элементов для автоведения и выполнен в габаритных размерах контроллера КВ-40А, устанавливавшегося на ранее выпускавшихся вагонах Е, Еж, Еж1, Ем508 и Ем509. В кабинах машиниста вагонов ЕжЗ находятся пульты управления ПУ-2, имеющие две рукоятки, перемещаемые машинистом в вертикальной плоскости. Одна из рукояток с помощью промежуточных валов и конических шестерен воздействует на главный вал контроллера машиниста, другая — на кран машиниста № 334.

Во время реостатного электрического торможения для ускорения нарастания магнитного потока тяговых электродвигателей их возбуждение устанавливается равным 90%; затем для ограничения напряжения между коллекторными пластинами при высоких скоростях движения оно уменьшается до 30% и потом снова повышается до 90% при плавном возрастании тока в якорях тяговых электродвигателей по мере снижения скорости. Данный процесс происходит на 1-й позиции реостатного контроллера, при этом рукоятка главного вала контроллера машиниста находится в положении: «Тормоз-1» при токе в якорях тяговых электродвигателей от 0 до 130—150 А; «Тормоз-1А» или «Тормоз-2» при токе от 220—230 А до 280—290 А и скорости, уменьшающейся с 80 до 50—55 км/ч. После окончания импульсного регулирования возбуждения тяговых электродвигателей дальнейший процесс торможения про-

изводится путем вывода пуско-тормозных резисторов и практически не отличается от процесса торможения на остальных разновидностях вагонов Е.

В связи с тем что процесс реостатного торможения на вагонах ЕжЗ начинается практически при полном возбуждении тяговых электродвигателей (90%), то на этих двигателях, получивших наименование ДК-116А, за счет ликвидации катушек с независимой подмагничивающей обмоткой, питаемой от контактного рельса, была несколько повышена мощность по сравнению с тяговыми электродвигателями ДК-108Г вагонов Е и их разновидностей. На главных полюсах тяговых электродвигателей ДК-116А применена изоляция «Монолит» класса F. При напряжении на выводах 375 В эти тяговые электродвигатели имеют следующие параметры:

Режим	Мощность, кВт	Ток, А	Частота вращения якоря, об/мин	Возбуждение, %
Часовой	72	218	1420	50
Продолжительный	60,5	190	1340	65

Масса тягового электродвигателя 625 кг.

Максимальная уставка тока реле ускорения и торможения в каждой группе тяговых электродвигателей при выводе пуско-тормозных резисторов в тяговом и тормозном режимах равна: при порожнем режиме 270 А; при груженом 320 А.

Часть вагонов ЕжЗ оборудована комплексной системой автоматического управления движением поездов (КСАУДП), состоящей из самостоятельных комплексов автоведения САММ (система автоматизированная МИИТ — Метро) и автоматического регулирования скорости АЛС — АРС разработки ВНИИЖТа.

В отличие от всех систем автоведения, разработанных институтом Гипротрансигнальсвязь, система САММ на тормозном режиме воспри-

нимает команды от пассивных путевых программ. Система АЛС — АРС, применяемая на вагонах ЕжЗ, имеет более надежные в работе измеритель скорости и другую аппаратуру, а также не предусматривает больших выдержек времени при торможении на высоких скоростях движения. Начиная с 1979 г. данная система АРС стала внедряться на вагонах Е и их разновидностях со ступенчатым регулированием ослабления возбуждения тяговых электродвигателей на тормозном режиме по мере модернизации этих вагонов. Делалось это с целью уравнивания их тормозного пути при работе АРС с тормозным путем вагонов ЕжЗ за счет применения на высоких скоростях частичного наложения на действие реостатного тормоза пневматического.

На электровагонах Ем508Т, выпущенных Ленинградским заводом в качестве промежуточных к электровагонам ЕжЗ, подвагонное оборудование аналогично оборудованию вагонов ЕжЗ; схоже и расположение тиристорных регуляторов. На вагонах Ем508Т применены: контроллер машиниста КВ-40А-4, который в дальнейшем был заменен несколько отличающимся контроллером КВ-66А, и пассивная дверная сигнализация.

Остальное оборудование их однотипно с оборудованием электровагонов Ем501.

Разновидности вагонов Е (немодернизированные) могут сцепляться между собой в следующих состояниях: Е с Еж, Еж1, Ем508, Ем509; ЕжЗ с Ем508Т; Ема с Емх, Ем, Ема502, Ем501 и Емх503.

В процессе серийного выпуска вагонов ЕжЗ и Ем508Т в порядке эксперимента вагон ЕжЗ № 9026 в 1977 г. был изготовлен с одной секцией крыши из нержавеющей стали; на вагонах Ем508Т № 7047—7056, выпущенных в 1978 г., установлены металлические ящики для аккумуляторных батарей.

Моторные электровагоны ЕжЗ поступили на Московский (Таганско-Краснопресненская линия), Харьковский, Тбилисский, Ташкентский и Бакинский метрополитены, где начали, в основном, эксплуатироваться с электровагонами Ем508Т.

2. Моторные электровагоны 81-717 и 81-714

Моторные вагоны Е и даже их последние разновидности не позволяли поднять провозную способность линий с большим пассажиропотоком, так как скорость движения ограничивалась мощностью тяговых электродвигателей и относительно медленными переключениями при контакторной системе регулирования напряжения и тока. Повышению вместимости вагонов мешало наличие кабин машиниста во всех вагонах. Создание для линий с большими объемами перевозок моторных электровагонов с более высокими техническими параметрами было решено осуществить двумя путями: изготовить электровагоны с максимальным использованием элементов конструкции электровагонов ЕжЗ, но с более мощными тяговыми электродвигателями, без кабин в промежуточных вагонах и усиленной механической частью; построить новые более легкие электровагоны повышенной вместимости, рассчитанные на заметное увеличение скорости движения. В результате работ по этим направлениям были созданы электровагоны, получившие заводское обозначение 81-717 и 81-714 и опытные электровагоны И (см. ниже). Вагоны 81-717 (рис. 75) и 81-714 не получили буквенного обозначения серии, за ними сохранились только заводские обозначения, называемые зачастую не серией или типом, как это было ранее принято на метрополитенах, а моделью.

В первой половине 1976 г. Мытищинский машиностроительный завод

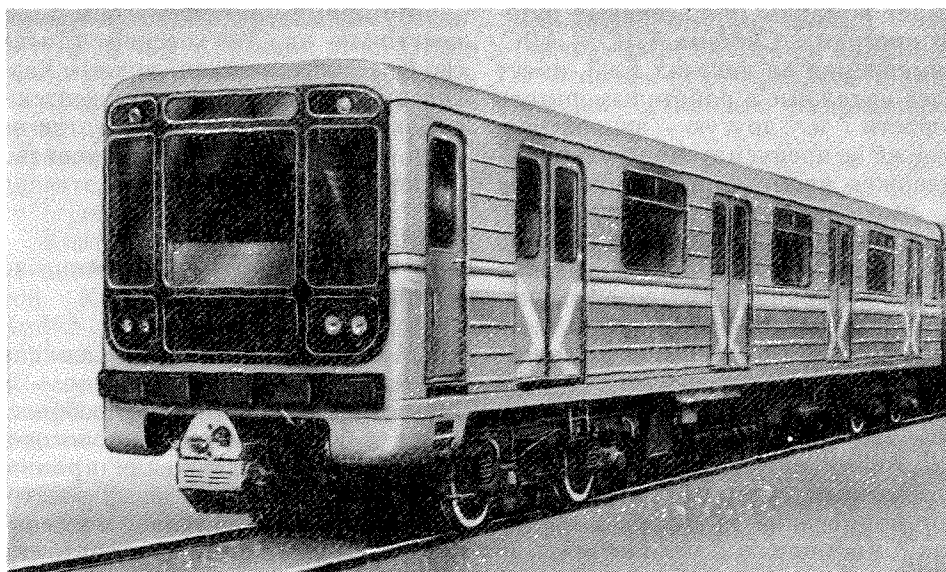


Рис 75 Электровагон 81 717

выпустил шесть опытных вагонов три головных (заводское обозначение 81-717) № 5846, 5854, 5855 и три бескабинных промежуточных (заводское обозначение 81-714, дальнейшая разработка проекта вагонов Еж2) № 5837, 5867, 5868 В конце 1977 г на этом же заводе была изготовлена установочная партия вагонов 81-717 (№ 9050, 9051) и 81-714 (№ 9350—9355), а с середины 1978 г организован их серийный выпуск

По чертежам Мытищинского завода с соответствующей переработкой их применительно к своей технологии производства и с целью использования элементов модернизированного кузова вагонов Ем508Т, Ема502, Ем501 выпуска 1976 г (см выше), начиная с 1980 г (с января вагоны 81-714 с № 7202, с августа вагоны 81-717 с № 8400), серийное производство новых вагонов освоил Ленинградский вагоностроительный завод им И Е Егорова В связи с постоянно возрастающими потребностями в вагонах метрополитена и, следовательно, увеличением их выпуска тележки для вагонов 81-714 и

81-717 соответственно с середины 1980 и 1985 гг начал выпускать Калининский вагоностроительный завод

Габаритные размеры кузова, опоры на тележку, внутренняя отделка, аккумуляторные батареи, пневматическое оборудование и мотор-компрессоры вагонов 81-717, 81-714 практически такие же, как на последних разновидностях вагонов Е Так как вагоны 81-717 рассчитаны на постановку только по концам поезда, то в кабинах машиниста отсутствует торцовая дверь для перехода в соседний вагон, для лучшего обзора вместо нее установлено большое ветровое стекло, с обеих сторон которого имеются два окна меньших размеров Рабочее место машиниста, пульт и органы управления поездом перенесены с правой стороны в середину кабины машиниста и размещены перед большим ветровым стеклом Лобовые части промежуточных вагонов 81-714, как и на вагонах Е, имеют двери для прохода между вагонами, в передней части этих вагонов в подоконном поясе и над лобовыми окнами

размещены отсеки с аппаратурой и приборами для маневровых передвижений. Переносной пульт управления с вмонтированным в него контроллером машиниста КВ-65А электрически подсоединяется к цепям управления вагоном через специальный штепсельный разъем, установленный также в одном из этих отсеков.

Устанавливаемая на вагонах 81-717, 81-714 автосцепка в отличие от вагонов Е и их разновидностей соединена с кузовом с помощью шаровой связи вместо валиков, количество контактов для соединения проводов между вагонами увеличено с 32 до 72, что позволило ликвидировать дополнительный разъем автоведения, применяемый на всех вагонах Ем.

На вагонах 81-717 с № 9050 и 81-714 с № 9350, как и на вагонах Е, автосцепка имеет поглощающий аппарат с пружинами вместо резинометаллических элементов, ранее примененных на опытных вагонах.

На вагонах 81-717, 81-714 отсутствует ручной тормоз, вместо него используется пневматический стояночный тормоз, имеющий два дополнительных цилиндра на тележку, сблочнованных с основными тормозными цилиндрами. При наполнении из напорной магистрали дополнительного цилиндра сжатым воздухом тормоз отпускает, при отсутствии воздуха — затормаживает (при отсутствии сжатого воздуха стояночный тормоз может быть опущен вручную на каждом дополнительном цилиндре в отдельности). На случай непредвиденного выпуска воздуха из цилиндров стояночного тормоза предусмотрены его пневматические защелки.

На электровагонах 81-717 и 81-714 установлены более мощные, чем на электровагонах ЕжЗ, четыре тяговых электродвигателя ДК-117Д с петлевой обмоткой якоря, рассчитанной на большие токи. При номинальном напряжении 375 В эти

электродвигатели имеют следующие параметры:

Режим	Мощность кВт	Ток А	Частота вращения якоря, об/мин	Возбуждение %
Часовой	110	330	1465	50
Продолжительный	93	280	1350	65

Масса электродвигателя 765 кг, максимальная частота вращения 3250 об/мин.

В отличие от тяговых электродвигателей ДК-116 А вагонов ЕжЗ и Ем508Т у электродвигателей ДК-117Д применена петлевая обмотка якоря с уравнительными соединениями вместо волновой, увеличены число пазов (с 36 до 42 при сохранении числа сторон секций в пазу, равного 10), сечение меди и количество коллекторных пластин (со 175 до 210), что позволило реализовать на максимальной скорости тормозную мощность 280 кВт, вместо цилиндрического применен восьмигранный остов.

Тележки вагонов 81-717, 81-714 по сравнению с тележками вагонов Е и их разновидностями претерпели изменения, связанные в основном с установкой более мощных тяговых электродвигателей применена безомментная система подвески их к раме тележки, при которой остов тягового электродвигателя с помощью кронштейнов подвешивается к одной из поперечных балок рамы и через реактивную тягу с резинометаллическими элементами соединяется с поперечной балкой подвески другого электродвигателя данной тележки, диаметры осей колесных пар увеличены со 155 до 165 мм в подступичной и со 145 до 150 мм в средней частях. На вагонах 81-717 и 81-714 вследствие увеличения массы их тары соответственно до 34 и 33 т в основном за счет комплекта электрооборудования, а также повышенной максимальной загрузки промежуточного вагона на 1,4 т применено более жесткое надбуксовое и центральное рессорные подвешивания. Статиче-

ский прогиб головного вагона без пассажиров 79 мм, промежуточно-го — 75 мм. Карданная муфта, редуктор и элементы его подвески к раме тележки такие же, как и у электровагонов Е всех разновидностей.

Начиная с 1977 г. на вагонах 81-717 и 81-714 устанавливают рычажно-тормозную передачу с регулировочными винтами, расположенными с наружной стороны тележки. Ранее такая конструкция применялась на вагонах Е, Ем, Ема, Емх.

Силовая электрическая схема вагонов 81-717, 81-714 работает в тяговом режиме аналогично схеме вагонов Е и их разновидностей, но имеет некоторые отличия. В ней предусмотрен переходный переключатель ПКГ-761А, состоящий из двух самостоятельных двухпозиционных переключателей с электропневматическим приводом. Один служит для переключения тяговых электродвигателей с последовательного на последовательно-параллельное соединение, другой — для перевода схемы с тягового на тормозной режим. Для изменения сопротивления пуско-тормозных резисторов КФ-47А-9 и степени ослабления возбуждения тяговых электродвигателей в тяговом режиме с помощью резисторов КФ-50А-5 применен реостатный контроллер ЭКГ-36А. В остальном пускорегулирующая электрическая аппаратура вагонов 81-717, 81-714 однотипна с аппаратурой вагонов Еж3 и Ем508Т. Отказ от переключателя ЭКГ-18 с одним четырехпозиционным электромоторным приводом и введение в схему управления устройства, позволяющего реостатному контроллеру возвращаться на 1-ю позицию по кратчайшему пути, позволили сократить время перевода схемы на работу в тормозном режиме, что особо важно при работе системы АРС.

Опытные головные вагоны 81-717, как и Еж3 (см. выше), оборудованы системой КСАУДП, а на вагонах

с № 9050 возможна установка устройств системы автоматического управления поездами КСАУП-М, состоящей из КСАУП (см. выше моторные электровагоны Ема502) и совместно с ней функционирующей системы АЛС — АРС, применяемой в КСАУДП.

Ослабление возбуждения тяговых электродвигателей на тяговом режиме при последовательном их соединении на вагонах 81-717, 81-714 достигает 28% на 1-й позиции реостатного контроллера; после вывода пуско-тормозных резисторов на последовательно-параллельном соединении возбуждение может изменяться со 100 до 28% по ступеням: 70, 50 и 37%.

Контроллер машиниста КВ-67А вагонов 81-717 для возможности вращения рукоятки его главного вала в вертикальной плоскости без применения сложного, как на вагонах Еж3, промежуточного привода расположен в горизонтальной плоскости; рукоятка контроллера в виде рычага выведена под пульт управления. Контроллер машиниста КВ-67А не имеет вала разъединителя цепей управления (РЦУ), а в этих цепях отсутствуют плавкие предохранители. На вагонах 81-717 и 81-714 их роль выполняют автоматические выключатели АК-63-1М. На вагонах 81-717, выпускавшихся начиная с 1977 г. при постановке рукоятки главного вала контроллера машиниста в положение «Ход-2», происходит полный вывод пусковых резисторов сначала на последовательном, а затем на последовательно-параллельном соединении тяговых электродвигателей при их возбуждении 100%. Положение «Ход-3» служит для ступенчатого ослабления возбуждения тяговых электродвигателей при их последовательно-параллельном соединении со 100 до 28%.

Процесс реостатного электрического торможения на вагонах 81-717, 81-714 по сравнению с вагонами Еж3, Ем508Т имеет следующие отличия:

минимальное возбуждение тяговых электродвигателей 28%; при тиристорно-импульсном регулировании возбуждения в положении «Тормоз-1» рукоятки главного вала контроллера машиниста уставка тока якорей тяговых электродвигателей 160—180 А, в положениях «Тормоз-1А» и «Тормоз-2» в порожнем режиме под контролем авторежимного устройства до 250—260 А, в груженом — 350—370 А. На вагонах применены тиристорные регуляторы РТ-300/300А-1 с блоками управления БУ-13А1.

Максимальная уставка тока реле ускорения и торможения в каждой группе тяговых электродвигателей при выводе пуско-тормозных резисторов в тяговом режиме при порожнем вагоне 300 А, при груженом — 400 А; соответственно в тормозном режиме 280 и 380 А.

Рукоятка крана машиниста № 334, как и на всех вагонах Е, кроме Еж3, выполнена без привода и вращается в горизонтальной плоскости.

На вагонах 81-717 с № 9050 и 81-714 с № 9350 Мытищинского завода и всех вагонах Ленинградского завода (до соответственно № 8617 и 7753) установлен блок питания собственных нужд БПСН-5У2, состоящий из двух статических преобразователей тока. Один — первичный — мощностью 5 кВт предназначен для преобразования напряжения 750 В в контактном рельсе в напряжение 75 В постоянного тока (50 ± 5 А) для питания цепей управления поездом и подзаряда аккумуляторных батарей. Он состоит из высоковольтной части, служащей для получения переменного тока частотой 400 Гц и образованной шестью тиристорами Т-160-10, включенными последовательно по три в два плеча, понижающего трансформатора и низковольтной части, выпрямляющей переменный ток с помощью двух тиристорov В-250. Другой преобразователь — вторич-

ный — мощностью 2 кВт служит для получения переменного тока частотой 400 Гц, напряжением 220 В для питания люминесцентного освещения пассажирского салона путем преобразования постоянного тока от низковольтной части первичного преобразователя с помощью повышающего трансформатора и двух тиристорov ТЧ-125. Кроме преобразователей, блок БПСН-5У2 имеет дроссели и элементы, коммутирующие тиристоры, а также цепи управления ими.

На опытных вагонах 81-717, 81-714 был установлен блок питания собственных нужд БПСН-4, имеющий мощность первичного преобразователя 4 кВт и созданный на базе отдельно расположенных преобразователей — первичного СПМ № 1 и вторичного СПМ № 2, установленных на опытных вагонах И выпуска 1973 г. (см. ниже).

Как и вагоны Ема502 и Ем501, все вагоны 81-717 и 81-714 имеют активную дверную сигнализацию. На вагонах 81-717 дополнительно установлена педаль безопасности НВ-701 для возможности управления поездом одним машинистом. На части вагонов 81-717 (№ 9092—9163, 9169), выпущенных Мытищинским заводом в 1979—1980 гг., пульты управления и схема привязки поездных и вагонных проводов управления выполнены применительно к системе автоведения КСАУДП. Все вагоны 81-717 оборудованы радиоусилителями У-100.

Максимальная скорость вагонов 81-717, 81-714 90 км/ч. При нагрузке 9 т среднее ускорение 1,2 м/с², среднее замедление со скорости 80 км/ч 1,0—1,2 м/с². Количество мест для сидения в головном вагоне 40, в промежуточном 44; полная населенность головного вагона при расположении 8 чел. на 1 м² 267 чел.; промежуточного — 291 чел.

В процессе выпуска вагонов 81-717, 81-714 в их конструкцию вносились отдельные изменения, на-

правленные на повышение их надежности в эксплуатации, облегчение технологии изготовления. По аналогии с вагонами Ленинградского завода на вагонах Мытищинского завода 81-717 с № 9050 и 81-714 № 5867, 5868, 9350 и всех последующих внедрены: параллельное расположение концевых хребтовых балок на раме кузова, сварные соединения в элементах гнезд автосцепок и крепления их к кузову; на вагонах 81-717 с № 9052 и 81-714 с № 9356 штампованный профиль бокового пояса рамы кузова заменен на прокатный с сохранением овальных отверстий по его длине; на вагонах 81-717 с № 0044 и 81-714 с № 9883 на боковой наружной обшивке кузова выше подоконного пояса применены три гофра вместо двух; на вагонах 81-717 с № 0057 и 81-714 с № 9917 штампованный профиль поперечных балок заменен прокатным. Партия вагонов 81-717 № 0057—0083, 81-714 № 9917—9969 была выпущена с уменьшенной толщиной горизонтальных и вертикальных листов шкворневой балки соответственно с 10 до 8 мм и с 8 до 6 мм. На вагонах Мытищинского завода 81-717 с № 9089 вместо радиостанции ЖР-3М установлена радиостанция 42РТМ-А2-4М; на вагонах 81-717 с № 9107 и 81-714 с № 9468 применена электрическая схема с одинаковым включением якорей и их обмоток возбуждения в обеих группах тяговых электродвигателей, как это было сделано на вагонах Ема502 с № 7169 и электровозах ВЛ82 с № 003; на вагонах 81-717 № 9274, 9275, 9278, 81-714 № 9676, 9684, 9688 деревянный ящик для аккумуляторных батарей заменен на металлический. При этом все вагоны 81-717, 81-714 Ленинградского завода выпускались только с приведенными выше изменениями.

В 1981 г. вместо пуско-тормозных резисторов КФ-47А-9 на вагонах 81-717 с № 9229 и 81-714 с № 9579 Мытищинского завода,

81-717 с № 8447 и 81-714 с № 7401 Ленинградского завода были внедрены резисторы КФ-47А-11 с двойным экраном, понижающим нагрев подвагонного оборудования.

В 1980 г. для вагонов метрополитена была выпущена опытная партия бандажных цельнометаллических колес, а в периоды 1980—1981, 1981—1983 гг.— безбандажных цельнокатаных колес соответственно с большей и меньшей толщиной обода, последние из которых начиная с 1984 г. при изготовлении новых вагонов полностью заменили менее надежные в эксплуатации подрезиненные колеса. В отличие от колесных пар с подрезиненными колесами в новых колесных парах редуктор устанавливается на предварительно напрессованную на ось втулку, а не на удлиненную ступицу колеса.

В 1982 г. Мытищинский завод изготовил ряд опытных вагонов 81-717 № 9266, 9268 и 81-714 № 9640, 9643, 9648—9650 с быстродействующей защитой электрической схемы тяговых электродвигателей, а также с применением в надбуксовом рессорном подвешивании металлических поводков с переменным сечением и гидроамортизаторов МАЗ-500, установленных между буксой и рамой тележки. В том же году поводки и гидроамортизаторы стали устанавливаться на все серийно выпускаемые вагоны. Быстродействующая защита совместно с дифференциальной была внедрена только с середины 1984 г.

В связи с этим несколько изменилось расположение подвагонного электрического оборудования, повысилась надежность цепей управления поездом. При переключении силовой схемы с работы в тяговом режиме на выбег для смягчения толчка начали применять неодновременное отключение тяговых электродвигателей с помощью линейных контакторов, расположенных в ящике ЛК-761Б. С начала 1984 г. все вагоны Мытищинского завода 81-717 с

№ 9321 и 81-714 с № 9766, Ленинградского завода 81-717 с № 8585 и 81-714 с № 7673 оборудуются тепловой защитой мотор-компрессора. Внедрение дополнительных электрических аппаратов и применение в целях автоматического регулирования скорости стабилизирующего двенадцативольтового устройства, позволили вагоны 81-717 с № 9290 Мытищинского завода и с № 8511 Ленинградского завода выпускать без аккумуляторных батарей 11НКН-55. С применением новых фар усиленного освещения пути ФГ-146 вместо ФГ-16 на головных вагонах с № 9283 Мытищинского завода и с № 8618 Ленинградского завода подверглись изменению лобовые части кузова.

На вагонах 81-717 № 9280, 9282, 0001—0004, 0006 и 81-714 № 9689, 9694—9697, 9823, 9824, 9827 и всех последующих Мытищинского завода, а также 81-717 с № 8617, 81-714 с № 7753 Ленинградского завода установлен модернизированный блок собственных нужд БПСН-5У2М, имеющий по сравнению с ранее выпускавшимся блоком БПСН-5У2 пониженный шум от статических преобразователей. У модернизированного блока изменена конструкция понижающего и повышающего трансформаторов, первичный преобразователь работает с частотой 150 Гц вместо 400 Гц, уменьшено с трех до двух количество тиристоров Т-160-10 в каждом плече его высоковольтной части, в низковольтной части тиристоры В-250 заменены на Т-160-10; вторичный преобразователь имеет конденсаторы с большей коммутационной способностью.

В 1985 г. были изготовлены опытные тяговые электродвигатели ДК-117МД, у которых в отличие от электродвигателей ДК-117Д бандажное крепление обмоток якоря заменено клиновым, увеличен диаметр якоря с 306 до 310 мм, применена изоляция с большей диэлектрической прочностью, уменьшены потери в яко-

ре. При напряжении 375 В электродвигатели ДК-117МД имеют следующие параметры:

Режим	Мощность, кВт	Ток, В	Частота вращения якоря, об/мин	Возбуждение, %
Часовой	112	330	1520	50
Продолжительный	95	280	1390	65

В период 1982—1984 гг. Мытищинский машиностроительный завод выпустил ряд вагонов с опытными узлами, проходивших эксплуатационные испытания на линиях Московского метрополитена: 81-714 № 9677, 9679, 9744, 9822 со шпинтонной связью буксы с рамой тележки (металлический стержень жестко закреплен в раме тележки и с помощью резинометаллических элементов соединен с буксой колесной пары) и № 9800 с резинометаллическими рессорами надбуксового ресурсного подвешивания типа «Меги».

Первые поезда, составленные из электровагонов 81-717 и 81-714 на Московском метрополитене, поступили на Кольцевую линию. Затем такие поезда начали работать на Киевском, Ленинградском и ряде других метрополитенов.

3. Опытные моторные электровагоны И

Моторные электровагоны 81-715-2 и 81-716-2. Являясь промежуточным звеном между моторными электровагонами Е и более совершенными конструкциями, электровагоны 81-717, 81-714 еще сохранили от своих предшественников такие недостатки, как значительный вес, недостаточную пассажироместимость, пусковую контакторно-реостатную электрическую аппаратуру и отсутствие рекуперативного торможения. Работы по созданию электровагонов, не имеющих перечисленных недостатков, начались на Мытищинском машиностроительном заводе в са-

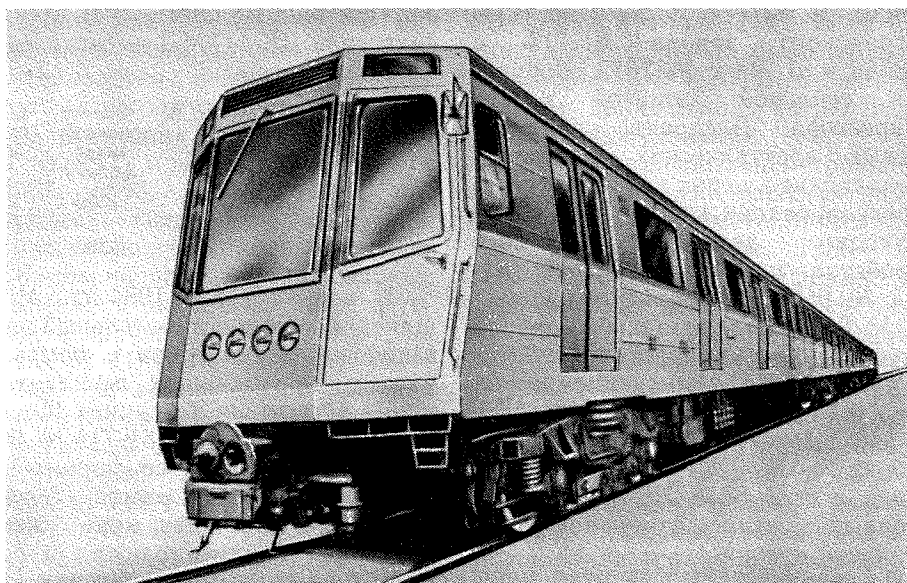


Рис 76 Электровагоны И (81-715-2 и 81-716-2)

мом начале 70-х годов, а в 1973 г. завод выпустил три моторных электровагона И (два головных — заводское обозначение 81-715-1 и один промежуточный — 81-716-1), которые длительное время проходили эксплуатационные испытания на линиях Московского метрополитена.

Используя опыт их эксплуатации, Мытищинский машиностроительный завод в период 1980—1981 гг. изготовил опытно-промышленную партию вагонов И (рис. 76 и 77): три головных 81-715-2 № 10004, 10006, 10010 и четыре промежуточных 81-716-2 № 10005, 10007—10009.

Рама, пол и крыша кузова этих электровагонов выполнены в основ-

ном из алюминиевого сплава АМг-6; боковые стенки — из алюминиевых прессованных панелей (сплав 1915), включающих в себя каркас и наружную обшивку. За счет применения выпуклых боковых стенок, позволяющих лучше использовать габарит приближений строений, на этих вагонах по сравнению со всеми остальными несколько увеличена ширина пассажирского салона, которая на уровне подоконного пояса составляет 2860 мм (вместо 2712 мм у вагонов 81-717, 81-714).

В связи с применением на электровагонах принудительной вентиляции пассажирских помещений стало возможным для снижения

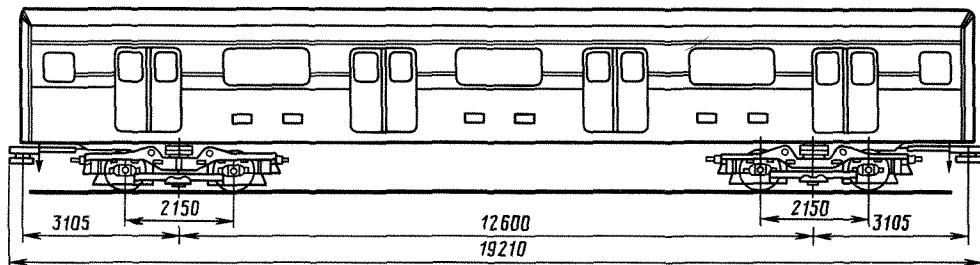


Рис 77 Боковой вид электровагона И

шума при движении поездов в тоннеле убрать с крыши воздухозаборники и перейти на арочную конструкцию крыши вместо фонарной. Головные вагоны И, так же как вагоны 81-717, имеют в середине лобовой части кузова большие ветровые окна кабины машиниста, за которой расположены отсеки для устройств автоматики и радиооборудования; у промежуточных, как и у вагонов 81-714, в торцовых частях кузова расположены двери, кроме того, в лобовой части ниже подоконного пояса размещены отсеки со стационарным (в отличие от вагонов 81-714) оборудованием для маневровых передвижений. На всех вагонах И применено люминесцентное освещение пассажирского салона, а в кабинах машиниста установлены кондиционеры.

Кузов вагона И опирается на две продольные балки рамы каждой тележки при помощи пневморессор, которые путем изменения в них давления автоматической электропневматической системой позволяют поддерживать высоту кузова относительно рельсов неизменной независимо от загрузки вагона; одновременно пневматические рессоры уменьшают вибрации и шум при движении поезда. Каждая пневморессора состоит из двух пневмобаллонов размером 560×170 мм, между которыми расположена штампованно-сварная направляющая, жестко соединенная средней балкой с направляющей пневморессор другой стороны рамы тележки. На опытных вагонах были применены литые балки, которые оказались в эксплуатации более надежными. Тяговое и тормозное усилия от тележек к кузову передаются через шкворни. Связь между шкворнями и рамой тележки осуществляется с помощью двухплечевого рычага и поводкового устройства.

Для ограничения поперечных и вертикальных колебаний кузова относительно пути в центральном пневмоподвешивании имеются гори-

зонтальные, а в надбуксовом — вертикальные гидроамортизаторы.

Рама тележек выполнена из двух продольных балок коробчатого сечения, изготовленных из листовой стали толщиной от 8 до 12 мм и двух поперечных балок — горячекатаных труб диаметром 159 мм. Применение для рам балок круглого сечения вместо коробчатого, как у вагонов 81-717, 81-714, вызвало некоторые изменения конструкции тяговых электродвигателей ДК-117Д. У электродвигателей ДК-117Б, электровагонов И кронштейны и реактивные тяги их подвески сделаны с разъемными хомутами для охвата круглого сечения поперечных балок рамы; валы тяговых электродвигателей, их якорные подшипники и карданные муфты выполнены в габаритах электродвигателей ДК-117В электровагонов 81-717 и 81-714, изготавливаемых Мытищинским машиностроительным заводом для метрополитенов Праги и Будапешта.

Вагоны И имеют одинаковые с вагонами 81-717, 81-714 опоры рам тележек на крылья букс через цилиндрические пружины и поводковую связь между рамой и буксами, колесные пары, автосцепки, моторкомпрессор, стояночный тормоз, блок питания собственных нужд БПСН-5У2 и частично пневматическое оборудование. Передача вращающего момента на электровагонах И от тягового электродвигателя к колесным парам аналогична передаче, примененной на ранее выпущенных типах вагонов метрополитена. В отличие от них редуктор на новых вагонах подвешен своей верхней точкой к поперечной балке рамы круглого сечения с помощью хомута и резинового амортизатора, вложенного в него. Передаточное отношение редуктора $80:15=5,33$. Претерпели существенное изменение тормозные цилиндры и рычажно-тормозная передача. На электровагонах опытно-промышленной партии использовано менее жесткое, чем

у опытных электровагонов, надбуксовое подвешивание: статический прогиб головного вагона без пассажиров 36 мм, промежуточного — 34,5 мм. Такое подвешивание первоначально было установлено и испытано в 1976 г. на электровагоне № 10001; опытные вагоны И имели статический прогиб 22 мм.

Электровагоны 81-715-2, 81-716-2 имеют тиристорное (широотно-импульсное) регулирование напряжения и возбуждения тяговых электродвигателей. Для регулирования напряжения в каждой цепи из двух последовательно соединенных тяговых электродвигателей служат 10 тиристоров ТД-500 или Т-16-320 (9-го — 18-го класса) и два кремниевых вентиля (диода) ВЛ-320-12; для регулирования возбуждения — три таких же тиристора и четыре вентиля. Тиристорно-импульсное регулирование на вагоне осуществляет регулятор РТ400/1000И, состоящий из двух силовых блоков БС-39 (каждый для своей группы тяговых электродвигателей), расположенных под кузовом вагона, и блока управления БУ-32, установленного в головных вагонах в кабине машиниста, а в промежуточных — в специальных отсеках с оборудованием для маневровых передвижений. Тиристорно-импульсное регулирование напряжения и возбуждения тяговых электродвигателей на этих вагонах производится раздельно.

Электровагоны оборудованы автоматическим (следящим) рекуперативно-реостатным электрическим торможением, во время которого попарно соединенные последовательно якоря тяговых электродвигателей включаются с обмотками возбуждения по циклической схеме. При отсутствии потребителя электроэнергии от контактного рельса рекуперативное торможение замещается реостатным, для чего на вагонах 81-715-2 и 81-716-2 установлены пуско-тормозные резисторы КФ-47А-10, которые также используются на

тяговом режиме при маневровых передвижениях, когда управление осуществляется специальной кнопкой, установленной на всех вагонах.

Электрическая схема на вагонах 81-715-2 и 81-716-2 в режимах тяги и торможения собирается при замыкании восьми линейных контакторов ПК-162, расположенных по четыре в каждом из ящиков ЛК-755Е и ЛК-755Д. Переключение тяговых электродвигателей с тягового на тормозной режим осуществляет групповой двухпозиционный переключатель ПКГ-762А с электропневматическим приводом.

Рабочее место машиниста головного вагона 81-715-2 оборудовано контроллером машиниста КВ-64А с реверсивной и главной рукоятками, последняя из которых передает вращение своему валу по такому же принципу, что и в контроллерах КВ-66А вагонов ЕжЗ. Главная рукоятка имеет семь положений: нулевое, три ходовых и три тормозных. Ходовые отличаются между собой величиной уставок пускового тока, причем на первом положении происходит выход тяговых электродвигателей на автоматическую характеристику без ослабления их возбуждения, на двух последующих — с ослаблением возбуждения. Три тормозных положения, так же как и ходовые, отличаются между собой уставками тока тяговых электродвигателей, причем на втором и третьем положениях происходит окончательное торможение со вступлением в действие пневматического тормоза с помощью вентилей регенерации.

Максимальная уставка тока при груженом вагоне в тяговом режиме достигает 400 А, в тормозном — 380 А.

Минимальное возбуждение тяговых электродвигателей в моторном режиме 28—30%, в тормозном при скорости 90 км/ч — 19%. С понижением скорости до 50 км/ч оно повышается до 90%.

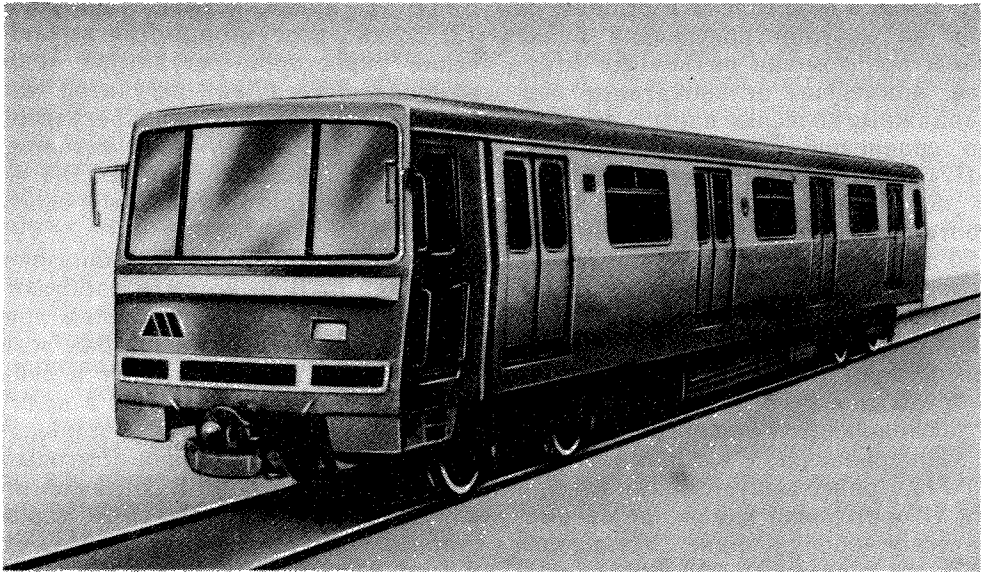


Рис. 78. Электровагон И (81-715-3)

В отличие от опытных вагонов № 10001, 10003 на вагонах опытно-промышленной партии 81-715-2 и 81-715-3 (см. ниже), как и на электровагонах 81-717 с № 9050, вместо системы автоматического управления движением поезда КСАУДП применена система КСАУП-М.

Максимальная скорость вагонов И 100 км/ч, что на 10 км/ч выше максимальной скорости вагонов Е и 81-717, 81-714. Среднее ускорение и замедление при нагрузке 16 тс на вагон 1,2 м/с². Масса головного вагона составляет 32 т, что на 0,5 т меньше массы вагонов Е и их разновидностей и на 3 т — вагона 81-717.

Промежуточный вагон имеет массу 30 т. Количество мест для сидения в головном вагоне 40, в промежуточном 44; полная населенность головного вагона при расположении 8 чел. на 1 м² 277 чел., промежуточного — 308 чел.

Электровагоны опытно-промышленной партии поступили в депо Красная Пресня Московского метрополитена для эксплуатационных испытаний.

Моторные электровагоны 81-715-3, 81-716-3. В конце 1985 г. Мытищинский машиностроительный завод выпустил опытную партию вагонов 81-715-3 (рис. 78) № 10013, 10014 и 81-716-3 № 10011, 10012. На этих вагонах изменены конструкция лобовой части головного вагона в связи с применением гнутых стекол увеличенных размеров, расположение сигнальных фар и светильников в пассажирском помещении; за счет рационального размещения оборудования удалось увеличить размеры кабины машиниста; все несущие части кузова и обшивка выполнены соответственно из профилей из алюминиевого сплава АМг-6 и прессованных панелей из алюминиевого сплава 1915.

В конструкции тележек вагонов 81-715-3, 81-716-3 в основном использованы детали и узлы вагонов И выпуска 1980—1981 гг. На новых вагонах усилен узел крепления направляющих пневморессор и средней балки центрального рессорного подвешивания вагона; серья подвески редуктора, как и на вагонах Е, 81-717, 81-714, прикреплена к нижней

его точке и закреплена в отличие от них на круглой поперечной балке рамы при помощи разъемных хомутов; применены цельнокатаные безбандажные колесные пары, у которых по сравнению с вагонами 81-717, 81-714 увеличены диаметры оси в подступичной и средней части соответственно со 165 до 170 мм и со 150 до 155 мм, а также круг катания колес с 780 до 810 мм. Буксы с рамой тележки связаны металлическими шпинтонами с упругими элементами. Автосцепка новых вагонов имеет безрезьбовое соединение головки и поглощающего аппарата.

По сравнению с вагонами 81-717, 81-714 и ранее выпущенными вагонами И претерпело изменение пневматическое оборудование. Установлен кран машиниста № 013, обеспечивающий фиксированное давление в тормозной магистрали на каждом тормозном положении его рукоятки при ступенчатом служебном торможении; во многом изменилась конструкция узлов и деталей рычажно-тормозной передачи, цилиндров тормозных и стояночного тормоза.

На электровагонах 81-715-3 и 81-716-3, обозначаемых иногда И^М (модернизированные), значительно изменены электрические схемы и конструкция регуляторов напряжения. Работа этого оборудования предварительно проверялась в процессе эксплуатации электровагонов 81-717 № 8414, 8428 и 81-714 № 9521, переоборудованных в депо Красная Пресня в 1983—1984 гг.:

Силовое электрооборудование вагонов 81-715-3, 81-716-3 состоит из двух независимых групп, каждая из которых включает два последовательно соединенных тяговых двигателя ДК-117Б, регуляторы напряжения и тока возбуждения, размещенные соответственно в блоках БРТН-1 и БРТВТ-1, общих для обеих групп. Блок БРТН-1 содержит 18 главных и 12 вспомогательных тиристоров ТЛ-2-200-9 и 12 кремниевых вентилях (диодов) ВЛ-2-200-4, а блок

БРТВТ-1 имеет четыре тиристора ТЛ-2-200-5 и реакторы. Для выключения тиристоров регулятора тока возбуждения служит регулятор напряжения. Данные блоки с регуляторами расположены под вагоном, а блок управления ими БУВ-1 — в отсеках аппаратуры пассажирского салона.

В тяговом режиме в диапазоне скоростей от 0 до 25 км/ч работают только регуляторы напряжения при выключенных регуляторах тока возбуждения, которые вступают в действие со скорости 25 км/ч и в дальнейшем осуществляют плавное ослабление возбуждения тяговых двигателей до 28%. В отличие от вагонов 81-715-2, 81-716-2 тиристорные регуляторы напряжения и тока возбуждения, после того как полностью исчерпаны их регулирующие способности, продолжают работать совместно при полностью открытых тиристорах, обеспечивая быстроедействующую защиту тяговых электродвигателей во время переходных процессов, возникающих при скачках напряжения в контактной сети.

На новых вагонах, как и на вагонах 81-715-2, 81-716-2, применяется рекуперативно-реостатное автоматическое (следящее) торможение: во время повышения напряжения в контактной сети свыше 975 В осуществляется переход от рекуперативного к реостатному торможению с помощью резисторов КФ-47И, подключаемых по отдельности к каждой группе тяговых двигателей. При электрическом торможении в диапазоне скоростей от максимальной до 53—66 км/ч работают регуляторы тока возбуждения, с помощью которых возбуждение тяговых двигателей постепенно увеличивается с 48 до 94%. При этом регуляторы напряжения работают с не полностью открытыми тиристорами. От 53—66 км/ч до практически полной остановки вагона работают только регуляторы напряжения, а регуляторы тока возбуждения отключены. При скоро-

сти 3—3,5 км/ч происходит включение пневматического тормоза от вентиля регенерации. Для обеспечения быстрого возбуждения тяговых электродвигателей независимо от скорости начала торможения их обмотки возбуждения получают подпитку от статических подвозбудителей, расположенных в ящиках БРТВТ-1.

Переключение схемы из тягового в тормозной режим и обратно производится с помощью пяти линейных контакторов, расположенных в ящике ЛК-761И, и реверсора ПР-772И. При этом реверсор, как и на ранее выпущенных вагонах, используется по своему прямому назначению, т. е. для изменения направления движения вагона.

Контроллер машиниста КВ-101 головного вагона выполнен с использованием полупроводниковых приборов. Главная рукоятка контроллера имеет семь положений: нулевое, три ходовых и три тормозных. Ходовые и тормозные положения отличаются друг от друга величиной уставок пускового и тормозного тока. Максимальная уставка тока груженого вагона в тяговом режиме для каждой

группы тяговых электродвигателей составляет 500 А, в тормозном — 400 А. Отдельный контроллер реверсора КВ-100 обеспечивает изменение направления движения.

На вагонах 81-715-3 и 81-716-3, как и на вагонах 81-717, 81-714 последнего выпуска, применены: быстродействующая защита тяговых электродвигателей, устройства которой расположены в ящике ЯВ-1001-44ДКУ2; тепловая защита мотор-компрессоров; автосцепки и электроконтактные коробки соединения междувагонных проводов, выполненные на базе радиоразъемов 7р-52; модернизированные блоки питания собственных нужд БПСН-5У2М и металлические ящики с аккумуляторными батареями 56НКН-80, рассчитанными на питание цепей управления поездом напряжением 75 В (ранее применялось напряжение 50 В); переносной пульт управления маневровыми передвижениями промежуточных вагонов.

Масса электровагона 81-715-3 составляет 31 т, т. е. снижена на 1 т по сравнению с вагоном 81-715-2; масса промежуточного вагона 81-716-3 не изменилась (30 т).

ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДА И АВТОМОТРИСЫ**1. Дизель-поезда Д1**

Для пригородных пассажирских перевозок на неэлектрифицированных линиях на железные дороги Советского Союза в период 1976—1985 гг продолжали поступать из Венгерской Народной Республики четырехвагонные дизель поезда Д1 (рис 79 и 80), изготавливаемые на заводе Ганц — Маваг. Постройка таких дизель поездов началась в 1963 г, в процессе изготовления в их конструкцию вносились отдельные изменения.

Дизель поезд Д1 сформирован из двух одинаковых головных моторных и двух промежуточных прицепных вагонов. Возможна эксплуатация двух сцепленных дизель поездов, т е восьмивагонных соста

вов с управлением из головного вагона (работа по системе многих единиц). Оборудование рассчитано также на работу дизель поезда в составе шести вагонов двух моторных и четырех промежуточных прицепных.

Цельнометаллический кузов вагона сварной конструкции в нижней части имеет раму. Ширина кузова 3076 мм (по выступающим частям 3184 мм), входные двери с дистанционным электропневматическим управлением позволяют эксплуатировать поезда на участках как с низкими, так и с высокими платформами. В головной части моторного вагона расположена кабина машиниста, за ней следует машинное отделение, где находятся дизель, закрытый специальным капотом, гидромеханическая

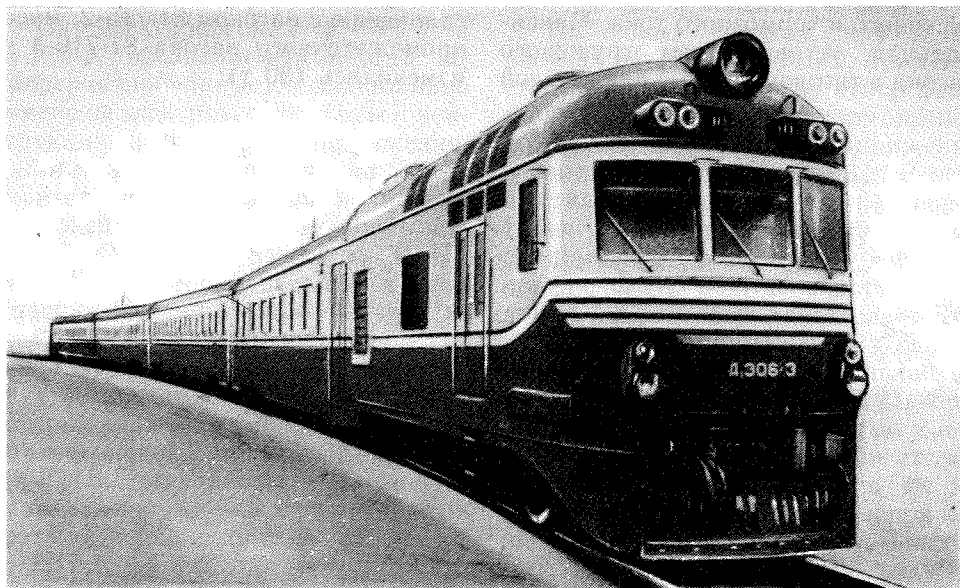


Рис 79 Дизель поезд Д1

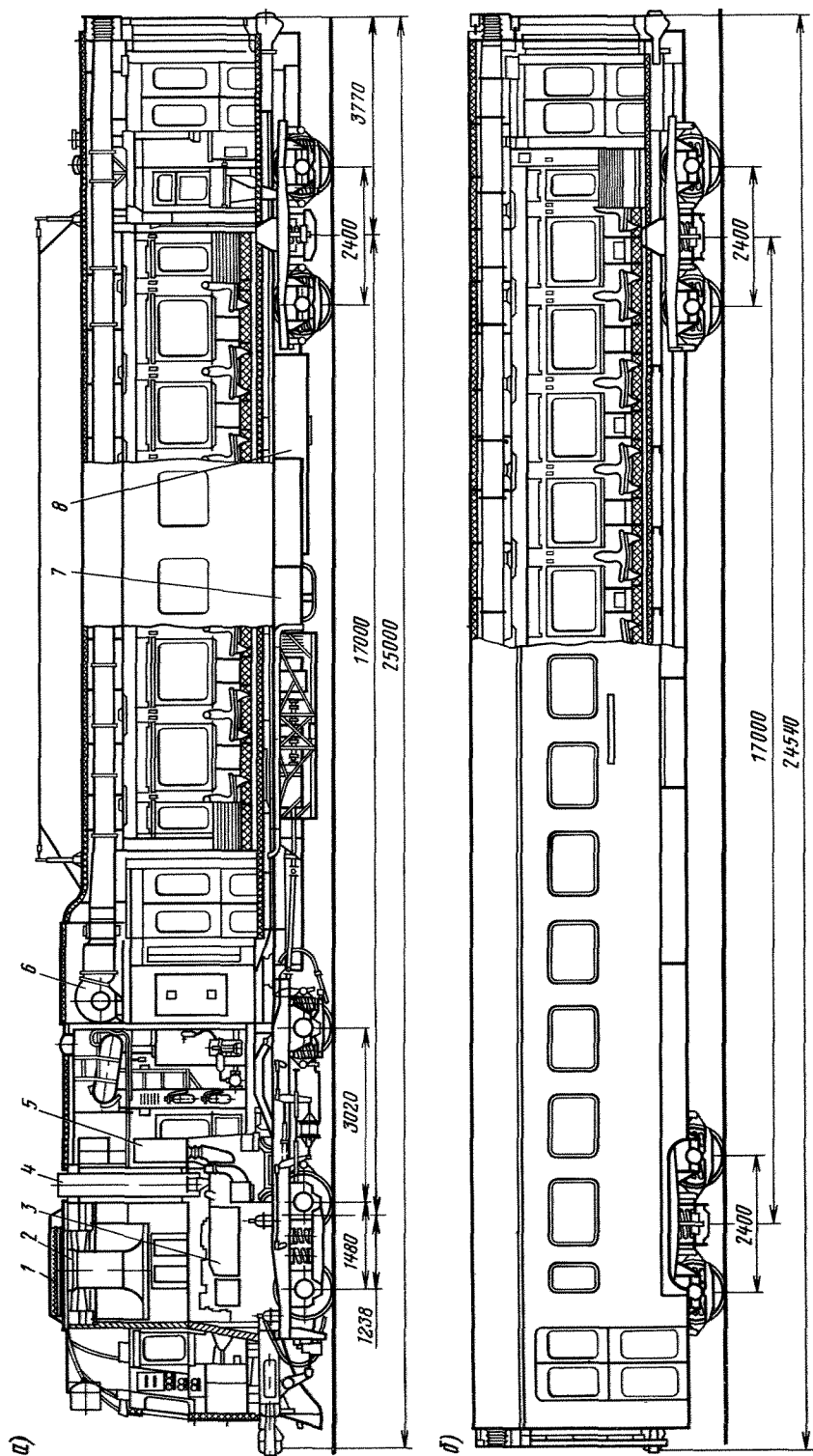


Рис. 80 Расположение оборудования и основные размеры моторного (а) и прицепного (б) вагонов дизель поезда Д1
 1 — жалюзи воздухоподогревателя 2 — вентилятор воздухоподогревателя 3 — дизель 4 — выхлопная труба 5 — фильтр для очистки воздуха 6 — отопительные вентиляционные угляновка 7 — топливный бак 8 — ящик для аккумуляторной батареи

коробка скоростей, холодильники воды и масла, баки для воды, топлива и масла, воздухоочистители и органы дистанционного управления и автоматики. К машинному отделению примыкает небольшое помещение, которое можно использовать для перевозки почты; далее расположены тамбур, пассажирское помещение (салон) и второй тамбур. В промежуточном прицепном вагоне имеются два тамбура и пассажирское помещение. По концам кузовов установлены автосцепки СА-3 с фрикционными аппаратами ЦНИИ-Н6.

Кузов моторного вагона опирается на трехосную моторную (движущую) и двухосную поддерживающую тележки; кузов прицепного вагона — на две двухосные поддерживающие тележки. Движущими колесными парами трехосной тележки являются вторая и третья, первая выполняет роль бегунковой. Рамы тележек сварной конструкции. Моторные тележки не имеют гнезда для шкворня, кузов опирается на их рамы с помощью двух направляющих скользунов. Двухосная тележка, помимо скользунов, имеет гнездо для центрального шкворня.

Рессорное подвешивание трехосной тележки одноступенчатое, четырехточечное. Рама тележки опирается на буксы через цилиндрические пружины. Поддерживающая тележка имеет две ступени рессорного подвешивания и люльку. Статический прогиб рессорного подвешивания трехосной тележки 137 мм, поддерживающей — 135 мм. Диаметр колес 950 мм; буксы с роликовыми сферическими подшипниками фирмы СКФ. Все колесные пары поезда, кроме одной оси трехосной тележки, имеют двустороннее нажатие тормозных колодок на колеса.

На трехосной тележке моторного вагона установлен двенадцатицилиндровый четырехтактный форкамерный дизель системы Ганц-Ендрашек 12VFE17/24, развивающий при частоте вращения вала 1250 об/мин

мощность 730 л. с. Минимальная частота вращения вала 530 об/мин. Цилиндры расположены V-образно и имеют диаметр 170 мм, ход поршней 240 мм. Цилиндровый блок, картер и поддон дизеля изготовлены из силумина; поршни из сплава на алюминиевой основе; коленчатый вал из легированной стали. Дизель имеет газотурбинный наддув с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха. При номинальной мощности расход топлива составляет 168 г/(эл.с·ч). Масса дизеля около 4600 кг. Пуск осуществляется с помощью двух стартеров от аккумуляторной батареи.

Вращающий момент от дизеля передается на движущие колесные пары с помощью карданных валов через гидромеханическую трехступенчатую передачу НМ612-22 (коробку скоростей), установленную на тележке, и осевые редукторы. Коробка скоростей состоит из четырнадцати шестерен, гидротрансформатора, барабанов и дисков сцепления, входного, промежуточных и выходного валов. Передаточные числа коробки следующие:

$$1\text{-я ступень } (39:41) \times (27:57) \times (52:22) \times (44:29) \times (28:28) \times (33:33) = 1,616;$$

$$2\text{-я ступень } (39:41) \times (44:29) \times (28:28) \times (33:33) = 1,443;$$

$$3\text{-я ступень } (39:41) \times (33:33) \times (33:33) \times (33:33) = 0,95.$$

Две пары шестерен (28:28 и 33:33), не изменяющие передаточное число коробки скоростей, обеспечивают возможность реверсирования. На 1-й ступени между шестернями, имеющими 27 и 22 зуба, включается гидротрансформатор.

При номинальной частоте вращения вала дизеля 1250 об/мин и диаметре колес 950 мм скорость поезда на 1-й ступени 56,4 км/ч, на 2-й — 84,1 км/ч и на 3-й — 126,7 км/ч.

Переключение на 2-ю ступень происходит при скорости 55,6 км/ч, на 3-ю — при скорости 83,5 км/ч.

Осевой редуктор выполнен с коническими шестернями с передаточным числом $39:21=1,857$.

Управление дизель-поездом производится с помощью контроллера машиниста и электропневматической аппаратуры. Контроллер машиниста имеет реверсивную рукоятку и главную с позициями 0, А, В, 1—5. В положении 0 все аппараты управления выключены; в положении А происходит пуск дизеля; в положении В дизель работает на холостом ходу; на позициях 1—5 последовательно увеличивается частота вращения вала дизеля (подача топлива в цилиндры составляет соответственно 20, 40, 60, 80 и 100% от номинальной). В моменты переключения ступеней скоростей происходит автоматическое уменьшение подачи топлива и, следовательно, частоты вращения колечатого вала дизеля.

На каждом моторном вагоне установлены: два генератора постоянного тока (один для питания цепей управления, освещения и заряда аккумуляторной батареи, другой — для электродвигателя вентилятора холодильника), два стартера, трехцилиндровый компрессор МК-135 производительностью 1450 л/мин при частоте вращения вала 695 об/мин, железоникелевая аккумуляторная батарея 2СК-400 емкостью 400 А·ч (напряжение 48 В) и другое оборудование. Компрессор и генераторы приводятся от вала дизеля.

Поезд оборудован комбинированной системой вентиляции и воздушного отопления, использующего тепло охлаждающей воды дизеля. Для подогрева этой воды перед пуском дизеля в холодное время года установлен котел-подогреватель, работающий на дизельном топливе.

Вагоны дизель-поезда оборудованы электропневматическими тормозами с двухпроводной цепью управления.

Полностью экипированный моторный вагон весит 68 т; нагрузка от движущих колесных пар на рельсы при

этом составляет около 17 тс; масса прицепного вагона без пассажиров 37 т. Запас топлива в моторном вагоне 1200 л, песка — 160 кг. Количество мест для сидения в моторном вагоне 72, в прицепном — 128.

Дизель-поезда Д1 поступили на Октябрьскую, Прибалтийскую, Горьковскую, Московскую, Одесскую, Юго-Восточную и ряд других железных дорог.

2. Дизель-поезда ДР1П и ДР1А

В 1976—1985 гг. Рижский вагоностроительный завод продолжал выпускать дизель-поезда ДР1 в двух исполнениях: ДР1П и ДР1А.

Первый дизель-поезд ДР1, состоящий из двух головных моторных вагонов и двух промежуточных прицепных, завод построил в 1963 г. С 1970 г. он стал изготавливать шестивагонные дизель-поезда с четырьмя промежуточными прицепными вагонами. С этого же года началось серийное изготовление дизель-поездов ДР1П (заводское обозначение 63-319), которые строились до начала 1976 г.

В 1976 г. завод стал выпускать новую разновидность дизель-поездов — ДР1А (рис. 81 и 82). Опытный экземпляр такого поезда (ДР1А-405) был изготовлен заводом еще в 1973 г. На дизель-поездах ДР1А, получивших заводское обозначение 63-323 (с № 123), все электрические цепи рассчитаны на напряжение 110 В (ранее напряжение цепей управления и подзаряда аккумуляторной батареи было 75 В), генератор тока СТГ-7 стал использоваться в качестве стартера, значительно изменена система охлаждения дизеля.

Кузова вагонов дизель-поездов — цельнонесущие с легкими металлическими каркасами из гнутых профилей — обшиты снаружи гофрированным стальным листом. В пассажирских помещениях установлены дву-

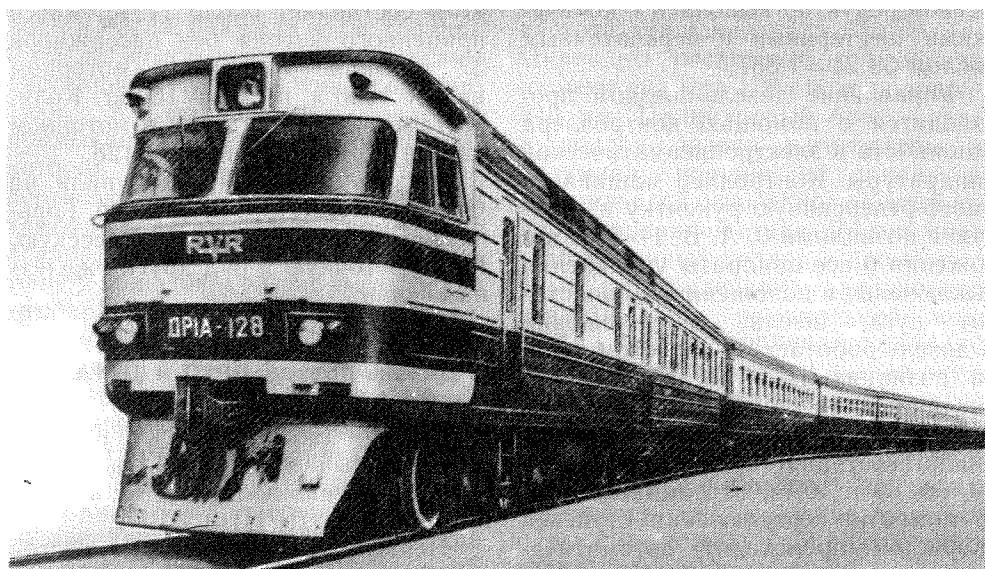


Рис 81 Дизель поезд ДР1А

сторонние диваны, применена принудительная вентиляция. Выходы из вагонов рассчитаны на низкие платформы, но могут быть приспособлены и к высоким. Со стороны кабины машиниста на моторных вагонах установлены автосцепки без фрикционного аппарата, все остальные автосцепки поезда выполнены с этими аппаратами. Ширина вагонов по гофрам 3147 мм, т. е. значительно меньше, чем у вагонов электропоездов.

Моторные и прицепные вагоны имеют мягкое двухступенчатое рессорное подвешивание, на двухосных бесчелюстных тележках установлены гидравлические гасители колебаний. Тяговое усилие от колесных пар моторной тележки передается на кузов через буксы, раму тележки, шкворневой брус и поводки, связывающие шкворневой брус с кузовом.

На дизель-поездах применяются дисковые тормоза. два диска на колесную пару. К каждому диску прижимаются с разных сторон две колодки.

На каждом моторном вагоне установлен четырехтактный двенад-

цатицилиндровый дизель М756Б с газотурбинным наддувом и V-образным расположением цилиндров. При частоте вращения вала 1500 об/мин дизель развивает номинальную мощность 1000 л.с., расход топлива при этом 160—170 г/(э.л.с.ч). Масса дизеля без масла 1800 кг. Ранее такие дизели применялись на тепловозах ТГ102.

На одной раме с дизелем размещена гидропередача ГДП-1000 Калужского машиностроительного завода, состоящая из двух гидротрансформаторов ТП1000М, валов и зубчатых колес. Передаточное число первой ступени без повышающего редуктора $(70/45) \times (56/49) = 1,79$, второй ступени $(51/64) \times (56/49) = 0,91$. Передаточное число повышающего редуктора $35/42 = 0,83$. При «скольжении» в гидротрансформаторах на первой ступени 33% (передаточное число 1,49) и на второй ступени 28,6% (1,4) общее передаточное число гидропередачи составляет соответственно 2,2 и 1,06.

Входной вал гидропередачи соединен с коленчатым валом дизеля резинокордной муфтой. Вращающий

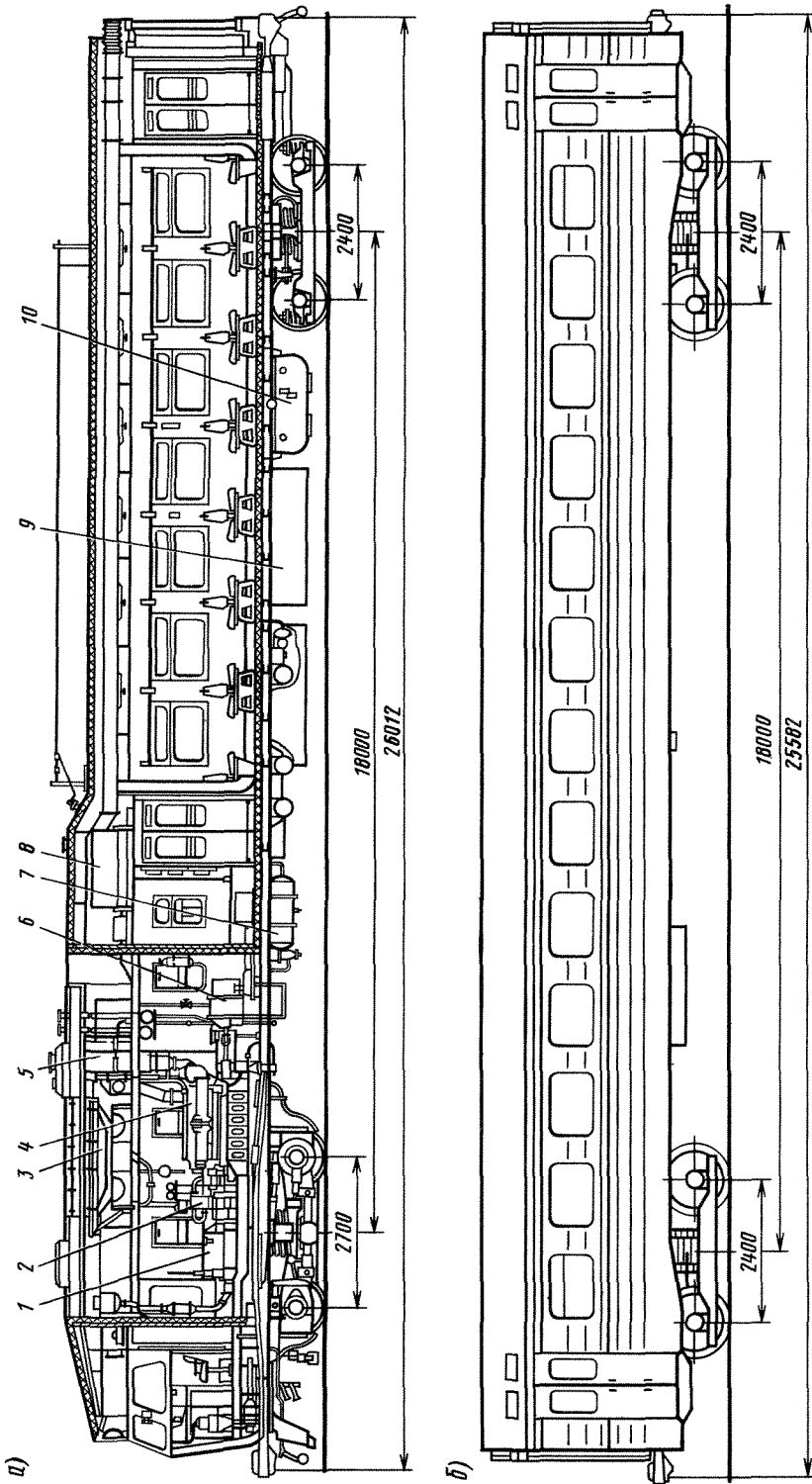


Рис 82 Расположение оборудования и основные размеры моторного (а) и прицепного (б) вагонов дизель поезда ДР1А

1— гидроредуктор 2— компрессор 3— блок холодильника 4— дизель 5— выхлопная труба 6— стартер генератор 7— главный воздушный резервуар 8— вентиляционная установка 9— аккумуляторная батарея 10— топливный бак

момент от выходного вала гидропередачи к осевым редукторам передается карданными валами. Осевые редукторы выполнены двухступенчатыми: первая ступень с цилиндрическими зубчатыми колесами ($39:37=1,054$), вторая — с коническими ($49:20=2,45$); общее передаточное число осевого редуктора 2,582.

В автоматической системе переключения ступеней скорости гидропередачи использованы электрические и гидравлические аппараты, связь между которыми осуществляется электрогидравлическими вентилями. Момент перехода с одной ступени скорости на другую устанавливается тахогенератором, приводимым от колесных пар. Режим работы дизеля задается с помощью контроллера машиниста КВ-16А-12, имеющего нулевую и 16 рабочих позиций; в зависимости от позиции меняется сопротивление в цепи возбуждения тахогенератора.

От дизеля непосредственно приводятся компрессор ВВ-1,5/9, стартер-генератор постоянного тока СТГ-7 (41 кВт) и через гидростатический привод вентилятор холодильника.

Цепи управления и освещения дизель-поезда питаются постоянным током напряжением 110 В, получаемым при работающем дизеле от стартер-генератора, а при неработающем — от аккумуляторной батареи 6СТН-140. Отопление вагонов поезда осуществляется воздухом, подогретым за счет использования тепла воды, охлаждающей дизель. При стоянках поезда тепло забирается от гидропередачи, в которой при работающем дизеле и неподвижном турбинном колесе механическая энергия превращается в тепловую.

Дизель-поезд оборудован электропневматическими тормозами с электровоздухораспределителями № 305. Количество мест для сидения в моторном вагоне 68, в прицепном промежуточном — 124. Масса моторного вагона без пассажиров, но с полной экипировкой 60 т, прицепно-

го промежуточного — 38 т. Запас топлива в моторном вагоне 1500 кг, масла 480 кг и воды 300 л. Конструкционная скорость дизель-поезда 120 км/ч.

В процессе выпуска дизель-поездов ДР1А в их конструкцию вносились изменения: с поезда № 145 изменена конструкция шкворневого узла, с поезда № 146 (заводское обозначение 63-341), изготовленного в конце 1977 г., стали применяться полумягкие диваны, алюминиевые детали оконных рам по типу электропоездов ЭР2 с № 1112 (см. гл. IV); за счет ликвидации туалетных помещений в прицепных вагонах количество мест в них увеличилось со 124 до 128, а масса их уменьшилась с 38 до 37,5 т.

В 1979 г. был изготовлен дизель-поезд ДР1А-168 (рис. 83) с кабинами машиниста спрямленной формы, на нем установлены компрессоры ПК-4,5, сделан ряд других конструктивных изменений. С поезда № 169 в дизельном помещении стал применяться алюминиевый пол вместо стального. На ряде поездов, начиная с № 174, вместо аккумуляторных батарей 6СТЭН-140 применены батареи 6СТЭН-140М. На поездах с № 193 контроллер машиниста КВ-16А-12 заменен контроллером КВ-1553, сделаны некоторые изменения в схемах электрических цепей. С поезда № 210 стартер-генератор СТГ-7 заменен на 4ПСГ-У2. С поезда № 229 надоконные пояса боковых стен кузова и межоконные листы, как и на электропоездах ЭР2 с № 1228, стали изготавливаться из одной детали.

В январе 1985 г. в конструкцию дизель-поездов были введены новые изменения, после чего поезда (с № 232) получили заводское обозначение 63-349. К числу наиболее важных улучшений относятся изменения в тормозной системе, благодаря которым тормозной путь при торможении со скорости 120 км/ч уменьшился с 1000 до 850 м; масса

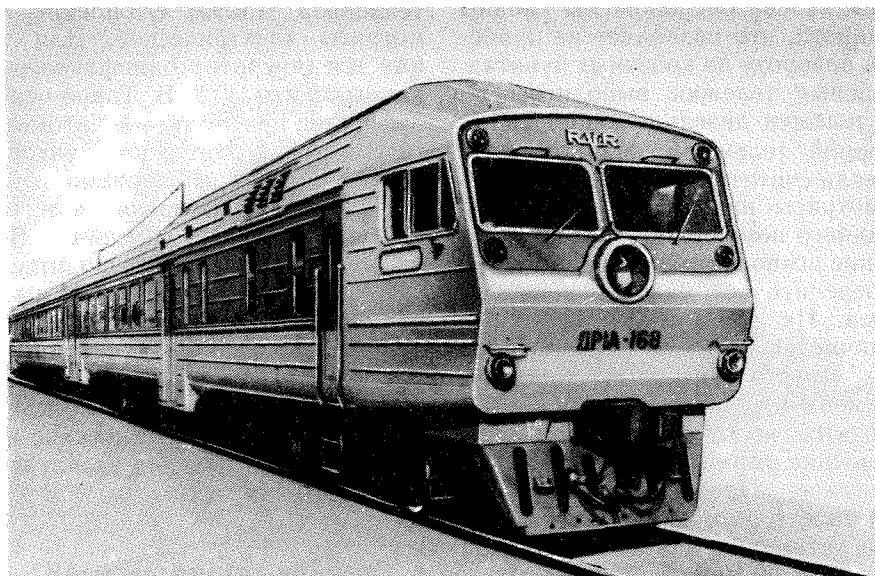


Рис 83 Опытный дизель-поезд ДР1А 168

поезда уменьшена на 4 т, увеличен срок службы дизеля М756Б, улучшены отделка пассажирских помещений и наружная окраска вагонов.

В октябре 1977 г. заводом был выпущен опытный дизель-поезд ДР1Б-144, цепи управления которого дублировались аппаратурой, содержащей бесконтактные логические элементы.

3. Опытные автомотрисы АЧО

После изготовления Рижским вагоностроительным заводом в 1969 г. двух автомотрис АР1 для приго-

родных и местных перевозок никаких единиц этого вида тягового подвижного состава на железные дороги до 1977 г. не поступало. В конце 1977 г. чехословацкими заводами Шкода были изготовлены три опытные четырехосные автомотрисы АЧО (рис. 84); обозначение АЧО означает: автомотриса чехословацкая, опытное (нулевое) исполнение. При проектировании этой автомотрисы конструкторы стремились максимально использовать узлы и оборудование, применяемые на дизель-поездах ДР1А.

Кузов автомотрисы имеет раму, на которой установлен дизель. По

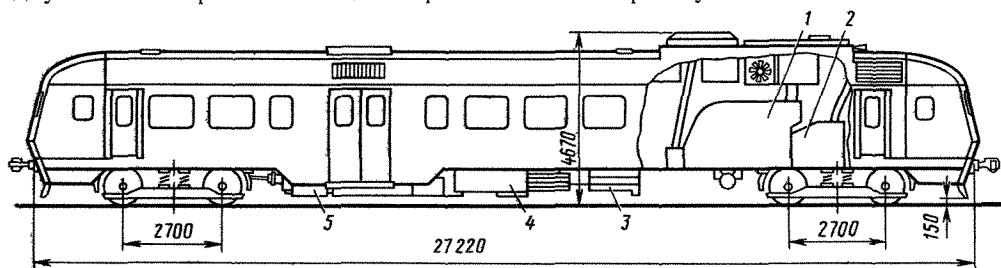


Рис 84 Автомотриса АЧО

1— дизель, 2— тяговый генератор, 3— топливный бак, 4— аккумуляторная батарея, 5— тяговый электродвигатель

концам кузова расположены кабины машиниста, что позволяет не прибегать к повороту на конечных пунктах. Двухосные тележки выполнены по типу тележек дизель-поездов ДР1А. Моторной тележкой является задняя, если считать, что передняя часть автомотрисы находится со стороны машинного помещения. Такое расположение позволяет более равномерно распределить вес между колесными парами. На тележках автомотрисы в отличие от тележек дизель-поезда ДР1А вместо дисковых тормозов применены колодочные (нажатие тормозных колодок двустороннее). Управление тормозами электропневматическое. Предусмотрено также реостатное торможение, для чего на вагоне установлены резисторы общей мощностью 600 кВт.

На опытных автомотрисах используются дизели 6ЧН 21/21 Балаковского машиностроительного завода им. Ф. Э. Дзержинского, имеющие номинальную мощность 750 л. с. Предполагалось, что в дальнейшем вместо них будут устанавливаться дизели мощностью 1000 л. с. (как на дизель-поездах ДР1А).

Передача от дизеля к движущим колесным парам электрическая: дизель приводит во вращение якорь генератора, а генератор питает постоянным током тяговый электродвигатель, который установлен под кузовом вагона около задней тележки так, что его вал располагается вдоль продольной оси вагона. Электродвигатель связан с движущими колесными парами карданным валом и зубчатыми осевыми редукторами, имеющими конические и цилиндрические колеса.

Электрическая схема автомотрисы позволяет применять автоматическое или ручное управление, а также управление сцепленными автомотрисами по системе многих единиц.

На автомотрисе установлен компрессор, приводимый через редуктор от вала дизеля, и аккумуляторная батарея по типу батарей маневрового

тепловоза ЧМЭЗ. Отопление автомотрисы электрическое. Для этого имеется генератор однофазного тока напряжением 3000 В. Такое решение позволяет прицеплять к автомотрисе обычные пассажирские вагоны с электрическим отоплением.

В двух пассажирских отделениях 64 места для сидения. Выход пассажиров может производиться как на низкие, так и на высокие платформы. Ускорение автомотрисы при разгоне с места может достигать $0,8 \text{ м/с}^2$, максимальная скорость 120 км/ч. В 1978 г. автомотрисы АЧО прошли тягово-энергетические испытания и поступили для эксплуатации в депо Бологое.

4. Опытные автомотрисы АЧ2

В 1984 г. чехословацким заводом «Вагонка-Студенка» были изготовлены две опытные четырехосные автомотрисы АЧ2 (рис. 85 и 86), отличающиеся от автомотрис АЧО конструкцией кузова, а также типом тележек, дизеля и передачи.

Кузов автомотрисы с двумя кабинами машиниста выполнен из нержавеющей стали и оборудован автосцепками СА-3. Колеса безбандажные диаметром 950 мм. На автомотрисе установлены дизель М756Б Ленинградского завода «Звезда» (такой же, как на дизель-поездах ДР1), гидравлическая передача ГДП-1000Ч Калужского машиностроительного завода.

Колодочные тормоза автомотрисы имеют электропневматическое управление, для которого использованы тормозные приборы советского производства, в том числе краны машиниста № 395.005, электровоздухораспределители № 305.001, воздухораспределители № 292.001, краны вспомогательного тормоза № 254. Компрессор ЗДКС-100 производительностью $1,5 \text{ м}^3/\text{мин}$ изготовлен чехословацкой промышленностью. Цепи управления питаются от генера-

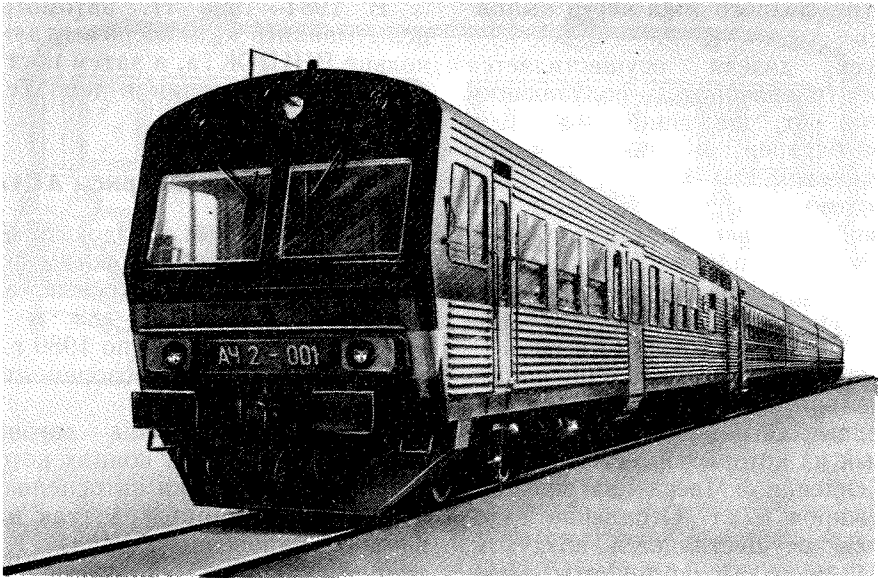


Рис 85 Автомотриса АЧ2 с прицепными вагонами

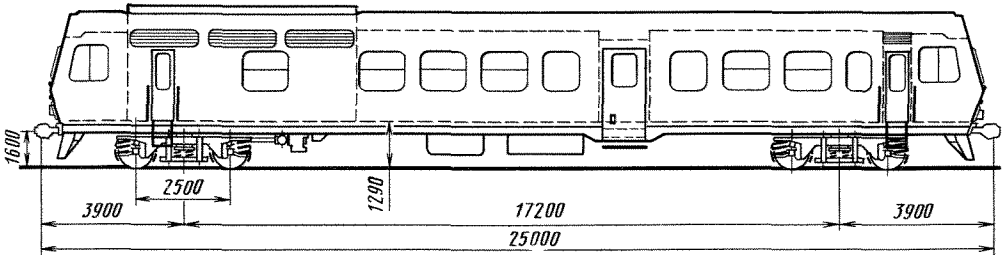


Рис 86 Основные размеры автомотрисы АЧ2

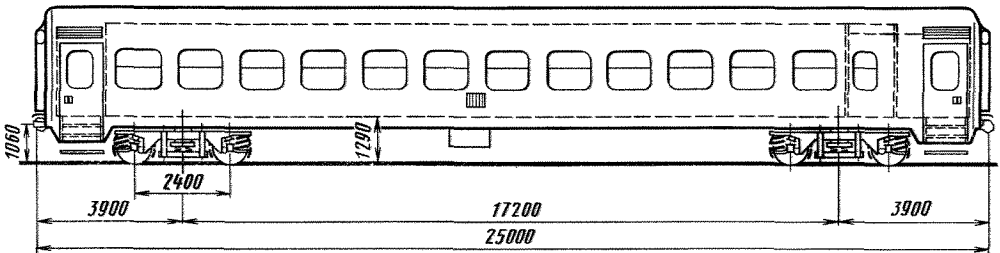


Рис 87 Основные размеры прицепного вагона АПЧ2

тора трехфазного тока через выпрямитель.

Пуск дизеля осуществляется стартер-генератором, получающим питание от щелочной аккумуляторной батареи емкостью 150 А·ч и напряжением 110 В.

Автомотриса имеет 67 мест для сидения, ее масса без пассажиров 59 т; запас топлива 1500 кг, песка 160 кг, масла для дизеля 150 кг, для гидропередачи 265 кг. Максимальная скорость автомотрисы 120 км/ч.

К автомотрисе можно прицеплять специально изготовленные для нее прицепные вагоны АПЧ2 (рис. 87), каждый из которых имеет 123 места для сидения. Масса вагона без пассажиров 37 т. Отопление автомотрисы осуществляется воздухом, нагреваемым за счет теплоты, выделяемой дизелем; прицепные вагоны отапливаются калориферами, получающими энергию от генератора переменного тока мощностью 80 кВт, приводимого дизелем. К автомотрисе можно прицеплять один или два вагона; две автомотрисы с прицепными вагонами могут образовывать шестивагонный поезд.

В 1984—1985 гг. автомотрисы испытывались на экспериментальном кольце ВНИИЖТа, а затем поступили для эксплуатации в депо Тернополь.

5. Служебные автомотрисы АС1А

Для служебных поездок по магистральным железным дорогам широко используются двухосные автомотрисы АС1А (рис. 88 и 89), выпускавшиеся с 1964 по 1980 г. Великолукским тепловозоремонтным заводом.

Кузов автомотрисы вагонного типа имеет раму, на концах которой установлены головки автосцепок без фрикционных аппаратов (так называемого паровозного типа). Кузов опирается на буксы, имеющие по два конических роликовых подшипника, через листовые рессоры. Колеса чугунные с отбеленным ободом. Диаметр новых колес 650 мм. Длина кузова 7540 мм, шириной 2840 мм, высота 3280 мм.

На автомотрисе установлен бензиновый карбюраторный четырехтактный шестицилиндровый двига-

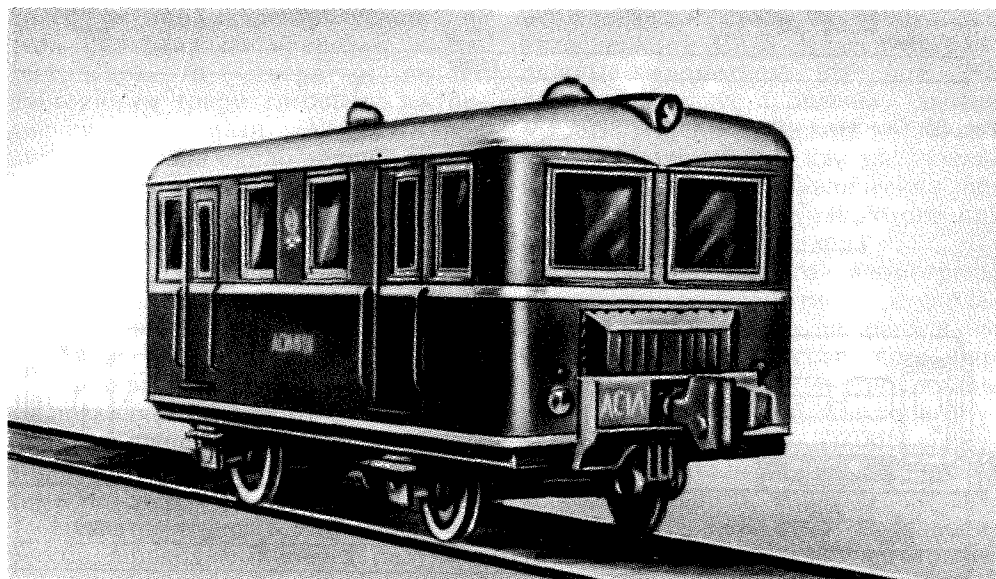


Рис 88 Служебная автомотриса АС1А

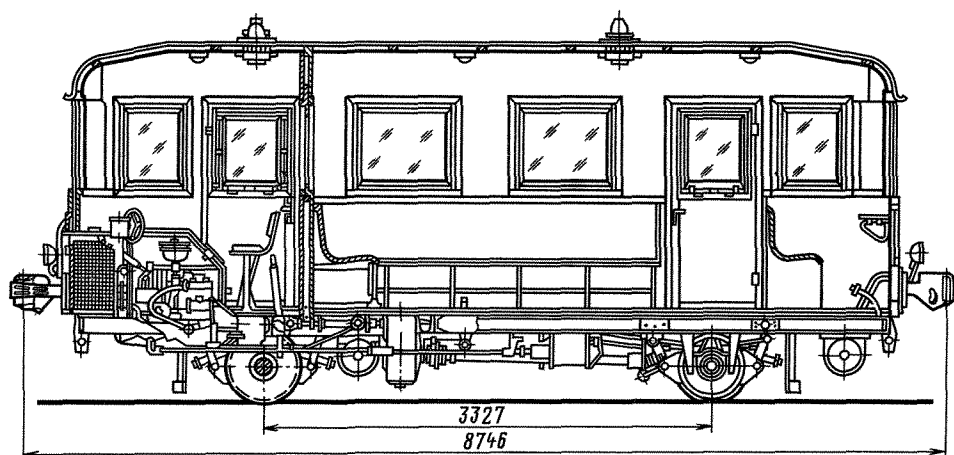


Рис 89 Расположение оборудования на автомотрисе АС1А

тель ГАЗ-51, развивающий при частоте вращения вала 2800 об/мин номинальную мощность 70 л. с. Масса двигателя (сухого) 250 кг, диаметр цилиндров 82 мм, ход поршня 110 мм; расход топлива при номинальной мощности 270 г/(э.л.с. ч). Пуск двигателя осуществляется стартером СТ-8, получающим питание от аккумуляторных батарей 2×3 СТ-70 (напряжение 12 В). Вал двигателя через четырехступенчатую коробку скоростей ГАЗ-51, реверс, карданный вал и осевой редуктор соединен с движущей колесной парой автомотрисы.

Передаточное число коробки передач: на 1-й ступени 6,4; на 2-й — 3,09; на 3-й — 1,69 и на 4-й — 1; при заднем ходе — 7,82. Передаточное число реверса — 2,44; осевого редуктора — 1,58.

Автомотриса имеет колодочные тормоза; колодки прижимаются к колесам обеих колесных пар с помощью сжатого воздуха (прямодействующий тормоз), вырабатываемого компрессором, однотипным с компрессором автомобиля ЗИЛ.

Нагрузка от движущей колесной пары на рельсы около 5 тс, от поддерживающей — около 4 тс. Скорость автомотрисы при частоте вращения вала 2800 об/мин на 1-й ступени 12,8 км/ч, на 2-й — 26,6 км/ч, на 3-й — 48,5 км/ч и на 4-й — 82,0 км/ч; конструкционная скорость 80 км/ч. Автомотриса имеет 24 места для сидения; грузоподъемность ее равна 2,4 т. К автомотрисе при движении по площадке можно прицепить подвижной состав массой не более 10 т. Запас топлива (бензина) 90 кг.

МАНЕВРОВЫЕ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕПЛОВОЗЫ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

1. Тепловозы ТЭМ2 и их разновидности

Тепловозы ТЭМ2. В течение десятой и одиннадцатой пятилеток (1976—1985 гг.) Брянский машиностроительный завод (полное наименование предприятия Производственное объединение «Брянский машиностроительный завод» им. В. И. Ленина) продолжал изготовление шестиосных маневровых тепловозов ТЭМ2, которые впервые выпустил в 1960 г. За годы, предшествующие десятой пятилетке, завод непрерывно совершенствовал конструкцию локомотива, заменяя в процессе выпуска устаревшее оборудование более современным. Так, на тележках стали устанавливаться цилиндрические винтовые пружины между рамами и балансирами, дизель ПД-1 был заменен в 1968 г. дизелем ПД-1М, тяговый генератор ГП-300А генератором ГП-300Б, тяговые электродвигатели ЭД-340В были заменены электродвигателями ЭД-104, затем ЭД-107, ЭД-107А и с 1974 г. электродвигателями ЭД-118А. Все это повышало надежность, долговечность оборудования и экономичность локомотива; он получил широкое распространение не только на магистральных железных дорогах, но и на путях промышленных предприятий страны.

Кроме Брянского машиностроительного завода, в период 1968—1979 гг. тепловозы ТЭМ2 строил Ворошиловградский тепловозостроительный завод им. Октябрьской революции.

Тепловозы ТЭМ2 (рис. 90 и 91) выполнены с кузовами капотного типа, которые более удобны для

маневровой работы (лучше обзор путей из кабины машиниста). Все части кузова смонтированы на главной раме, служащей также для передачи продольных сил (тяги и торможения) через автосцепки СА-3, установленные на концах рамы. Части кузова, расположенные над дизелем, съемные, части над аккумуляторным помещением, холодильной и высоковольтной камерами, а также кабина машиниста приварены к раме.

Главная рама опирается на две трехосные тележки, на каждую через четыре плоские скользящие опоры. Тяговое и тормозное усилия от тележек на главную раму передаются через шкворни. Тележки тепловоза выполнены по типу тележек тепловозов М62С и 2М62. Диаметр колес при новых бандажах 1050 мм; редуктор тяговой передачи выполнен односторонним с передаточным числом $68:15=4,53$; модуль зубчатых колес 11. Тепловозы ТЭМ2 с колесными парами, приспособленными для переделки на колею 1435 мм, имеющие увеличенную на 60 мм длину между осями автосцепок (16 970 мм), получили обозначение серии ТЭМ2А.

На локомотиве установлены кран машиниста № 394, воздухораспределитель № 483 (до 1977 г. устанавливался воздухораспределитель № 270-005), кран вспомогательного тормоза № 254 и четыре тормозных цилиндра диаметром 14" — по два на каждую тележку. Нажатие тормозных колодок на колеса одностороннее.

На главной раме тепловоза смонтирован дизель-генераторный агрегат ПДГ-1М, состоящий из дизеля ПД-1М Пензенского дизельного завода и тягового генератора

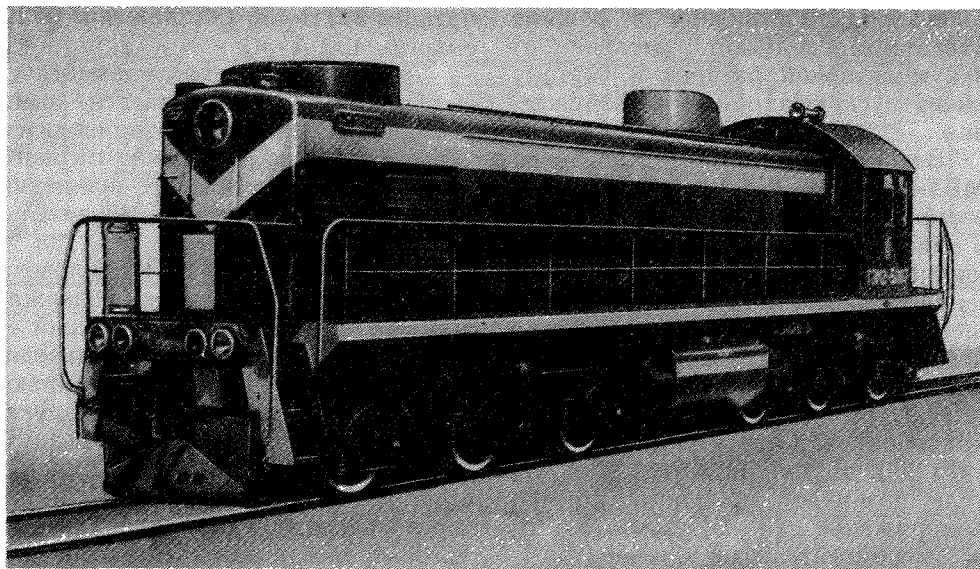


Рис. 90. Тепловоз ТЭМ2

ГП-300Б Харьковского завода «Электротражмаш» им. В. И. Ленина.

Дизель ПД-1М (6ЧН 31,8/33) четырехтактный, шестицилиндровый, с газотурбинным наддувом и промежуточным охлаждением водой наддувочного воздуха; диаметр цилиндров 318 мм, ход поршней 330 мм. При частоте вращения вала 750 об/мин дизель развивает мощность 1200 л.с. (883 кВт); минимальная частота вращения вала 300 об/мин, расход топлива при номинальной мощности

165—173 г/(э.л.с. ч); масса сухого дизеля 17600 кг. Предусмотрена система автоматического пуска дизеля.

Тяговый генератор ГП-300Б постоянного тока с независимым возбуждением и самовентиляцией имеет восемь главных и восемь добавочных полюсов. При частоте вращения якоря 750 об/мин он развивает номинальную мощность 780 кВт (напряжение 645/870 В; ток 1210/900 А); масса генератора 4800 кг. При пуске дизеля

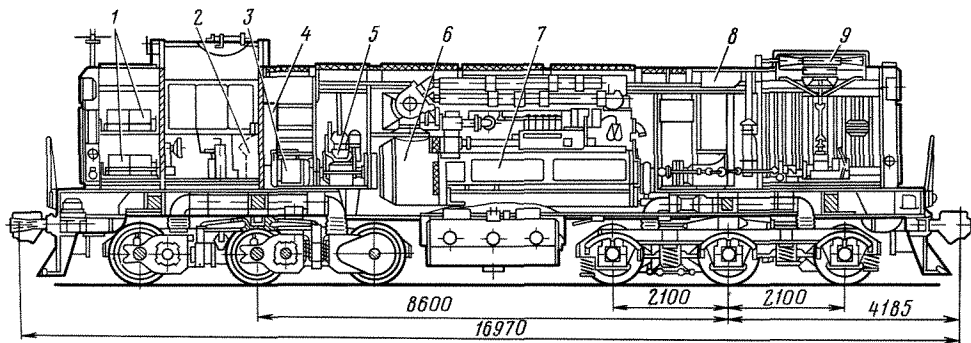


Рис. 91. Расположение оборудования на тепловозе ТЭМ2:

1— аккумуляторная батарея, 2— пульт управления, 3— двухмашинный агрегат, 4— камера для электрических аппаратов; 5— компрессор, 6— тяговый генератор, 7— дизель, 8— резервуар для масла дизеля, 9— вентилятор холодильника

генератор, работающий в режиме двигателя, получает питание от аккумуляторной батареи и поэтому имеет пусковую обмотку возбуждения

Возбудитель тягового генератора МВТ-25/9У2 и вспомогательный генератор МВГ-25/11У2 смонтированы в одном разъемном корпусе двухмашинного агрегата. Якоря двухмашинного агрегата приводятся во вращение от вала тягового генератора через клиноременную передачу; при частоте вращения вала тягового генератора 750 об/мин частота вращения вала двухмашинного агрегата 2000 об/мин. При этом возбудитель развивает мощность 5,6 кВт (напряжение 75 В, ток 75 А), а вспомогательный генератор — 5,75 кВт (напряжение 75 В, ток 77 А). Масса агрегата 400 кг

Тяговые электродвигатели ЭД-118А при работе на тепловозах ТЭМ2 развивают номинальную мощность 105 кВт (напряжение 203/290 В, ток 605/424 А), частота вращения якоря при продолжительном режиме 250 об/мин, максимальная частота вращения 2290 об/мин, масса электродвигателя 3100 кг

Тяговые электродвигатели постоянно соединены по три последовательно, т. е. к генератору присоединены две параллельные цепи электродвигателей. Регулирование скорости движения тепловоза осуществляется с помощью главной рукоятки контроллера машиниста КВП-0854, имеющей нулевую и восемь рабочих позиций. На нулевой, 1-й и 2-й позициях частота вращения вала дизеля 300 ± 15 об/мин, на 3-й — 330 ± 10 , на 4-й — 400 ± 10 , на 5-й — 480 ± 10 , на 6-й — 570 ± 10 , на 7-й — 650 ± 10 и на 8-й — 750 ± 5 об/мин. Для более полного использования мощности дизеля предусмотрены две ступени ослабления возбуждения: 48 и 25%.

Для пуска дизеля и питания цепей тепловоза при неработающем дизеле служит кислотная аккумуляторная

батарея 32ТН-450 (напряжение 64 В, емкость 450 А·ч)

Сжатый воздух для пневматических систем вырабатывается компрессором КТ-6, который приводится непосредственно от вала тягового генератора и при частоте вращения 750 об/мин имеет производительность 4,6 м³/мин.

В передней части тепловоза расположен холодильник, содержащий 18 водовоздушных секций — 12 для охлаждения воды дизеля, 6 для охлаждения воды, отбирающей тепло от наддувочного воздуха. Через секции прогоняется воздух, засасываемый осевым шестилопастным вентилятором, приводимым через редуктор от вала дизеля. Тяговые электродвигатели охлаждаются центробежными вентиляторами, которые приводятся клиноременной передачей от вала дизеля

Масса тепловоза в рабочем состоянии 120 т. Сила тяги длительного режима при скорости 11,2 км/ч 200 кН (20 400 кгс). Конструкционная скорость тепловоза по экипажной части 100 км/ч, минимальный радиус проходимых тепловозом кривых 80 м. Запасы топлива (5440 кг), масла (430 кг), воды (1050 кг) и песка (2000 кг) позволяют тепловозу не заходить на экипировку в среднем 10 сут.

Тепловозы ТЭМ2, изготовленные в десятой и одиннадцатой пятилетках, оборудованы системой автоматической локомотивной сигнализации, устройствами, обеспечивающими возможность управления двумя тепловозами по системе многих единиц и работы машиниста без помощника.

В процессе выпуска тепловозов ТЭМ2 в их конструкцию вносились изменения. Так, тепловозы, выпущенные с 1978 г., имеют измененные по форме кузова по типу кузовов тепловозов ТЭМ2У (см. ниже)

Тепловозы ТЭМ2М. Первый опытный тепловоз ТЭМ2М-001, на кото-

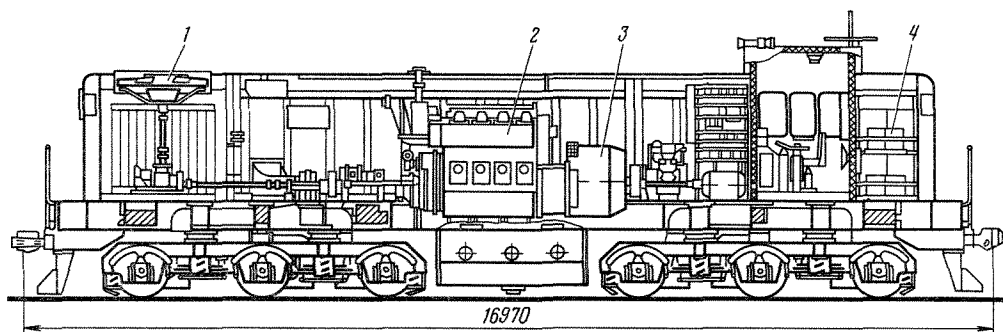


Рис 92 Расположение оборудования на тепловозе ТЭМ2М

1— вентилятор, 2— дизель, 3— тяговый генератор, 4— аккумуляторная батарея

ром в отличие от тепловоза ТЭМ2 вместо дизеля ПД-1М был установлен дизель 2-6Д49 (8ЧН 26/26) Коломенского тепловозостроительного завода, был выпущен в 1974 г

Начиная с 1984 г Брянский машиностроительный завод стал в небольшом количестве выпускать тепловозы ТЭМ2М с целью накопления эксплуатационного опыта. Тележки и внешнее очертание кузова тепловоза ТЭМ2М (рис. 92) не отличаются от тепловозов ТЭМ2, в то же время в конструкцию локомотива

внесены изменения, обусловленные применением другого дизеля.

Дизель 2-6Д49 вместе с тяговым генератором ГП-300Б образуют агрегат 17ПДГ-2. Дизель восьмицилиндровый с V-образным расположением цилиндров, диаметр цилиндров и ход поршней 260 мм. При частоте вращения вала 800 об/мин дизель развивает номинальную мощность 1200 л.с. Минимальная частота вращения вала 350 об/мин. Расход топлива при номинальной мощности 152—160 г/(эл.с.ч). Масса сухого дизеля 9600 кг.

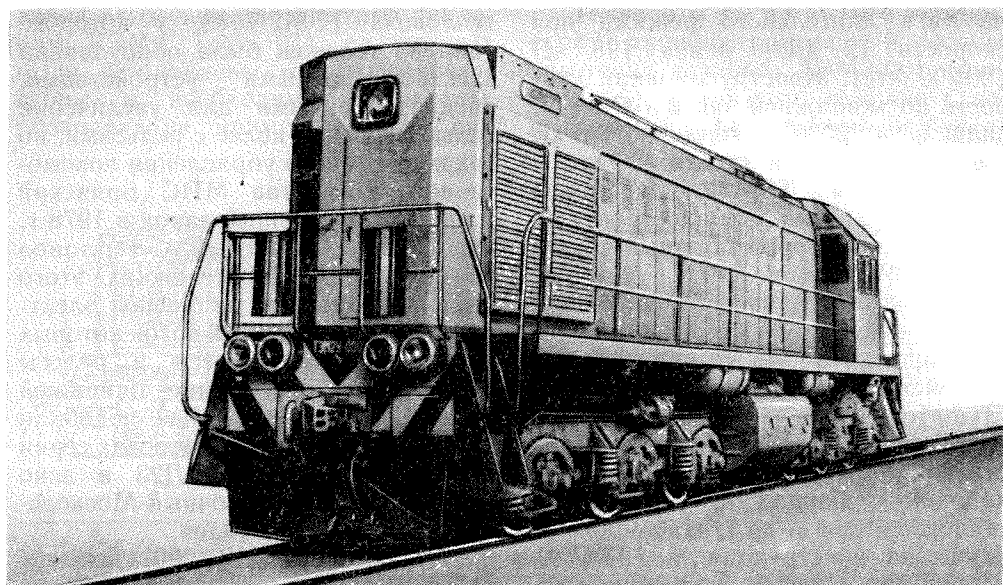


Рис 93 Тепловоз ТЭМ2У

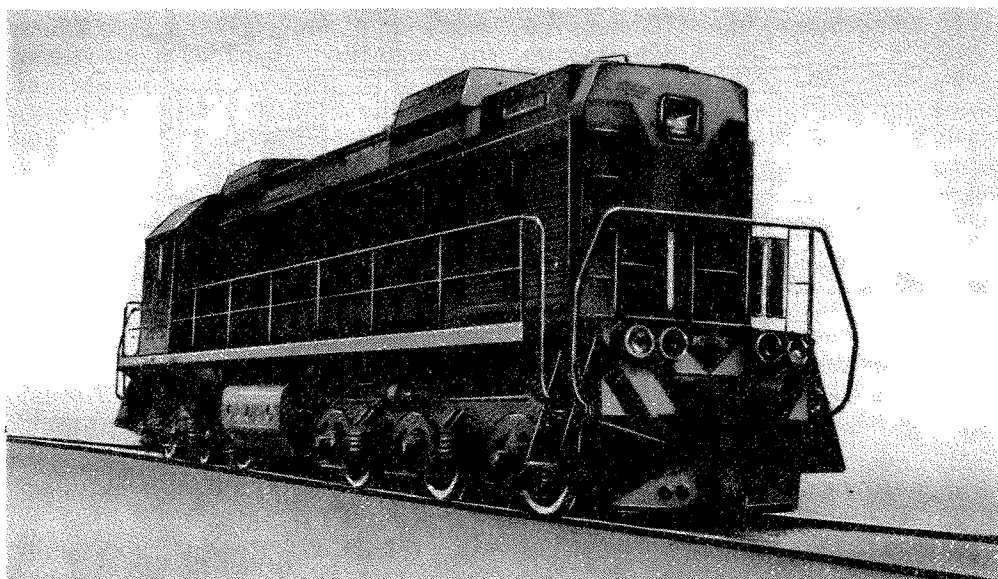


Рис 94 Тепловоз ТЭМ2Т

Система охлаждения дизеля двухконтурная, в первом контуре охлаждается вода дизеля и охладителя наддувочного воздуха, масло дизеля охлаждается в водомасляном теплообменнике, включенном во второй контур. Масса тепловоза 120 т. Сила тяги длительного режима при скорости 12 км/ч равна 198 кН (20 200 кгс). Конструкционная скорость по экипажной части 100 км/ч, запас песка 2000 кг, топлива 5400 кг, воды 600 л, масла дизеля 400 кг.

Тепловозы ТЭМ2У. В конце 1978 г. Брянский машиностроительный завод построил опытный тепловоз ТЭМ2У (рис 93), который в отличие от тепловозов ТЭМ2 имел измененную форму капота и кабины машиниста, а также ряд новых устройств (новый пульт управления, глушитель шума, поперечные стяжки подвесок тормозных колодок, препятствующие сползанию тормозных колодок с бандажей, улучшенную теплоизоляцию и др.). На тепловозе улучшена конструкция дизель-генератора, рессорного подвешивания, предусмотрен электрический подо-

грев воды в системе охлаждения. Сцепная масса тепловоза увеличена до 123,6 т. С 1984 г. завод начал серийное изготовление тепловозов ТЭМ2У.

Опытный тепловоз ТЭМ2УС. После проведения в 1976 г. испытаний тепловоза ТЭМ2-1983, у которого одна из тележек была оборудована электромагнитными устройствами, предназначенными для увеличения силы сцепления колес с рельсами, по заказу Главного управления локомотивного хозяйства МПС Брянский машиностроительный завод в 1978 г. изготовил опытный тепловоз ТЭМ2УС-0001. На тележках этого тепловоза были установлены электромагниты, магнитный поток которых проходил через колеса и рельсы и создавал притяжение бандажей к головкам рельсов. Ранее подобная идея проверялась на паровозах серии СО и электровозах ВЛ23 в депо Ленинград-Сортировочный Московский в начале 50-х годов.

Тепловоз ТЭМ2УС-0001 испытывался ВНИТИ, но до 1986 г. решение о дальнейшем оборудовании тепलो-

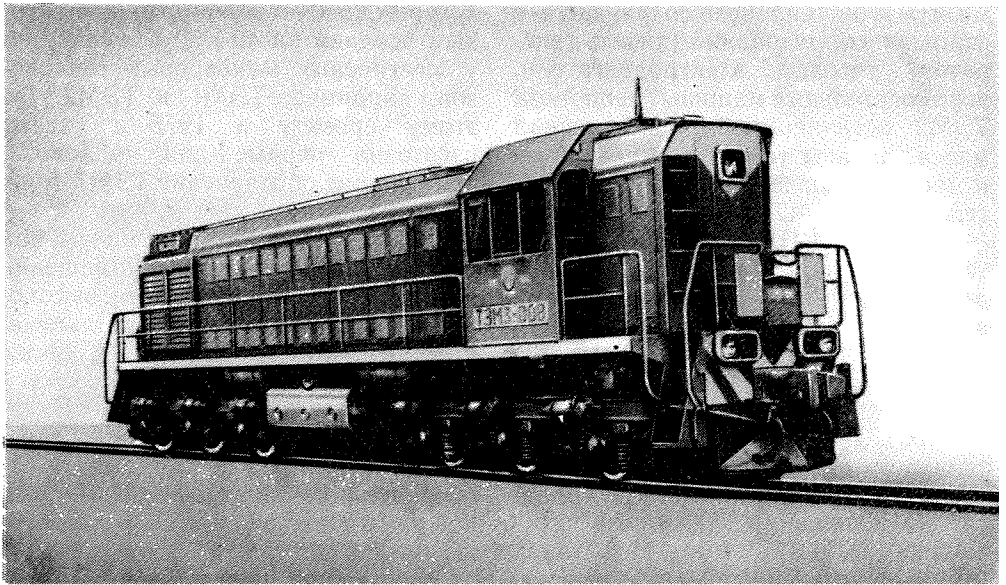


Рис 95 Тепловоз ТЭМ3

зов электромагнитной системой увеличения силы сцепления не было принято

Тепловозы ТЭМ2¹. Для решения вопроса о целесообразности применения электрического торможения на тепловозах ТЭМ2 в 1985 г Брянский завод изготовил два опытных тепловоза ТЭМ2¹ (рис 94), на которых были установлены тормозные резисторы и необходимые аппараты, позволяющие применять этот вид

торможения Тепловозы поступили для опытной эксплуатации в депо Брянск Максимальная мощность тормозных резисторов при естественной вентиляции и скорости тепловоза 40 км/ч составляет 1100—1200 кВт

Тепловозы ТЭМ3. В 1979 г Брянский машиностроительный завод изготовил тепловоз ТЭМ3-001 (рис 95 и 96), у которого тележки были выполнены с бесчелюстными букса

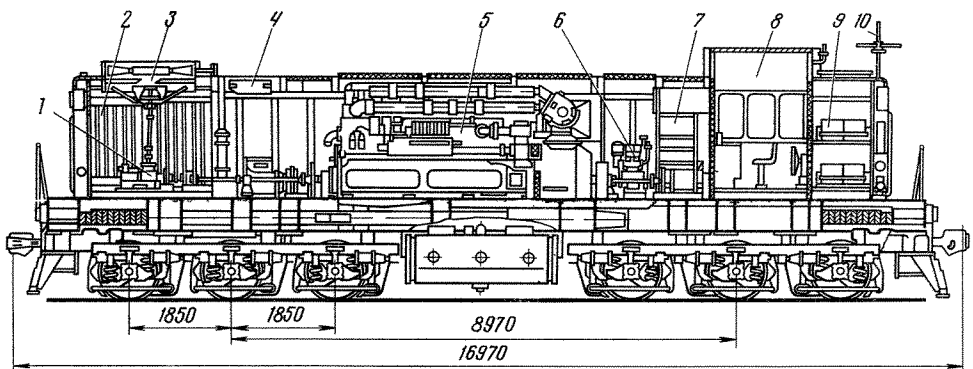


Рис 96 Расположение оборудования на тепловозе ТЭМ3

1—редуктор вентилятора холодильника 2—охлаждающие секции 3—вентилятор холодильника 4—бак для воды 5—дизель 6—компрессор 7—камера для электрических аппаратов 8—кабина машиниста 9—аккумуляторная батарея, 10—антенна

ми На этом тепловозе сохранено все основное оборудование (дизель генератор, тяговые электродвигатели, вспомогательные машины) тепловоза ТЭМ2, остались такими же сцепная масса, запасы топлива, песка, воды и масла, а также тяговые параметры тепловоза ТЭМ2

В 1980 г ВНИТИ провел сравнительные динамические испытания двух тепловозов ТЭМ2 с челюстными и ТЭМ3-001 с бесчелюстными тележками Тележки тепловоза ТЭМ3-001 были выполнены по типу тележек, изготовляемых производственным объединением «Ворошиловград-тепловоз» для магистральных тепловозов Статический прогиб рессорного подвешивания тепловоза составлял 90—100 мм Испытания показали, что тепловозы с бесчелюстными тележками имеют более высокие динамические свойства по сравнению с тепловозами на челюстных тележках

В последующие годы завод изготовил партию тепловозов ТЭМ3, которые поступили для эксплуатационных испытаний на железные дороги

2. Тепловозы ТЭМ7

В соответствии с техническим заданием Министерства путей сообщения, Министерства тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения и Министерства электротехнической промышленности на Людиновском тепловозостроительном заводе под руководством главного конструктора завода В Н Логунова в 1973 г были впервые в Советском Союзе разработаны технический проект и рабочие чертежи маневрово-вывозного восьмиосного однокузовного тепловоза с дизелем мощностью 2000 лс Этот тепловоз предназначен для вывозной работы и маневровой работы на станциях, в том числе на сортировочных горках, с составами, вес

которых требует локомотивов с тяговым усилием на 40—50% выше, чем у шестиосных маневровых тепловозов, например, ТЭМ1 и ТЭМ2 По этому проекту в 1975 г завод изготовил первые два тепловоза, получившие обозначение ТЭМ7 (рис 97 и 98)

Кузов тепловоза капотного типа состоит из главной рамы, помещений для аккумуляторной батареи, высоковольтной камеры и холодильника, приваренных к раме, а также кабины машиниста и съемных частей кузова машинного отделения Силовая установка 2-26ДГ (дизель и тяговый генератор) и все основное оборудование смонтированы на главной раме На концах рамы установлены автосцепки типа УВЗ или СА 3

Экипажная часть тепловоза состоит из четырех одинаковых бесчелюстных тележек с поводковыми роликowymi буксами Рамы тележек опираются на буксы через цилиндрические пружины На каждые две соседние тележки с помощью маятниковых подвесок опирается промежуточная сварная рама, имеющая шкворневую балку Кузов тепловоза № 0001 опирается на промежуточные рамы через боковые пневматические рессоры, а на тепловозе № 0002 — через винтовые пружины Тяговое усилие от двухосных тележек на промежуточную раму передается через наклонные тяги и рычажные механизмы, а от промежуточных рам к кузову — через шкворни Принятая схема подвешивания кузова рассчитана на прохождение тепловозом неровностей пути и вписывание в кривые радиусом 80 м Статический прогиб рессорного подвешивания тепловоза № 0001 176 мм, из них 56 мм приходится на первую ступень (пружины тележек)

Бандажные колеса имеют диаметр 1050 мм Редуктор тяговой передачи односторонний с упругими зубчатыми колесами, передаточное число редуктора $75/17=4,41$ К каждому колесу прижимаются две тор

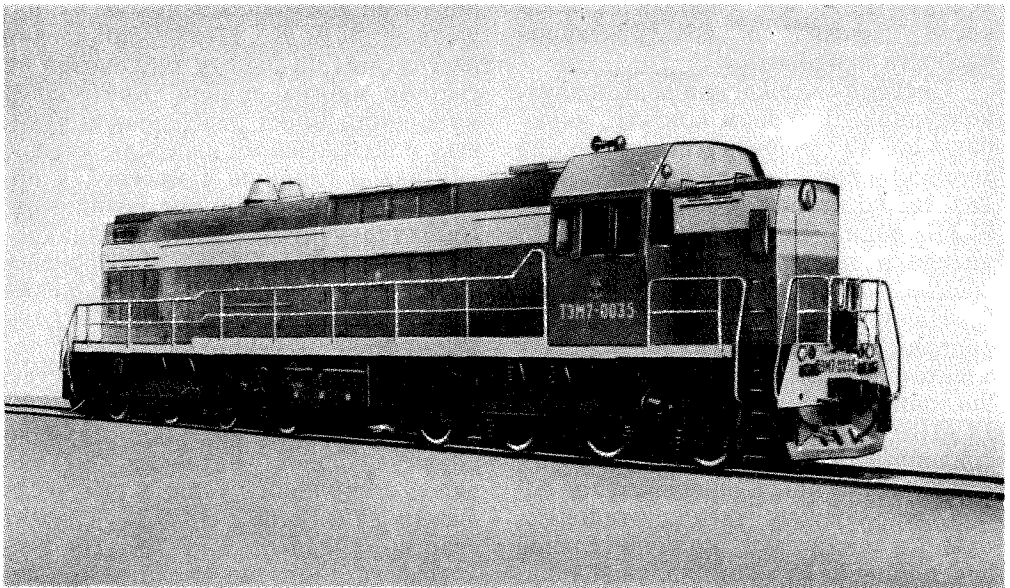


Рис 97 Тепловоз ТЭМ7

мозные колодки (по одной с каждой стороны) На тележках установлено по два тормозных цилиндра диаметром 10" Тепловоз оборудован краном машиниста № 394, двумя кранами вспомогательного тормоза № 254 (со стороны машиниста и со стороны помощника, где имеется переносной пульт для управления тепловозом), воздухораспределителем № 270 005-1 и автоматической локомотивной сигнализацией АЛСНВ ЭП

На тепловозе установлен четырех

тактный V образный двенадцатицилиндровый дизель 2 2Д49 (12ЧН 26/26), имеющий газотурбинный наддув и охлаждение наддувочного воздуха, диаметр цилиндров дизеля и ход поршня 260 мм Номинальная мощность дизеля при частоте вращения вала 1000 об/мин 2000 лс, расход топлива при номинальной мощности 153—160 г/(элс·ч) Масса дизеля 14 200 кг Регулирование мощности дизеля осуществляет объединенный регулятор, позволяющий

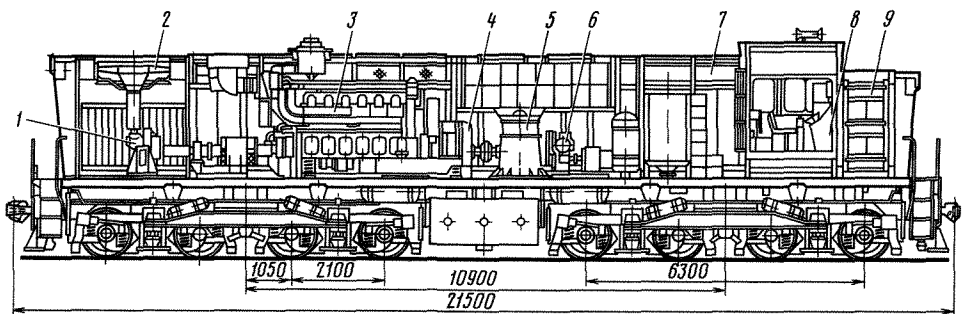


Рис 98 Расположение оборудования на тепловозе ТЭМ7

1— гидроредуктор привода вентилятора 2— вентилятор 3— дизель 4— тяговый генератор 5— вентиляторный агрегат 6— мотор компрессор 7— камера для электрических аппаратов 8— пульт управления 9— аккумуляторная батарея

использовать всю свободную мощность дизеля до конструктивной скорости тепловоза.

Система охлаждения дизеля двухконтурная. В первом контуре, включающем 12 водовоздушных секций холодильника, охлаждается вода дизеля; во втором, имеющем 18 секций, — вода, охлаждающая масло дизеля в теплообменнике, и наддувочный воздух в воздухоохладителе.

На тепловозе ТЭМ7 применена (впервые на маневровых тепловозах) электрическая передача переменного постоянного тока. Тяговый генератор ГС-515, спроектированный и изготовленный Харьковским заводом «Электротяжмаш», представляет собой синхронную двенадцатиполусную машину с принудительной вентиляцией. Его номинальная мощность 1310 кВт; напряжение 273/153 В, ток $2 \times 1520 / 2 \times 2700$ А, частота вращения ротора 1000 об/мин; коэффициент полезного действия 94,5%. По габаритам этот генератор не отличается от генераторов ГС-501А тепловозов ТЭ109 и ТЭ116, но на 500 кг легче последних. Обмотка статора генератора выполнена по схеме двух звезд. Вал генератора соединен с валом дизеля пластинчатой муфтой. Питание обмотки возбуждения ротора генератора осуществляется через выпрямитель от синхронного возбудителя ВС-650 В. Выпрямительная установка УВКТ-8У2, изготовленная Таллинским электротехническим заводом, собрана из 168 вентилях ВЛ-200-6Б.

Тяговые электродвигатели ЭД-120, изготовленные Харьковским заводом «Электротяжмаш», четырехполюсные, имеют опорно-осевую подвеску, последовательное возбуждение и принудительную вентиляцию. Их номинальная мощность 135 кВт (напряжение 205/360 В, ток 800/456 А, частота вращения якоря 246/1890 об/мин), максимальная частота вращения 2320 об/мин. Масса электродвигателя 3000 кг.

Цепи управления и освещения

питаются постоянным током напряжением 110 В. Цепи управления рассчитаны на работу тепловозов по системе многих единиц. Контроллер машиниста имеет реверсивную рукоятку с положениями «вперед», «нуль», «назад» и главную с нулевой и восьмью (1—8) рабочими позициями. Двухступенчатый шестицилиндровый компрессор ПК-5,25 производительностью при частоте вращения вала 1000 об/мин 3,5 м³/мин приводится электродвигателем постоянного тока ЭКТ-3 мощностью 21 кВт.

Для пуска дизеля, зарядки аккумуляторной батареи, питания цепей постоянного тока, в том числе электродвигателя ЭКТ-3, служит стартер-генератор СТГ-7М. На тепловозе установлена кислотная аккумуляторная батарея 48ТН-450 (напряжение 96 В), которая может быть заменена щелочной батареей 68ТПЖНК-250.

Сила тяги длительного режима при скорости 10,3 км/ч 343 кН (35 000 кгс). Конструкционная скорость тепловоза 100 км/ч. Служебная масса тепловоза с ²/₃ запаса песка и топлива 180 т, т. е. нагрузка от колесной пары на рельсы составляет 22,5 тс. На тепловозе уложен балласт в виде чугунных плит общей массой 25 т, из которых 12 т съемные; следовательно, возможно снижение нагрузки от колесной пары на рельсы до 21 тс с соответствующими изменениями номинальных значений силы тяги длительного режима [до 314 кН (32 000 кгс)] и скорости (до 11,6 км/ч). Запас топлива на тепловозе 6000 кг, песка 2300 кг, воды 950 кг и масла 800 кг.

После 1975 г. Людиновский тепловозостроительный завод продолжал изготовление тепловозов ТЭМ7 по несколько единиц в год. В период 1977—1980 гг. ВНИИЖТ совместно с ВНИТИ и Людиновским заводом провели комплекс исследований и поездных испытаний тепловозов ТЭМ7, которые позволили не-

сколько улучшить конструкцию экипажной части. Основные эксплуатационные испытания тепловозов проводились на Свердловской железной дороге. В депо Свердловск-Сортировочный поступили к 1981 г. шесть тепловозов ТЭМ7, а в 1982 г. все ранее работавшие на маневрах тепловозы ТЭ3 были заменены тепловозами ТЭМ7.

Тепловозы ТЭМ7, начиная с № 0003, выпускались только с винтовыми пружинами между рамой кузова и промежуточными рамами. Параллельно этим пружинам были поставлены гидравлические гасители колебаний. При внесенных в конструкцию тепловоза изменениях общей прогиб рессорного подвешивания составил 172 мм, из которых на первую ступень пришлось 46 мм

На тепловозах ТЭМ7, начиная с № 0003, установлен тяговый генератор ГС-515У2, имеющий активную мощность 1400 кВт (напряжение 280/175 В, линейный ток $2 \times 1570 / 2 \times 2500$ А) и частоту тока 100 Гц при частоте вращения вала 1000 об/мин; поставлен стартер-генератор 2ПСГ-02; из первого контура системы охлаждения дизеля исключена одна секция радиатора (осталось 11 секций) и добавлена во второй контур (стало 19 секций); начали устанавливать тяговые электродвигатели ЭД-120А, отличающиеся от электродвигателей ЭД-120 только изоляцией отдельных узлов; изменилось количество воды (850 кг) и масла (970 кг) в системе охлаждения дизеля.

Во время испытаний тепловозов выявилось, что для быстрого наполнения тормозной системы состава производительность компрессора недостаточна. В порядке эксперимента на тепловозе ТЭМ7-0017 были установлены два компрессора ПК-5,25.

В мае 1980 г. Людиновский завод начал выпуск установочной партии тепловозов ТЭМ7; эти локомотивы строились в течение всей одиннадцатой пятилетки (1981—1985 гг.) и продолжали строиться в дальнейшем.

3. Опытный тепловоз ТЭМ12

В середине 70-х годов коллективом конструкторского бюро Людиновского тепловозостроительного завода под руководством главного конструктора В. Н. Логунова был разработан проект четырехосного тепловоза с групповым электрическим приводом. Эта работа проводилась по заданию Министерства черной металлургии с целью создания локомотива, близкого по мощности к тепловозу ТГМ6^А (см. гл. VIII), но несколько превосходящего его по силе тяги, надежности передачи и коэффициенту полезного действия

В 1978 г. по разработанному проекту Людиновский тепловозостроительный завод изготовил опытный тепловоз, получивший обозначение ТЭМ12-0001 (рис. 99 и 100). На тепловозе ТЭМ12 применены хорошо зарекомендовавшие себя узлы и оборудование тепловозов ТГМ6^А и ряда других серий, а вместо гидропередачи использована электрическая передача с групповым приводом колесных пар.

Капотный кузов с высоко поднятой кабиной обеспечивает машинисту хороший обзор. Двухосные тележки с колесами диаметром 1050 мм при новых бандажах выполнены с поводковыми бесчелюстными буксами. В кузове установлен дизель-генератор 2-18-ДГ, состоящий из дизеля 3А-6Д49 (8ЧН 26/26) и генератора ГП-319Б. Дизель при частоте вращения вала 1000 об/мин развивает номинальную мощность 1200 л.с., расход топлива на этом режиме 155 г/(э.л.с. · ч). Система охлаждения дизеля двухконтурная.

Тяговый генератор ГП-319Б значительно отличается от генераторов, ранее примененных на тепловозах ТЭМ5 (ГП-319) и ТЭМ6 (ГП-319А). При частоте вращения вала 1000 об/мин его номинальная мощность 780 кВт (ток 1815/980 А, напряжение 430/840 В). Масса

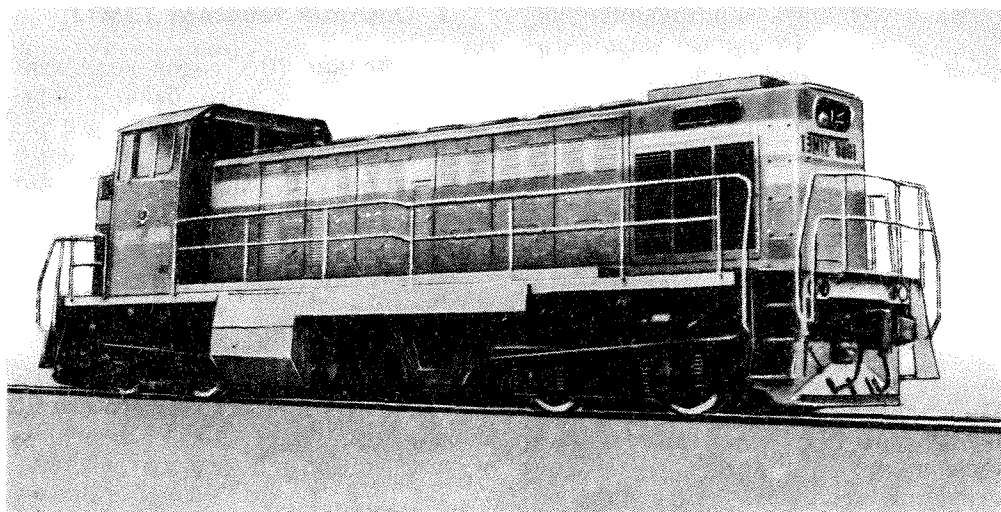


Рис 99 Тепловоз ТЭМ12

генератора 4300 кг. Генератор снабжен пусковой обмоткой. На тепловозе установлены двухмашинный агрегат А-706Б, состоящий из возбуждителя В-600 и вспомогательного генератора ВГТ-275/120, и синхронный подвозбудитель ВС-652.

Тяговый генератор питает два параллельно включенных тяговых электродвигателя ЭД-121, подвешенных к главной раме кузова. Валы электродвигателей соединены между собой и связаны с карданными валами, которые в свою очередь

соединены с осевыми редукторами. Это обеспечивает механическую связь между собой всех колесных пар локомотива. Якоря и полюсы электродвигателей такие же, как у электродвигателей ЭД-121 тепловозов ТЭП70 и ЭД-120А тепловозов ТЭМ7.

Для получения сжатого воздуха на тепловозе установлен компрессор ПК-5,25 производительностью 3,5—5 м³/мин. Компрессор, центробежный вентилятор группового воздухообеспечения и синхронный подвозбудитель приводятся через распределители

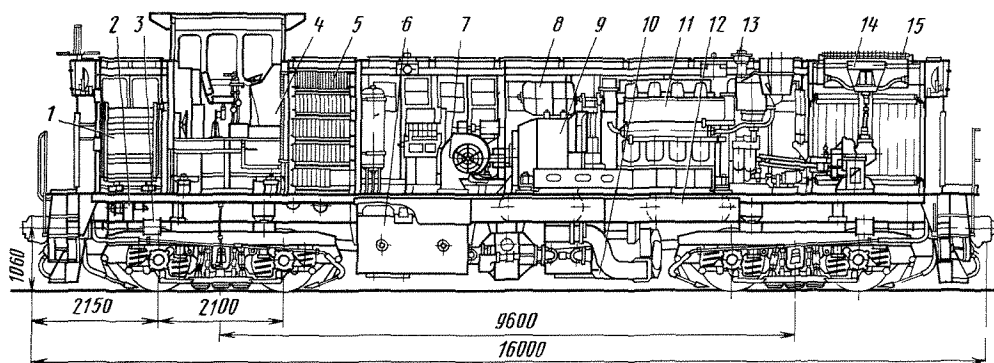


Рис 100 Расположение оборудования на тепловозе ТЭМ12

1— аккумуляторная батарея, 2— воздухораспределитель, 3— тормозной цилиндр, 4— пульт управления, 5— камера для электрических аппаратов, 6— топливный бак, 7— вентилятор, 8— двухмашинный агрегат, 9— тяговый генератор, 10— тяговый электродвигатель, 11— дизель, 12— главный воздушный резервуар, 13— выхлопная система, 14— вентилятор, 15— верхние жалюзи

тельный редуктор от вала тягового генератора. Двухмашинный агрегат, установленный на тяговом генераторе, имеет привод от распределительного вала дизеля.

Цепи управления и освещения питаются постоянным током напряжением 75 В. Аккумуляторные батареи 32ТН-450 служат для пуска дизеля и питания цепей при неработающем генераторе.

Служебная масса тепловоза 100 т. Расчетная длительная сила тяги на маневровом режиме 235 кН (24 000 кгс), на поездном — 117 кН (12 000 кгс), скорости длительного режима соответственно 10 и 20 км/ч; конструкционные скорости 40 и 80 км/ч. Минимальный радиус проходимых тепловозом кривых 60 м. Запас топлива на локомотиве 3400 кг, песка 110 кг. Тепловоз изготовлен с учетом возможности его дооборудования для управления по системе многих единиц.

4. Тепловозы ЧМЭЗ и их разновидности

Тепловозы ЧМЭЗ. В период 1976—1985 гг. завод Локомотивка-Соколово, входящий в чехословацкий концерн (объединение) «ЧКД-Прага», продолжал постройку для Советского Союза шестиосных маневровых тепловозов с электрической передачей ЧМЭЗ (рис. 101 и 102). Первые два опытных тепловоза этой серии были изготовлены в 1963 г. и поступили для испытаний на советские железные дороги в начале 1964 г. В этом же году завод начал серийный выпуск тепловозов ЧМЭЗ.

Тепловоз ЧМЭЗ имеет кузов капотного типа, главная рама которого опирается с помощью восьми боковых подвесок на рамы тележек. Силы тяги и торможения от тележек к раме кузова передаются через центральные цилиндрические шкворни; расстояние между осями шкворней 8660 мм.

Кабина машиниста расположена между машинным отделением и помещением для аккумуляторной батареи; в передней части тепловоза размещен холодильник.

Рама тележки имеет Н-образную форму, и ее единственная поперечная балка является также и шкворневой. Боковины рамы через двойные винтовые цилиндрические пружины опираются на концы балансиров, в которых укреплены буксы; вторые концы балансиров с помощью резинометаллических шарниров соединены с рамой тележки. В системе рессорного подвешивания предусмотрены гидравлические амортизаторы. Статический прогиб подвешивания 102,5 мм. Буксы колесных пар имеют по одному двухрядному сферическому роликовому подшипнику; диаметр шейки оси 170 мм.

На тележке установлены 4 тормозных цилиндра диаметром 8". Применены кран машиниста № 394, кран вспомогательного тормоза № 254, воздухораспределитель № 483.

Подвеска тяговых электродвигателей опорно-осевая. Зубчатый редуктор односторонний с передаточным числом $76:15=5,07$. Колесные пары имеют диаметр колес 1050 мм. Тяговые электродвигатели третьей и четвертой осей обращены передней частью в сторону концов тепловоза, остальных осей — в сторону центра локомотива.

На тепловозе установлен шестицилиндровый четырехтактный дизель К6S310DR с вертикальным расположением цилиндров. Диаметр цилиндров 310 мм, ход поршня 360 мм. Мощность дизеля при частоте вращения вала 750 об/мин 1350 л. с. (994 кВт); применен наддув ($1,6 \text{ кгс/см}^2$). Рабочий диапазон частот вращения вала дизеля 350—750 об/мин, степень сжатия 13, давление в конце процесса сжатия 40—57 кгс/см², максимальное давление сгорания 70—90 кгс/см².

Регулятор мощности дизеля центробежный с гидравлическим мульти-



Рис. 101 Тепловоз ЧМЭЗ

пликатором и компенсатором мощности. Пуск дизеля главным генератором от аккумуляторной батареи. Расход топлива при номинальной мощности 162—170 г/(элс·ч). Масса дизеля 13 400 кг.

Водяная система тепловоза состоит из двух самостоятельных систем. Главная система (первый круг циркуляции) служит для охлаждения блоков и крышек цилиндров, а также корпуса воздухоудки; вспомогательная система (второй круг циркуляции) — для охлаждения наддувочно-

го воздуха и масла (в водомасляном теплообменнике). Секции холодильника тепловоза выполнены с ребристыми плоскими трубками.

Дизель приводит во вращение якорь тягового генератора TD-802. Генератор десятиполюсный с независимым возбуждением; на главных полюсах его имеется пусковая обмотка для пуска дизеля. Особенностью конструкции генератора является применение только одного подшипника со стороны коллектора, второй скользящей опорой якоря служит

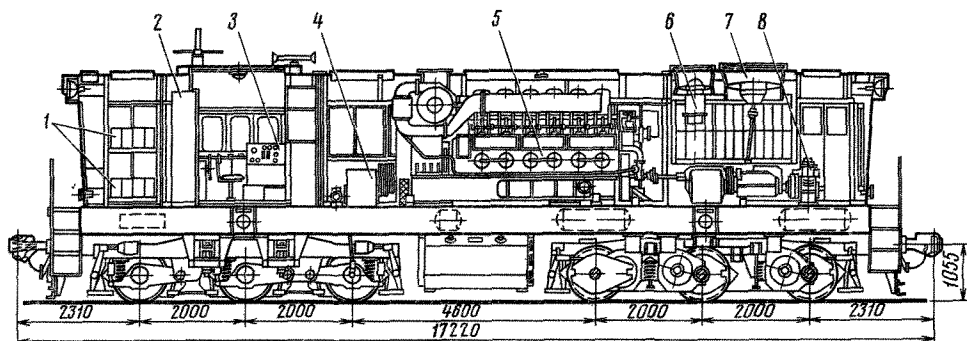


Рис. 102 Расположение оборудования на тепловозе ЧМЭЗ.

1— аккумуляторная батарея, 2— камера для электрических аппаратов, 3— пульт управления, 4— вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей, 5— дизель, 6— мотор-вентилятор холодильника, 7— колесо вентилятора, 8— компрессор

подшипник вала дизеля. Продолжительная мощность 885 кВт при частоте вращения якоря 750 об/мин (ток 2350 А, напряжение 377 В), масса генератора 4700 кг.

На тепловозе установлен двухмашинный агрегат, состоящий из возбuditеля ДТ-706-4 и вспомогательного генератора постоянного тока ДТ-701-4. Возбудитель имеет на главных полюсах три обмотки (параллельную, независимую и противоконпаундную, по которой проходит ток главного генератора), обеспечивающие регулирование тока возбуждения тягового генератора с целью наиболее полного использования мощности дизеля. Мощность возбудителя при частоте вращения его якоря 2400 и 1280 об/мин соответственно равна 16,2 кВт (90 В, 180 А) и 4 кВт (45 В, 90 А); мощность вспомогательного генератора 14,4 кВт (115 В, 125 А) и 12 кВт (115 В, 104 А).

Тяговые электродвигатели ТЕ-006 четырехполюсные с последовательным возбуждением и независимой вентиляцией; обмотка якоря петлевая. Электродвигатель имеет следующие номинальные параметры при работе на тепловозе

Возбуждене, %	Мощность, кВт	Ток, А	Напряже- ние, В	Частота вращения якоря, об/мин
100	123	750	197	295
22,5	134	522	283	1660

Максимальная частота вращения якоря 2630 об/мин, масса электродвигателя 2540 кг

Тяговые электродвигатели попарно соединены последовательно, а образующиеся три пары соединены между собой параллельно. Применение двух ступеней ослабления возбуждения — 35 и 20% позволяет использовать полную мощность дизеля до скорости 68 км/ч.

Контроллер машиниста имеет две рукоятки. реверсивную с положениями «вперед», «пуск дизеля», «назад»

и «нуль» и главную с нулевой и восемью (1—8) рабочими позициями. Для получения сжатого воздуха имеется трехцилиндровый компрессор типа К2Лок1, подобный компрессорам, установленным на электровагонах ЧС2, ЧС2г, ЧС7. Компрессор приводится от дизеля через гидромеханический редуктор, позволяющий выключать компрессор

На тепловозе установлена щелочная аккумуляторная батарея NiFe-NI-15 емкостью 150 А·ч с номинальным напряжением 115 В (75 элементов).

Конструкционная масса тепловоза 114,4 т; масса в рабочем состоянии 123 т. Запас топлива 5000 кг, масла 650 л, воды 1100 л, песка 1500 кг.

Тепловоз может развивать максимальную силу тяги при коэффициенте сцепления 0,3 362 кН (36 900 кгс); сила тяги 30-минутного режима при скорости 9,3 км/ч — 275 кН (28 000 кгс), длительного режима при скорости 11,4 км/ч — 226 кН (23 000 кгс). Максимальная скорость тепловоза 95 км/ч; минимальный радиус проходимых кривых 80 м.

Все тепловозы ЧМЭЗ, построенные в 1976—1985 гг., оборудованы устройствами, обеспечивающими безопасную работу в одно лицо. Два сцепленных тепловоза могут управляться по системе многих единиц одним машинистом.

Тепловозы ЧМЭЗ поступили для работы на многие станции магистральных железных дорог Советского Союза, а в 1981—1985 гг. 105 тепловозов этой серии были направлены на промышленные пути Министерства черной металлургии. Первые 15 тепловозов (№ 3718—3732) для промышленных путей были изготовлены в 1981 г., они отличались от остальных тепловозов только отсутствием устройств автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН).

В мае 1971 г. в столетний юбилей предприятий «ЧКД-Прага» был изготовлен тысячный тепловоз ЧМЭЗ, а в октябре 1975 г. Пражский завод

выпустил двухтысячный тепловоз ЧМЭЗ Тепловоз ЧМЭЗ-2000 был направлен в депо Люблино Московской железной дороги, в которое в 1965 г поступил тепловоз ЧМЭЗ-001 В июле 1979 г завод изготовил трехтысячный тепловоз (поступил в депо Москва-Сортировочная), в сентябре 1982 г — четырехтысячный (депо Люблино) и, наконец, в ноябре 1985 г в депо им Ильича (Москва) торжественно был принят пяти тысячный тепловоз В процессе выпуска тепловозов ЧМЭЗ завод вносил необходимые изменения в конструкцию, не влияющие на основные тяговые и весовые параметры локомотива

Тепловозы ЧМЭЗМ. С целью повышения экономичности тепловоза ЧМЭЗ конструкторы завода Локомотивка-Соколово несколько перепроектировали его По новому проекту завод в 1977 г построил два опытных тепловоза ЧМЭЗМ (рис 103), на которых в 1978 г проводились наладочные испытания электрооборудования Затем тепловозы испытывались ВНИИЖТом, после чего поступили в опытную эксплуатацию в депо Люблино Длина рамы тепловоза по сравнению с ЧМЭЗ увеличена с 16 000 до 17 000 мм, что связано с размещением дополнительного электрооборудования для электрического тормоза, изменено и расстояние между шкворнями с 8660 до 9680 мм Для повышения использования сцепного веса все тяговые электродвигатели на тепловозе установлены в сторону середины локомотива, при этом колесная база тележек уменьшилась с 4000 до 3600 мм

На тепловозах ЧМЭЗМ сохранен дизель К6S310DR, но его мощность за счет установки более мощной турбовоздуходувки (давление наддува повышено с 1,6 до 1,69 кгс/см²) и изменения конструкции поршневой группы увеличена до 1500 лс (1104 кВт), при номинальной мощности частота вращения вала дизеля возросла до 775 об/мин

Тяговый генератор TD-804 по своим габаритам и весу не отличается от генератора TD-802 тепловоза ЧМЭЗ, но имеет измененные размеры пазов и обмоточный медь, а также более короткий коллектор Номинальная мощность 980 кВт Продолжительный ток 2250 А, максимальное напряжение 650 В, частота вращения якоря 775 об/мин

Вспомогательный генератор трехфазного тока А-410 имеет номинальную мощность 75 кВт, напряжение 100 В Его обмотки включены по схеме «звезда»

Номинальная мощность тяговых электродвигателей ТЕ-010 145 кВт, продолжительный ток якоря 750 А, максимальный ток возбуждения 180 А, частота вращения якоря при номинальной мощности 308 об/мин, максимальная частота 2420 об/мин Якоря тяговых электродвигателей попарно соединены последовательно и как в режиме тяги, так и в режиме реостатного торможения работают при независимом возбуждении Обмотки главных полюсов тяговых электродвигателей также попарно соединены последовательно и питаются через три управляемых выпрямителя, к которым подводится трехфазный ток, вырабатываемый вспомогательным генератором Через управляемые выпрямители получает питание и независимая обмотка возбуждения тягового генератора Питание обмотки возбуждения вспомогательного генератора и заряд аккумуляторных батарей осуществляются через управляемые выпрямители, подключенные к двум фазам вспомогательного генератора

На тепловозах используется механический привод вентилятора холодильника от коробки гидромеханического привода НУК-2, установлен более мощный компрессор КЗLok1, впоследствии примененный на электровозах ЧС8

Служебная масса тепловоза увеличилась со 123 до 126 т, запас топлива возрос с 5000 до

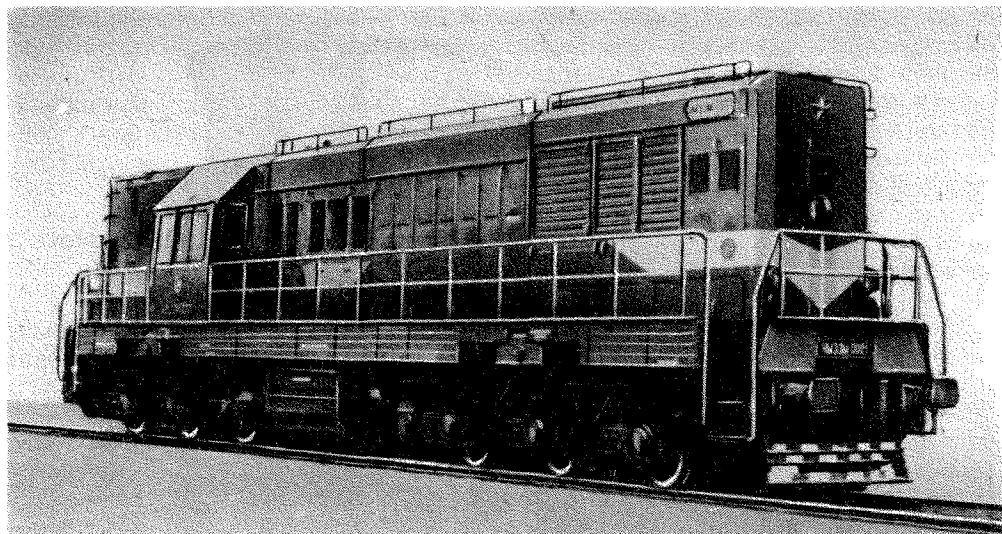


Рис 103 Тепловоз ЧМЭЗМ

6000 кг. Максимальная скорость повышена с 95 до 100 км/ч. В длительном режиме при скорости 13 км/ч тепловоз реализует силу тяги 237 кН (24 200 кгс).

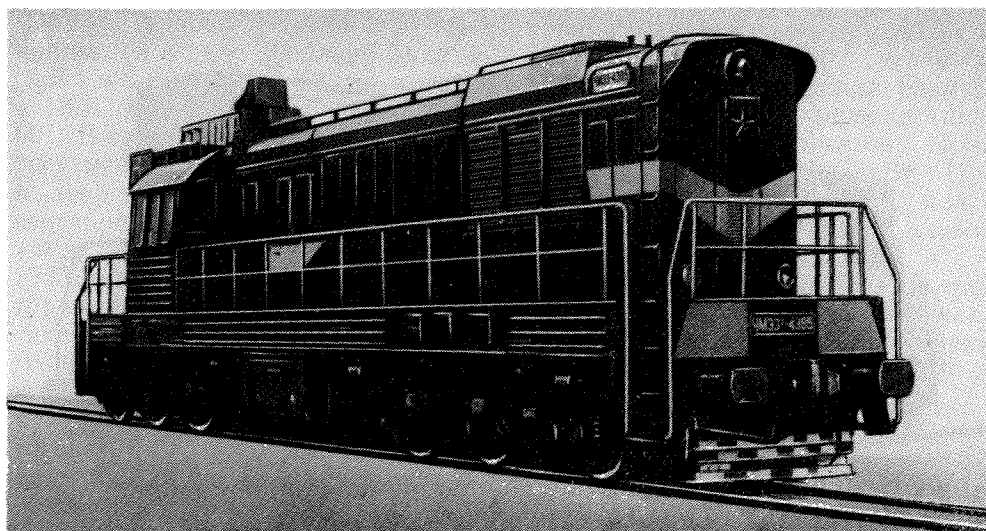
Реостатный тормоз рассчитан на номинальную мощность 1000 кВт, его максимальная мощность 1280 кВт, при этом тормозное усилие составляет 371 кН (37 800 кгс), а скорость 14–15 км/ч. При электрическом торможении может поддерживаться постоянная скорость движения. В пределах от 0 до 20 км/ч можно задавать значения необходимой для поддержания скорости с интервалом 1 км/ч, от 20 до 100 км/ч — с интервалом 5 км/ч. Для автоматики, поддерживающей заданную скорость, использованы бесконтактные элементы, в том числе тиристоры.

Особенностью электрического тормоза на тепловозе является то, что энергия, вырабатываемая тяговыми электродвигателями при торможении, частично используется для вращения главного генератора, работающего при этом в режиме двигателя, а вместе с ним вала дизеля и вспомогательных машин (электродинамическое торможение), большая

же часть электрической энергии превращается в резисторах в тепловую (реостатное торможение).

Тепловозы ЧМЭЗМ не пошли в серийное производство, но примененное на них электронное оборудование и новые конструктивные решения ряда узлов и деталей в дальнейшем использовались заводами при создании тепловозов ЧМЭЗ^Т и ЧМЭ5 (см ниже).

Тепловозы ЧМЭЗ^Т. В 1984 г завод Локомотивка-Соколово построил два опытных тепловоза ЧМЭЗ^Т (рис 104 и 105) с реостатным торможением (№ 4385 и 4596). Эти тепловозы практически сохранили принятые для тепловозов ЧМЭЗ конструкцию механической части и оборудование (тележки, основные размеры кузова, дизель K6S310DR с теми же параметрами). Основным отличием тепловозов ЧМЭЗ^Т от ЧМЭЗ является применение реостатного тормоза и автоматического устройства поддержания постоянной температуры воды в системе охлаждения дизеля. Реостатный тормоз номинальной мощностью 850 кВт обладает повышенной тормозной силой в области низких скоростей, что особенно

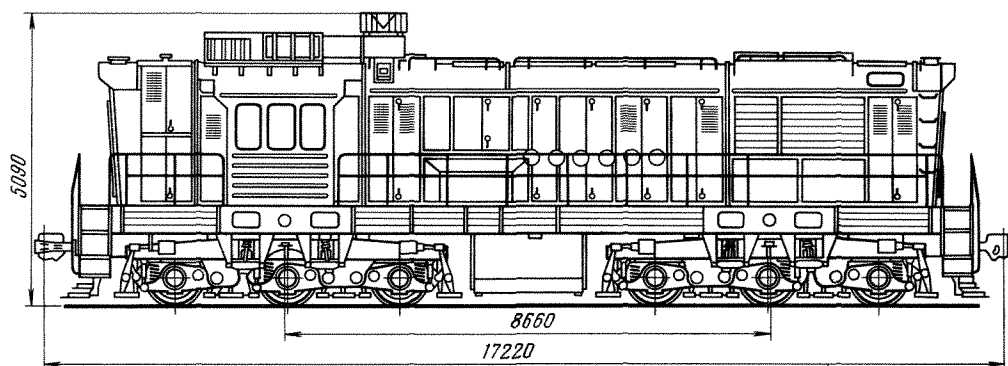
Рис 104 Тепловоз ЧМЭЗ^Т

важно для маневрового локомотива. Расположение тормозных резисторов над кабиной машиниста позволило не увеличивать длину тепловоза, как это было сделано на тепловозах ЧМЭЗМ. Аппаратура управления электрическим тормозом помещена в шкафах, расположенных под задним капотом, образующим помещение для аккумуляторной батареи. Управление электрическим тормозом осуществляется рукояткой контроллера, для которой добавлены четыре тормозные позиции. Эти позиции набираются при передвижении рукоятки в противопо-

ложную от тяговых позиций сторону. Управление может производиться также с переносного пульта. Когда при электрическом торможении скорость снижается до 2 км/ч, автоматически включаются пневматические тормоза.

Масса тепловоза ЧМЭЗ^Т (123 т), длительная сила тяги [226 кН (23 000 кгс)], номинальная мощность (1350 л.с) и максимальная скорость такие же, как у тепловоза ЧМЭЗ.

Тепловоз № 4385 испытывался на экспериментальном кольце ВНИИЖТа; для обоих тепловозов

Рис 105 Боковой вид тепловоза ЧМЭЗ^Т

депо Люблино организовало опытную эксплуатацию. Положительные результаты испытаний послужили основанием для изготовления в 1985 г. опытной партии тепловозов ЧМЭ5⁷.

5. Опытные тепловозы ЧМЭ5

В конце 1985 г. по техническим условиям, согласованным с Главным управлением локомотивного хозяйства МПС, заводом Локомотивка-Соколово были изготовлены два опытных восьмиосных маневровых тепловоза ЧМЭ5 (рис 106 и 107), имеющих, как и тепловозы ТЭМ7, экипажную часть с использованием двухосных тележек. Один из этих тепловозов — ЧМЭ5-002 демонстрировался в 1986 г. на международной выставке «Железнодорожный транспорт — 86», проводившейся у экспериментального кольца ВНИИЖТа на станции Щербинка

Кузов тепловоза имеет главную раму, на которой укреплены два капота и кабина машиниста. Главная рама опирается на две промежу-

точные рамы через цилиндрические винтовые пружины, параллельно которым поставлены гидравлические амортизаторы. Концы промежуточных рам подвешены к средним частям рам тележек (по две подвески на каждую двухосную тележку). Передача тяговых и тормозных сил от промежуточных рам к главной раме осуществлена с помощью шкворней, от тележек к промежуточным рамам — с помощью наклонных тяг.

Применение в экипажной части промежуточных рам позволило разделить угол поворота колесных пар относительно рамы кузова при прохождении кривых участков пути на две части: угол между колесной парой и промежуточной рамой и угол между промежуточной и главной рамами, причем первый не превышает $\pm 3^\circ$. Это в свою очередь ведет к уменьшению угла набегания колес на рельсы и снижению износа как самих колес, так и головок рельсов. Погружение шаровых шарниров подвесок промежуточных рам в масляные ванны уменьшает трение скольжения и требует меньшего возвращающего усилия.

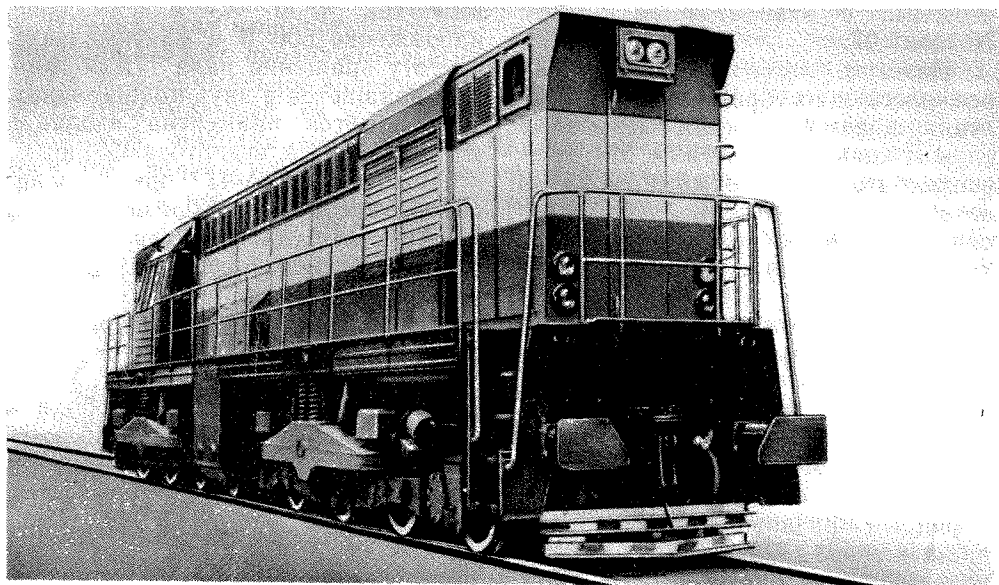


Рис 106 Тепловоз ЧМЭ5

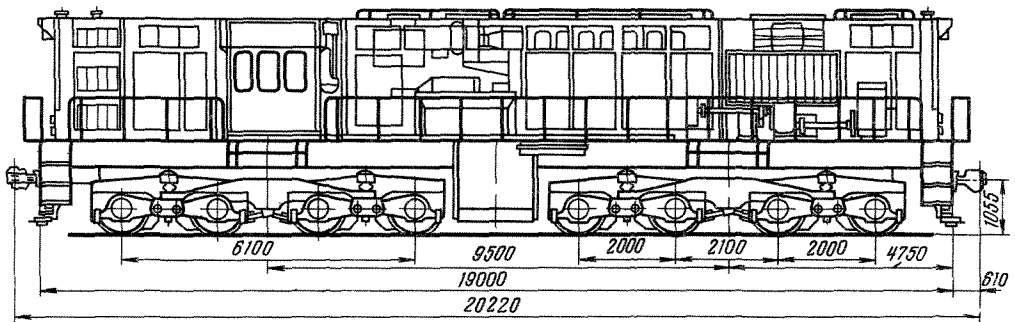


Рис. 107. Боковой вид тепловоза ЧМЭ5

Конструкция буксового узла тележек тепловоза ЧМЭ5 аналогична конструкции этого узла у тепловозов ЧМЭ3: баланси́р буксы резинометаллическим шарниром связан с рамой тележки; на другой конец баланси́ра вертикальная нагрузка от рамы тележки передается через цилиндрические пружины.

Общий статический прогиб рессорного подвешивания тепловоза составляет 150 мм, из них на первую ступень приходится 58 мм. Диаметр колес при новых бандажах 1050 мм. На тепловозе применены опорно-осевая подвеска тяговых электродвигателей, односторонняя прямозубая передача с передаточным числом $76:15=5,07$.

Нажатие тормозных колодок на все колеса одностороннее. Для управления пневматическими тормозами служат кран машиниста № 394, кран вспомогательного тормоза № 254 и воздухораспределитель № 483. Под первую и пятую колесные пары по ходу движения предусмотрена подача песка.

Дизель-генераторная установка тепловоза, размещенная под передним от кабины машиниста капотом, состоит из дизеля К8S310DR, тягового (главного) генератора TD-809 и возбuditеля А-412.

Дизель восьмицилиндровый, однорядный развивает при частоте вращения вала 775 об/мин номинальную мощность 2000 л.с. (1470 кВт). Диаметр цилиндров 310 мм, ход

поршней 360 мм; расход топлива при номинальной мощности 163 г/(э.л.с·ч); масса сухого дизеля 18 000 кг.

Система охлаждения дизеля двухконтурная; в главный контур входят рубашки цилиндров и турбонагнетателя; во вспомогательный — водомасляный теплообменник и холодильник наддувочного воздуха, поступающего в цилиндры.

Тяговый генератор постоянного тока TD-809 с независимым возбуждением и пусковой обмоткой, спроектированный специально для тепловоза ЧМЭ5, имеет номинальную мощность 1132 кВт, продолжительный ток 4800 А, максимальное напряжение 600 В и максимальную частоту вращения вала 775 об/мин. Вал вращается в двух подшипниках. Для обмоток применена изоляция класса F. Масса генератора 6551 кг.

Возбудитель А-412 представляет собой генератор трехфазного тока. Корпус возбудителя укреплен на тяговом генераторе. Возбудитель имеет номинальную мощность 96 кВ·А, фазовое напряжение 50 В, ток фазы 640 А; для обмоток также применена изоляция класса F. Масса возбудителя 800 кг. На свободный конец вала возбудителя посажен шкив для привода вентилятора, охлаждающего четыре тяговых электродвигателя.

Ток от возбудителя через пять полупроводниковых выпрямительных мостов питает обмотки возбуждения

тягового генератора и тяговых электродвигателей как в тяговом, так и в тормозном режимах. От свободного конца вала дизеля через коробку передач приводятся вентилятор холодильника, компрессор, вспомогательный генератор переменного тока А-402В и вентилятор для охлаждения четырех тяговых электродвигателей. Через коробку передач от дизеля приводится также генератор постоянного тока 206Т, служащий для заряда аккумуляторной батареи и питания цепей управления и вспомогательных цепей тепловоза. Генератор имеет независимое возбуждение, регулируемое тиристорами для поддержания напряжения на зажимах генератора 115 ± 1 В. Номинальная мощность генератора 9 кВт, ток 78 А, диапазон частоты вращения вала 1300—3000 об/мин, класс изоляции F; масса генератора 70 кг.

Тяговые электродвигатели ТЕ-009, выполненные на базе электродвигателя ТЕ-006 тепловоза ЧМЭЗ, имеют независимое возбуждение; якоря их всегда попарно соединены последовательно и образуют четыре параллельные ветви, подключенные к тяговому генератору. Номинальная мощность электродвигателя 125 кВт, продолжительный ток 750 А, максимальное напряжение 300 В, максимальный ток возбуждения 170 А, максимальная частота вращения якоря 2400 об/мин. Для обмоток машины применена изоляция класса F. Масса электродвигателя 2635 кг.

Независимое возбуждение тяговых электродвигателей в режиме тяги применено в основном из-за необходимости такого возбуждения в режиме электрического торможения.

Управление тепловозом осуществляется либо штурвалом контроллера машиниста, либо с переносного пульта. Штурвал имеет 12 рабочих позиций, нулевую и 9 тормозных. Частота вращения вала дизеля может иметь 11 фиксированных значений, тормозное усилие при

электрическом торможении — 8 значений.

Под капотом за кабиной машиниста находятся аккумуляторная батарея NiFe-HI-15 (емкость 150 А·ч, напряжение 115 В), аппаратура электрического тормоза, распределительный щит и электронный регулятор.

На тепловозе установлен компрессор нового типа 4DVK-200 производительностью $6,5 \text{ м}^3/\text{мин}$, что необходимо для быстрого наполнения сжатым воздухом тормозной системы длинных составов. Для обоих контуров системы охлаждения дизеля использован общий вентилятор; в том и другом контуре поддерживается одинаковая температура воды.

Масса тепловоза в рабочем состоянии 168 т (нагрузка от колесной пары на рельсы 21 тс). Сила тяги длительного режима 322 кН (32 800 кгс) при скорости 10,7 км/ч. Максимальная скорость тепловоза 95 км/ч, наименьший радиус проходимых кривых 80 м. Запас топлива на тепловозе 6000 л, песка 2000 кг; воды 1500 кг и масла дизеля 800 л.

При электрическом торможении энергия, вырабатываемая тяговыми электродвигателями, превращается в тепловую в тормозных резисторах (номинально 1100 кВт) и в механическую, которая затрачивается на вращение валов главного генератора, дизеля и связанных с ним вспомогательных машин (номинально 250 кВт); общая тормозная мощность 1350 кВт. В данном случае, как и на тепловозах ЧМЭЗМ, применено реостатное и электродинамическое торможение. Максимальное тормозное усилие тепловоза при скорости 3—17 км/ч составляет 334 кН (34 000 кгс).

При нарушении нормальной работы электронной системы возбуждения тягового генератора предусмотрена возможность работы тепловоза в режиме тяги с пониженными силой тяги [до 85 кН (8700 кгс)] и скоростью (до 25 км/ч).

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕПЛОВОЗЫ С ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

1. Тепловозы ТГМ23 и их разновидности

В период 1976—1985 гг. Муромский тепловозостроительный завод им Ф. Э. Дзержинского выпускал три разновидности промышленных трехосных тепловозов для колеи 1520 мм: ТГМ23, ТГМ23Б и ТГМ23В.

Тепловозы ТГМ23. Первый тепловоз серии ТГМ23 (рис. 108 и 109) завод изготовил в 1960 г.; постройка этих тепловозов продолжалась по 1976 г включительно.

Кузов тепловоза выполнен в виде двух капотов с расположенной между ними кабиной машиниста. Рама тепловоза изготовлена из стальных листов толщиной 25 мм; листы связаны концевыми стяжными ящиками и поперечными креплениями. Рама опирается на буксы через десятилистные рессоры; рессорное подвешивание в отличие от подвешивания тепловозов ТГМ1 — предшественников ТГМ23 — индивидуальное и не имеет балансиров. Буксы имеют по два конических роликовых подшипника. Колесные пары бандажного типа с противовесами и пальцами для спарников, диаметр новых колес 1050 мм. Нажатие тормозных колодок одностороннее, имеется только один тормозной цилиндр диаметром 13". Тепловозы оборудованы кранами машиниста № 394 и воздухораспределителями № 270.

На тепловозе установлен четырехтактный V-образный двенадцатицилиндровый дизель 1Д12Н-500 (12ЧН15/18) с газотурбинным наддувом. Диаметр цилиндров 150 мм, ход поршня с главным шатуном 180 мм, с прицепным — 186,7 мм. При

частоте вращения вала 1500 об/мин номинальная мощность 500 л.с. Расход топлива при номинальной мощности 170 г/(эл.с.ч). Масса дизеля 1800 кг. Управление дизелем осуществляется из кабины машиниста с помощью пневмопривода.

Вращающий момент от дизеля передается отбойному валу через унифицированную гидропередачу УГП-350-500 Муромского завода и реверс-режимный редуктор. Гидропередача состоит из гидротрансформатора, двух гидромуфт, зубчатых колес, ведущего (входного), главного и ведомого (выходного) валов. Вал дизеля связан с главным валом гидропередачи повышающим редуктором с передаточным числом 54·70.

Передаточное число зубчатых колес между главным и ведомым валами при работе на 1-й гидромуфте 68/28, на 2-й — 57/39. Ведомый вал гидропередачи соединен промежуточным валом с реверс-режимным редуктором, состоящим из режимной коробки с четырьмя шестернями и осевого редуктора, имеющего конические (передаточное число 45/31) и цилиндрические (50/21) шестерни. При маневровом режиме в работе участвуют четыре шестерни режимной коробки [(31/22) × (31/22) = 1,99], на поездном режиме шестерни в работе не участвуют: выходной вал гидропередачи непосредственно связан с валом осевого редуктора. Две больших и малая конические шестерни осевого редуктора позволяют не только уменьшать частоту вращения, но и менять направление движения.

Гидропередача позволяет тепловозу работать на шести разных

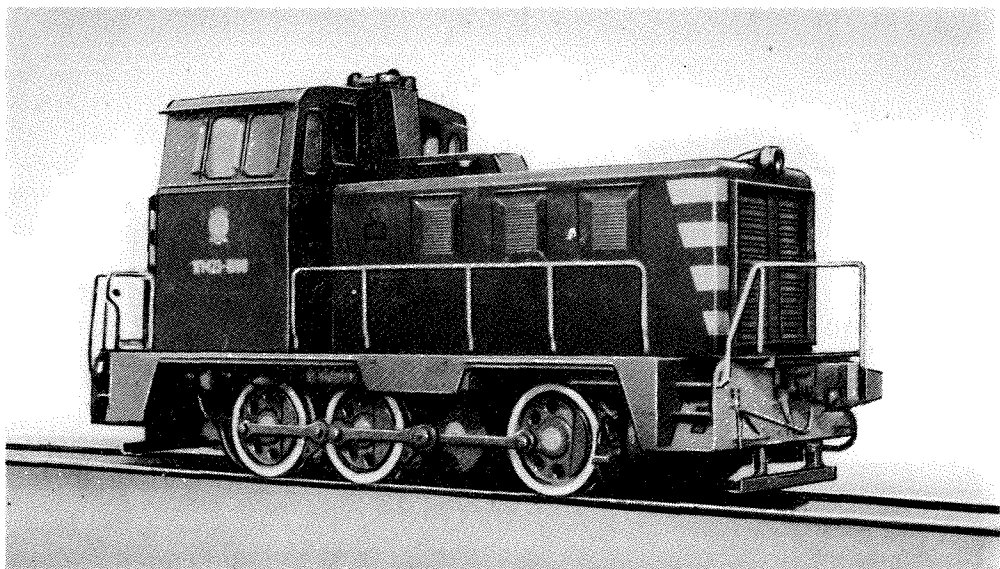


Рис 108 Тепловоз ТГМ23

режимах в пределах следующих скоростей (км/ч):

Режим	На гидро трансформаторах	На 1 й гидромупфте	На 2 й гидромупфте
Маневровый	0—14,3	14,3—17,8	17,8—30,0
Поездной	0—29,4	29,4—35,3	35,3—60,0

Для питания цепей управления, освещения (номинальное напряжение 24 В), пуска дизеля установлены генератор постоянного тока Г-732 (1,2 кВт, 28 В), стартер СТ-722 и четыре кислотных аккумуляторных батареи 6СТ-128 (включены по две последовательно) емкостью 256 А·ч.

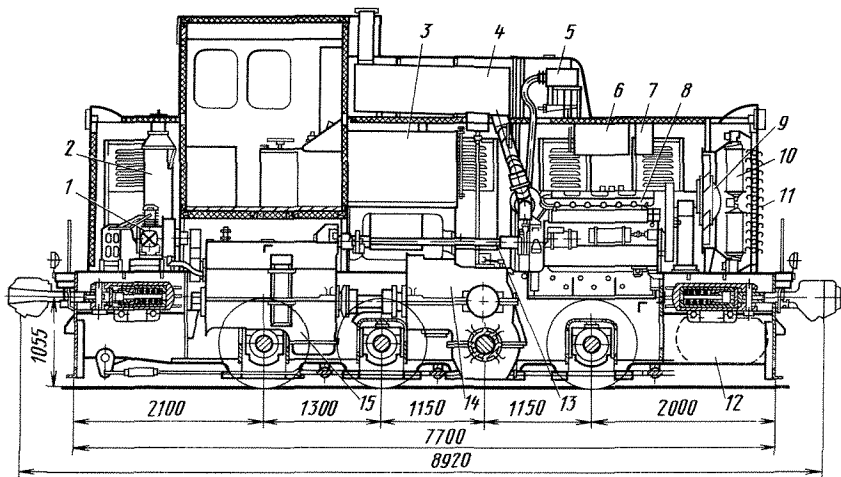


Рис 109 Расположение оборудования на тепловозе ТГМ23

1 — компрессор, 2 — котел для обогрева, 3 — топливный бак, 4 — глушитель, 5 — воздухоочиститель двигателя, 6 — масляный бак, 7 — водяной бак, 8 — дизель, 9 — радиатор, 10 — жальюзи, 11 — главный воздушный резервуар, 12 — вал с гибкими элементами, 13 — реверс редуктор, 14 — гидропередача

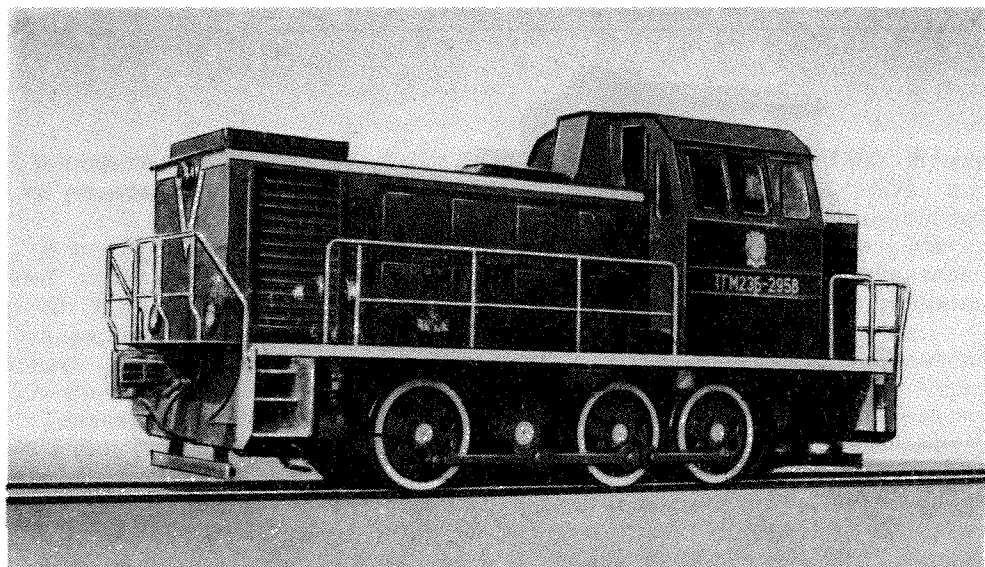


Рис 110 Тепловоз ТГМ23Б

Сжатый воздух вырабатывается двухцилиндровым двухступенчатым компрессором ПК-17, приводимым клиновыми ремнями от регулируемой гидромуфты, получающей вращение от вала дизеля. При частоте вращения вала компрессора 1450 об/мин его производительность составляет $1,75 \text{ м}^3/\text{мин}$ сжатого до давления $8 \text{ кгс}/\text{см}^2$ воздуха.

По условию отвода тепла от масла гидропередачи тепловоз при скорости 7 км/ч может реализовывать длительную силу тяги 10,8 кН (1100 кгс), а при скорости 14 км/ч (поездной режим) — 54 кН (5500 кгс). Максимальная скорость на маневровом режиме 30 км/ч, на поездном — 60 км/ч. Служебная масса тепловоза без балласта 39 т, с балластом —

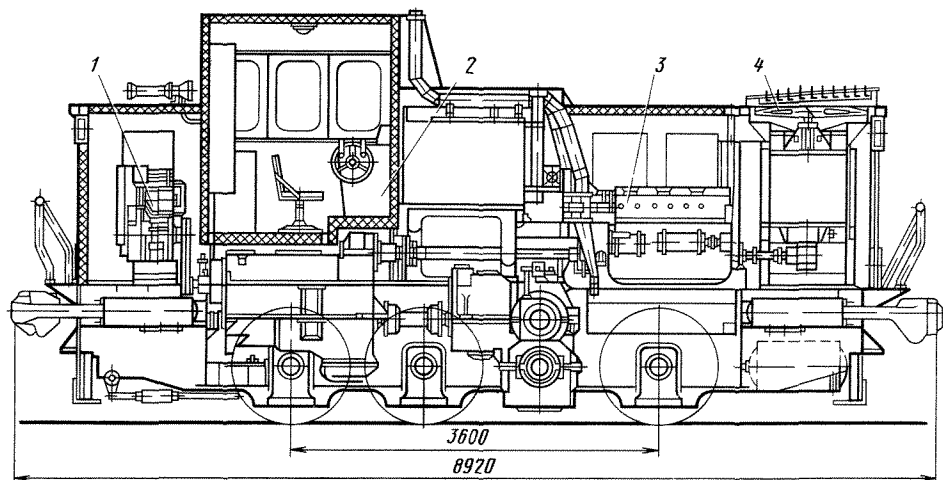


Рис 111 Расположение оборудования на тепловозе ТГМ23Б
1 — компрессор 2 — пульт управления 3 — дизель 4 — вентилятор

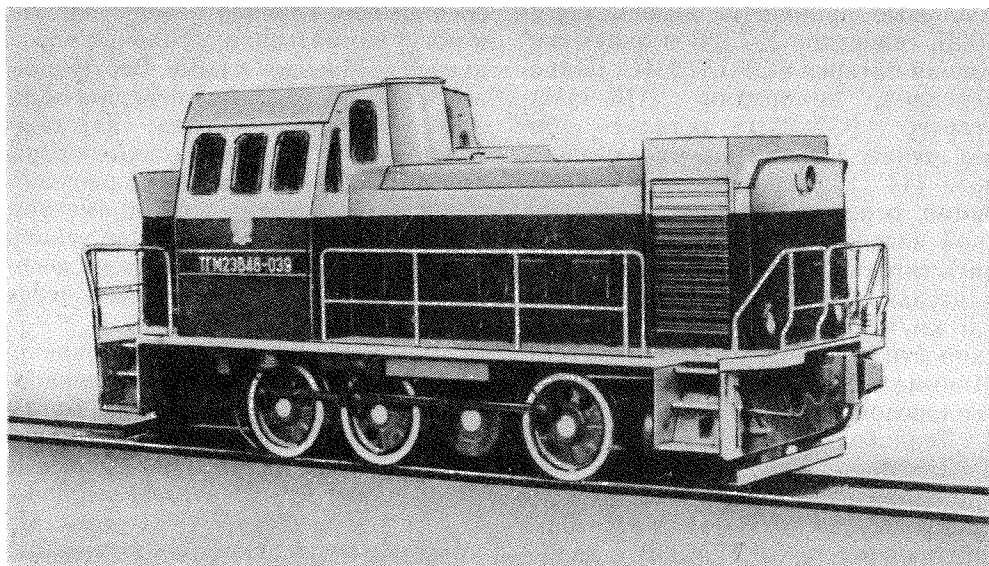


Рис 112 Тепловоз ТГМ23В

44 т Минимальный радиус проходимых кривых 60 м Запас топлива 1200 кг, песка 250 кг, воды 45 кг, масла для гидропередачи 250 кг, для дизеля 120 кг

Тепловозы ТГМ23Б. Взяв за основу механическую часть тепловоза ТГМ23, Муромский тепловозостроительный завод спроектировал и в 1973 г построил первый тепловоз ТГМ23Б (рис 110 и 111) Его главным отличием от тепловоза ТГМ23 было применение менее мощного дизеля без наддува Дизель 1Д12-400 (12Ч15/18) с номинальной мощностью 400 лс при частоте вращения вала 1600 об/мин ранее устанавливался на тепловозах ТГМ1 Муромского завода Дизель V-образный, двенадцатицилиндровый, диаметр цилиндров 150 мм, ход поршня с главным шатуном 180 мм, с прицепным — 186,7 мм, минимальная частота вращения вала 500 об/мин, расход топлива при номинальной мощности 168 г/(элс·ч), масса двигателя 1750 кг

На тепловозах ТГМ23Б сделано более мягкое рессорное подвешивание с восемнадцатью листовыми

рессорами, использована система охлаждения с водомасляным теплообменником, вентилятор холодильника расположен вертикально и приводится через гидравлическую муфту, установлен компрессор ПК-35М производительностью 3,4 м³/мин В то же время на тепловозе остались без изменения гидропередача (УГП-35-500), тормозная система, запасы топлива и песка

Длительная сила тяги тепловоза ТГМ23Б при скорости 6 км/ч (маневровый режим) 100 кН (10 200 кгс), при скорости 12 км/ч (поездной режим) 50 кН (5100 кгс), максимальная скорость 30 км/ч при маневровом и 60 км/ч при поездном режимах Служебная масса тепловоза, включая 8,8 т балласта, 44 т, запас воды дизеля 90 кг, масла дизеля 90 кг, масла гидропередачи 220 кг Тепловозы ТГМ23Б Муромский завод строил по 1985 г включительно

Тепловозы ТГМ23В. С 1980 г Муромский тепловозостроительный завод начал строить тепловозы ТГМ23В (рис 112) с несколько измененной конструкцией дизеля На

тепловозе применены дизель 1Д12-400Б, генератор Г-732В и аккумуляторная батарея 6СТ-132ЭМС. Гидропередача, компрессор (ПК-35М), стартер (СТ-722) остались без изменения. Сохранены масса тепловоза (44 т), расположение оборудования, основные размеры механической части, практически не изменились тяговые параметры локомотива: длительная сила тяги при скорости 6,5 км/ч 108 кН (11 000 кгс), при скорости 13 км/ч — 54 кН (5500 кгс). Минимальный радиус проходимых тепловозом кривых 40 м.

Тепловозы ТГМ23В завод строил в течение всей 11-й пятилетки и продолжал их выпуск и в последующие годы. В 1985 г. завод изготовил опытный тепловоз ТГМ23В с гидропередачей, имеющей два гидротрансформатора (пусковой и маршевый) с общим турбинным валом.

2. Тепловозы ТГМЗ^Б

В мае 1959 г. Людиновский тепловозостроительный завод выпустил свой первый тепловоз — ТГМЗ типа 222 с гидропередачей. Эти тепловозы завод строил по 1967 г. включительно. Заменяя применяемую на тепловозах ТГМЗ гидропередачу Ворошиловградского тепловозостроительного завода унифицированной гидропередачей УГП-750-1200 Калужского машиностроительного завода, в 1961 г. Людиновский завод изготовил опытный образец тепловоза ТГМЗ^А; эти тепловозы он строил затем в 1966—1970 гг. С 1966 г. завод начал выпуск тепловозов ТГМЗ^Б (рис 113 и 114) с гидропередачей УГП-750-2Т, у которой в отличие от гидропередачи УГП-750-1200 отсутствуют гидромуфты и имеются только два гидротрансформатора. Строились эти тепловозы по 1977 г. включительно.

Тепловоз ТГМЗ^Б имеет капотный кузов, причем капот над машинным отделением и кабина машиниста

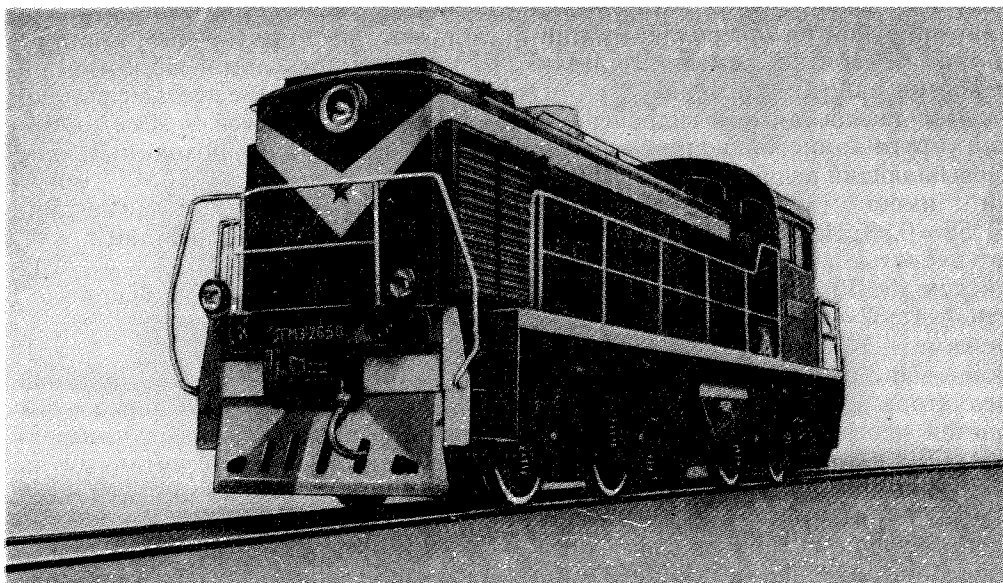
соединены с главной рамой болтами и могут сниматься, а остальные части кузова приварены к раме. Вертикальная нагрузка от кузова передается на две двухосные тележки, на каждую — через четыре стальные опоры со сферическими торцами, расположенные по окружности диаметром 2608 мм. Тяговое и тормозное усилия и другие горизонтальные силы передаются от тележки к раме через шкворни.

Рама тележки состоит из боковин, сваренных из листовой стали, шкворневой и двух концевых балок. Буксы роликовые с жестким упором такие же, как у тепловоза ТЭЗ. Колесные пары имеют цельнокатаные стальные колеса диаметром 1050 мм. На каждую буксу опираются два балансира, на которые через крайние цилиндрические и средние листовые рессоры опирается рама тележки. Статический прогиб рессорного подвешивания 60 мм.

На оси каждой колесной пары установлен редуктор, имеющий пару конических зубчатых колес с одинаковым числом зубьев (по 23) и пару цилиндрических колес; передаточное число редуктора $68 \cdot 16 = 4,25$. На раме тележки укреплены четыре песочных бункера и тормозной цилиндр. Нажатие тормозных колодок на колеса одностороннее.

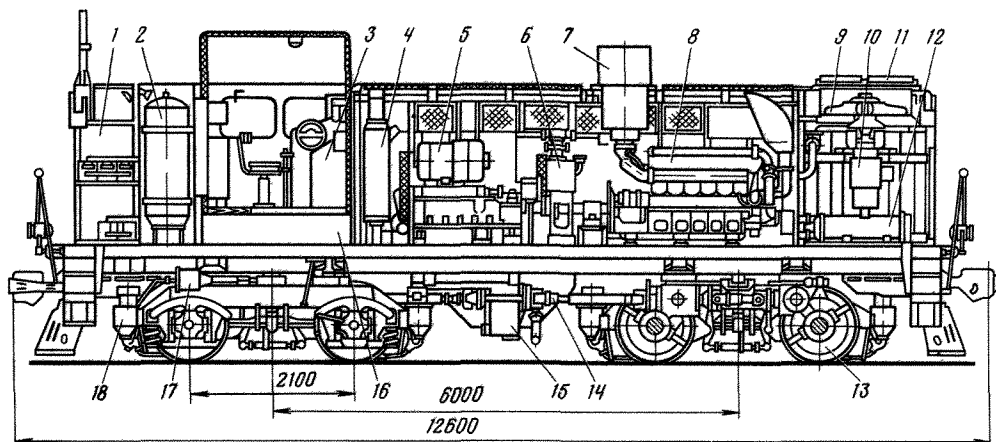
В конструкции тележки тепловоза ТГМЗ^Б использован ряд элементов, хорошо проявивших себя в эксплуатации на тепловозах ТЭЗ: буксы, буксовые челюсти, концевые балки, детали рессорного подвешивания и тормозов. Расстояние между осями колесных пар такое же, как у тепловоза ТЭЗ.

На тепловозе установлен двенадцатицилиндровый V-образный четырехтактный дизель М753Б (12ЧН 18/20) с моноблоком. Дизель имеет наддув и водяное охлаждение втулок и крышек цилиндров, диаметр цилиндров 180 мм, ход поршня с главным шатуном 200 мм, с прицепным — 209,8 мм. Номинальная мощ-

Рис 113 Тепловоз ТГМЗ^Б

ность при частоте вращения вала 1400 об/мин 750 л.с. Минимально устойчивая частота вращения вала 650 об/мин. Удельный расход топлива при номинальной мощности 171 г/(эл.с.ч) + 5%. Пуск дизеля производится стартером ЭС-1. Масса сухого дизеля 1700 кг.

Частота вращения вала дизеля регулируется изменением затяжки пружины всережимного регулятора с помощью восьмипозиционного пневматического устройства поршневого типа. Последнее управляется электропневматическими вентилями, порядок включения и отключения

Рис 114 Расположение оборудования на тепловозе ТГМЗ^Б

1— аккумуляторная батарея, 2— главный воздушный резервуар, 3— пульт управления, 4— котел-подогреватель, 5— двухмашинный агрегат, 6— компрессор, 7— глушитель, 8— дизель, 9— вентиляционное колесо, 10— электродвигатель вентилятора, 11— верхние жалюзи, 12— маслоохладитель гидропередачи, 13— осевой редуктор, 14— карданный вал, 15— гидропередача, 16— топливный бак, 17— тормозной цилиндр, 18— песочница

которых зависит от положения главной рукоятки контроллера машиниста. Рукоятка имеет нулевую и восемь рабочих позиций.

Вал дизеля связан с гидропередачей упруго компенсационной муфтой. Повышающий редуктор гидропередачи имеет передаточное число $51/58=0,88$. На 1-й скорости работают зубчатые колеса с передаточным числом $58/35=1,65$, на 2-й скорости — $41/52=0,79$, на маневровом режиме — $73/24=3,04$, на поездном — $58/39=1,49$. От режимного редуктора вращающий момент передается через реверсивный редуктор ($61/37=1,65$) на раздаточный вал, карданные валы и осевые двухступенчатые редукторы. Автоматическое переключение скоростей обеспечивает работу гидропередачи с оптимальными коэффициентами полезного действия.

Секции холодильника на тепловозе такие же, как у тепловоза ТЭЗ. Для питания электродвигателей вентиляторов холодильника служит генератор ВГТ-275/120 (13,8 кВт, 120 А, 115 В), а для питания цепей управления, освещения и заряда аккумуляторной батареи — генератор ВГТ-275/150 (8 кВт, 106 А, 76 В). Генераторы объединены в одном двухмашинном агрегате, частота вращения их якорей 1800 об/мин при частоте вращения вала дизеля 1400 об/мин. На локомотиве имеются двухцилиндровый двухступенчатый компрессор ВП $\frac{3-4}{9}$ производительностью 3 м³/мин и кислотная аккумуляторная батарея 6СТЭН-140М (6×10 элементов) емкостью 252 А·ч. Номинальное напряжение электрических цепей 75 В.

Масса тепловоза в рабочем состоянии 68 т ± 3%. Запас топлива 3300 кг, воды 580 кг, песка 900 кг, масла для дизеля 280 кг, масла для гидропередачи 300 кг. На маневровом режиме тепловоз может реализовывать длительную силу тяги 196 кН (20 000 кгс) при скорости 5 км/ч, на поездном — 88 кН (9000 кгс) при

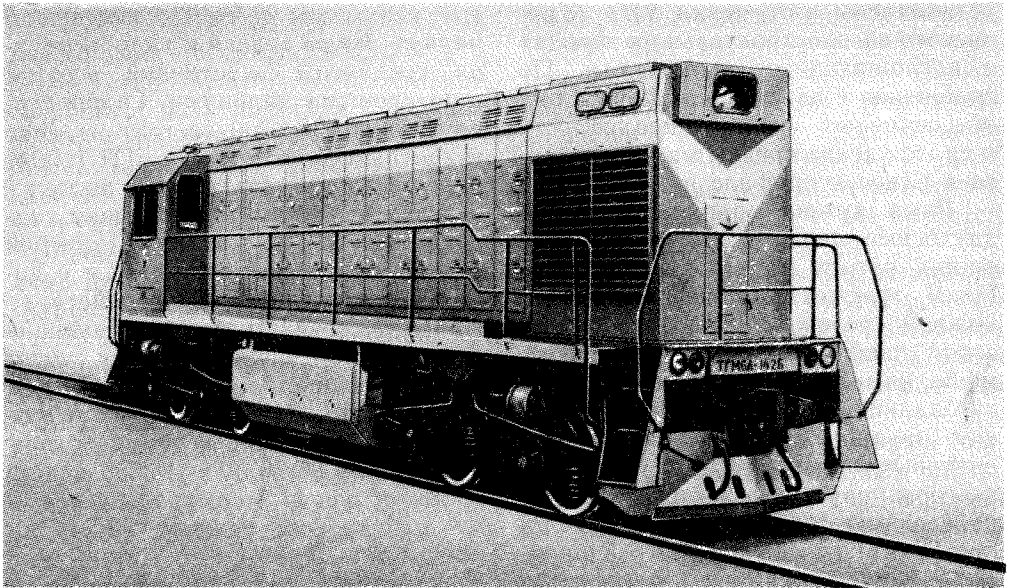
скорости 15 км/ч. Максимальная скорость на маневровом режиме 27 км/ч, на поездном — 55 км/ч, при следовании в составе поезда с выключенной гидропередачей — 90 км/ч. Минимальный радиус проходимых кривых 40 м. Тепловозы ТГМЗ^Б могут работать двумя сцепленными секциями по системе многих единиц.

3. Тепловозы ТГМ6^А

В начале 60-х годов Людиновский тепловозостроительный завод вел разработку универсальных четырехосных тепловозов, рассчитанных на применение различных дизелей (М756, 6Д49 и 6Д70), разные сцепные массы (68, 74, 76 т, а с доballастировкой 80 т) и работу в составе двух секций. При проектировании универсальных тепловозов было предусмотрено широкое использование хорошо зарекомендовавших себя в эксплуатации деталей и узлов тепловозов ТГМЗ и ТЭЗ. Первый вариант универсального тепловоза — тепловоз ТГМ5 с дизелем 6Д70 был изготовлен в начале 1966 г., второй вариант — тепловоз ТГМ6 с дизелем 3А 6Д49 Коломенского тепловозостроительного завода — в 1967 г. Тепловозы ТГМ5 выпускались только как опытные (для МПС), а тепловозы ТГМ6 строились серийно с 1969 по 1973 г. включительно.

В 1970 г. завод изготовил опытный тепловоз ТГМ6^А, который представляет собой несколько перепроектированный тепловоз ТГМ6, в частности, у него увеличена длина по осям автосцепок с 13 500 до 14 300 мм, изменено расположение оборудования, предусмотрено управление разгрузкой думпкаров. Серийное производство тепловозов ТГМ6^А завод начал в 1975 г. и выпускал их в течение 1976—1985 гг. и последующие годы.

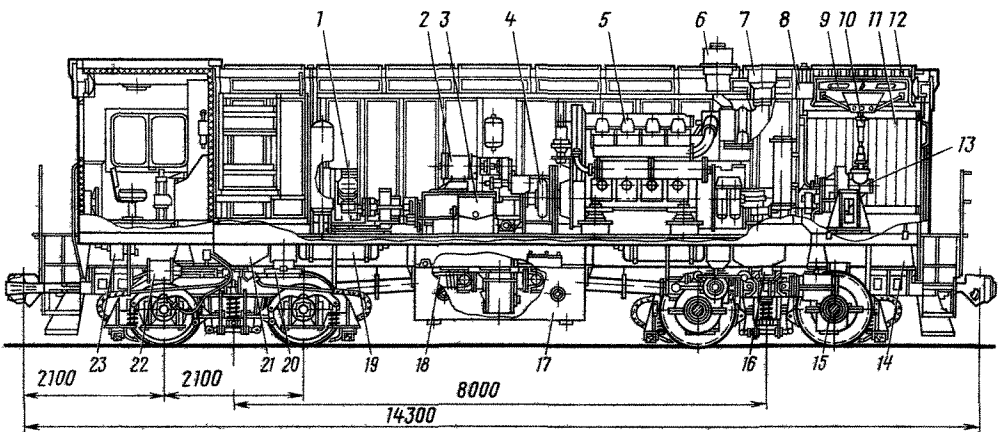
Проектированием тепловоза ТГМ6^А руководил главный конструктор завода В. Н. Логунов.

Рис 115 Тепловоз ТГМ6^А

В составлении технической документации принимали активное участие специалисты Министерства черной металлургии, для предприятий которого намечалась постройка значительной части этих тепловозов

Тепловоз ТГМ6^А (рис 115 и 116) имеет кузов капотного типа

Кабина машиниста опирается на раму кузова через резиновые прокладки и прикреплена к ней болтами. Рама кузова имеет две продольные хребтовые балки. Снизу к раме приварены два шкворня для передачи от тележек на кузова тяговых и тормозных усилий. По концам рамы

Рис 116 Расположение оборудования на тепловозе ТГМ6^А

1— компрессор 2— вспомогательный генератор 3— масляный фильтр гидропередачи 4— упругая муфта 5— дизель 6— глушитель 7— воздухоочиститель дизеля 8— водяной бак 9— вентиляционное колесо 10— карданный вал привода вентилятора 11— секция радиатора 12— верхние жалюзи 13— гидроредуктор привода вентилятора 14— рама тепловоза 15— осевой редуктор 16— шкворень 17— топливный бак 18— карданный привод осевых редукторов 19— главный воздушный резервуар 20— опора 21— песочный бункер 22— тормозной цилиндр 23— воздухораспределитель тормоза

установлены автосцепки УВЗ (Уральского вагоностроительного завода) с поглощающими аппаратами. По сравнению с автосцепками СА-3 они обеспечивают лучшие сцепляемость и прохождение кривых малого радиуса в плане и профиле пути.

Рама кузова опирается на две двухосные тележки через боковые опоры, четыре на каждую тележку. Рамы тележек сварные, боковины каждой тележки связаны между собой шкворневой и двумя концевыми балками. Рама тележки опирается на балансиры через концевые винтовые пружины, а через комплекты винтовых пружин — на листовые рессоры, связанные с балансирами подвесками, как это сделано на последних тепловозах ТЭЗ. Балансиры опираются на буксы челюстного типа с роликовыми подшипниками. Буксы выполнены по типу букс тепловозов ТЭЗ. Диаметр колес по кругу катания при новых бандажах 1050 мм. Нажатие тормозных колодок на все колеса одностороннее. Сжатый воздух в тормозные цилиндры поступает через воздухо-распределитель, управляемый краном машиниста, или через кран вспомогательного тормоза.

На тепловозе установлен V-образный четырехтактный дизель 3А-6Д49 (8ЧН 26/26) с наддувом и охлаждением наддувочного воздуха. Диаметр цилиндров 260 мм, ход поршня с главным шатуном 260 мм, с прицепным — 257,53 мм. Номинальная мощность дизеля при частоте вращения вала 1000 об/мин 1200 л.с., минимальная частота вращения вала на холостом ходу 400 об/мин. Расход топлива при номинальной мощности 150 г/(э.л.с.ч). Пуск дизеля производится стартером. Система охлаждения дизеля водяная двухконтурная. Масса дизеля 9600 кг.

Дизель через унифицированную гидropередачу УГП-800-1200 (212ПР) производства Калужского машиностроительного завода, карданные валы и осевые двухступенча-

тые редукторы связан с колесными парами. Валы дизеля и гидropередачи соединены эластичной муфтой с резиновыми пальцами. Гидropередача УГП-800-1200 состоит из двух гидротрансформаторов ТП-1000М и одной гидромуфты и имеет последовательную систему охлаждения гидрoаппаратов. Переключение ступеней гидropередачи автоматическое с помощью гидравлических устройств.

Гидropередача имеет следующие передаточные числа зубчатых колес между валом дизеля и валом гидромуфты 22/60, между гидротрансформаторами и промежуточным валом 58/35 или 41/52, между промежуточным и выходным валом на маневровом режиме 73/24, на поездном — 58/39.

Осевые редукторы состоят из конических (первая ступень) и цилиндрических шестерен, общее передаточное число $(31/26) \times (64/18) = 4,24$.

Диаметр колеса вентилятора холодильника 1400 мм, число лопаток 8, привод вентилятора гидравлический, частота вращения на номинальном режиме 1350 об/мин.

На тепловозе могут устанавливаться двухцилиндровый V-образный двухступенчатый компрессор ПК-35М производительностью 3,5 м³/мин сжатого до давления 7,5 кгс/см² воздуха или V-образный шестицилиндровый (три цилиндра низкого и три высокого давления) двухступенчатый компрессор ПК-5,25 производительностью 5,25 м³/мин. Привод компрессоров гидродинамический.

Для зарядки аккумуляторной батареи и питания цепей управления и освещения установлен генератор постоянного тока КГ-12,5К (номинальная мощность 5 кВт, напряжение 75 В), приводимый от дизеля через редуктор. Кислотная аккумуляторная батарея 32ТН 450 (32 элемента) имеет емкость 450 А·ч.

На поездном режиме при скорости 14 км/ч тепловоз развивает длитель-

ную силу тяги 137 кН (14 000 кгс), на маневровом при скорости 8,5 км/ч — 246 кН (25 100 кгс), максимальная скорость на поездном режиме 80 км/ч, на маневровом — 40 км/ч. Масса тепловоза в зависимости от количества балласта 84—90 т (при 90 т масса балласта 12 т). Запас топлива на тепловозе 4700 кг, масла для дизеля 305 кг, масла для гидропередачи 250 кг, воды 550 кг, песка 1100 кг. Минимальный радиус проходимых кривых 60 м. Для возможности управления тепловозом одним машинистом в кабине имеется специальный переносной пульт. При работе двумя секциями возможно управление из кабины любой секции.

4. Тепловозы ТГМ4 и ТГМ4^А

На базе тепловозов ТГМ3 конструкторы Людиновского тепловозостроительного завода под руководством главного конструктора В. Н. Логунова спроектировали две новые разновидности четырехосных тепловозов — тепловозы ТГМ4 и ТГМ4^А.

Первый опытный образец тепловоза ТГМ4^А был изготовлен в 1971 г, тепловоза ТГМ4 — в 1973 г. Серийное изготовление этих тепловозов началось в 1974 г, продолжалось весь период 1976—1985 гг и после него. Основным отличием тепловозов ТГМ4^А от тепловозов ТГМ4 является уменьшенный сцепной вес.

Кузов и тележки тепловоза ТГМ4 (рис 117 и 118) выполнены по типу кузова и тележек тепловозов ТГМ3 последних выпусков с сохранением всех основных размеров, в том числе и диаметра колес.

На тепловозах установлен быстросходный четырехтактный шестицилиндровый дизель 211Д-1 (6ЧН 21/21), имеющий наддув и непосредственный впрыск топлива. Диаметр цилиндров и ход поршня 210 мм. Номинальная мощность 750 лс при частоте вращения вала 1400 об/мин (такие же параметры, как у дизеля М753Б тепловозов ТГМ3). Расход топлива при номинальной мощности 160 г/(эл.с.ч). Масса дизеля 4550 кг.

Сохранены примененные на тепловозах ТГМ3 гидропередача

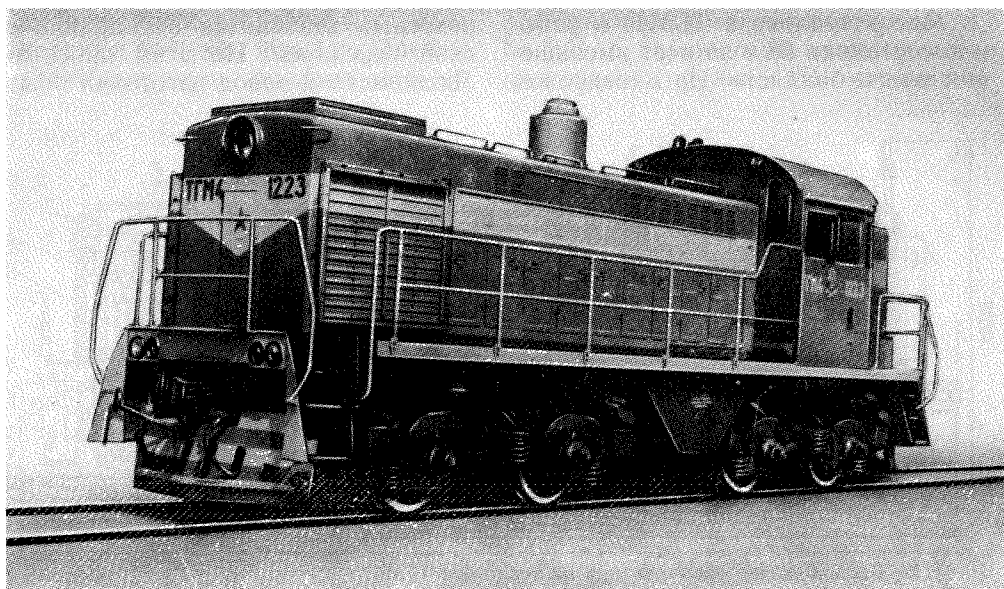


Рис 117 Тепловоз ТГМ4

УГП-750-2Т, компрессор ВП $\frac{3-4}{9}$, генератор ВГТ-275/120 для питания цепей управления и заряда аккумуляторной батареи, аккумуляторная батарея 6СТЭН-140М и стартер ЭС1.

Генератор ВГТ-275/120 вместе с возбудителем В-600, используемым в качестве генератора для питания электродвигателей вентиляторов холодильника, образуют двухмашинный агрегат А-706Б. Этот агрегат применяется также на тепловозах 2ТЭ10Л (см. гл. III).

Тепловоз ТГМ4 имеет массу в рабочем состоянии 80 т. Он развивает на маневровом режиме при скорости 5 км/ч длительную силу тяги 226 кН (23 000 кгс), на поездном режиме при скорости 15 км/ч — 88 кН (9000 кгс). Конструкционная скорость тепловоза на маневровом режиме 27 км/ч, на поездном — 55 км/ч; минимальный радиус проходимых кривых 40 м. Запас топлива на тепловозе 2870 кг, воды в системе охлаждения дизеля 380 кг, масла дизеля 255 кг, масла гидропередачи 245 кг, песка 900 кг. Масса балласта 15 т.

Масса тепловоза ТГМ4^А в рабочем состоянии 68 т за счет уменьшения массы балласта. На маневровом

режиме при скорости 5 км/ч тепловоз развивает длительную силу тяги 194 кН (19 800 кгс).

5. Опытные тепловозы ТГМ9, ТГМ12 и ТГМ14

Тепловозы ТГМ6^А, ТГМ4 и ТГМ4^А, выпускавшиеся серийно Людиновским тепловозостроительным заводом середины 70-х годов, вполне отвечали требованиям того времени. Однако в дальнейшем повышение требований к маневровым промышленным тепловозам, в частности, появление в 1977 г. стандарта на параметры локомотивов этого класса наряду с возросшими техническими возможностями создания более совершенных узлов и деталей предопределило начало работ по выпуску новых серий локомотивов, превосходящих по техническим и экономическим показателям своих предшественников. Коллективом специалистов под руководством главного конструктора завода Л. А. Михальчука, а затем Г. С. Меликджанова и начальника бюро И. И. Зеленова были выполнены проекты трех четырехосных тепловозов с гидравлической передачей. По этим проектам Людиновский завод изготовил опыт-

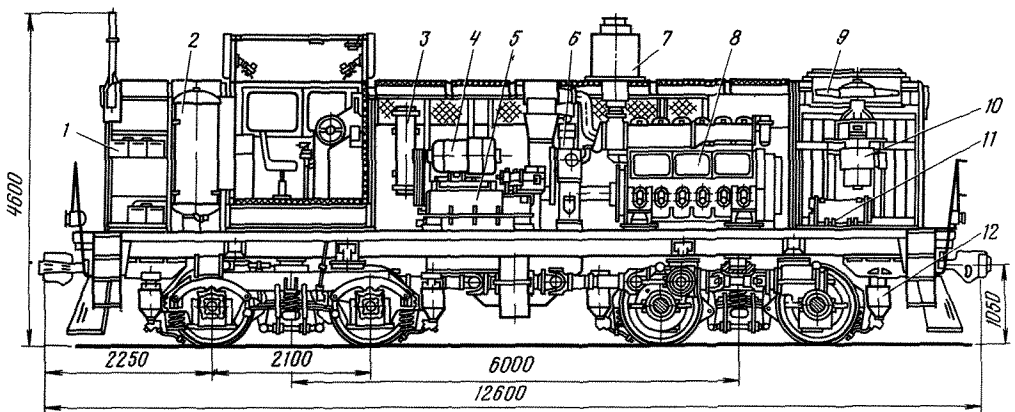


Рис 118 Расположение оборудования на тепловозе ТГМ4

1— аккумуляторная батарея, 2— главный воздушный резервуар, 3— маслоохладитель гидропередачи, 4— двухмашинный агрегат, 5— гидропередача, 6— компрессор, 7— глушитель, 8— дизель, 9— вентиляционное колесо, 10— электродвигатель, 11— теплообменник, 12— песочница

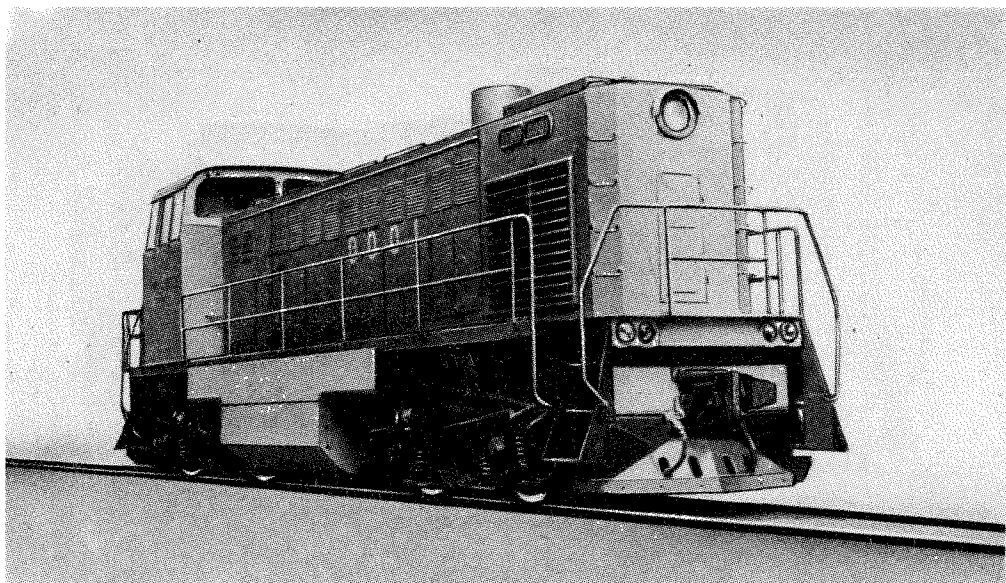


Рис 119 Тепловоз ТГМ9

ные образцы: в 1983 г. тепловозы ТГМ9 (рис. 119 и 120) и ТГМ12 (рис. 121 и 122) и в 1984 г. — тепловоз ТГМ14 (рис. 123).

Изготовлению опытных образцов тепловозов предшествовали испытания новых двухосных тележек бесчелюстного типа, у которых рамы опираются на буксы через комплекты винтовых пружин, попарно или по

одной установленным на приливах букс. Связь каждой буксы с рамой тележки осуществлена парой поводков с резинометаллическими шарнирами по концам. Всего было испытано семь вариантов подвешивания (два с фрикционными и пять с гидравлическими гасителями колебаний) с различными статическими прогибами пружин. В вариантах

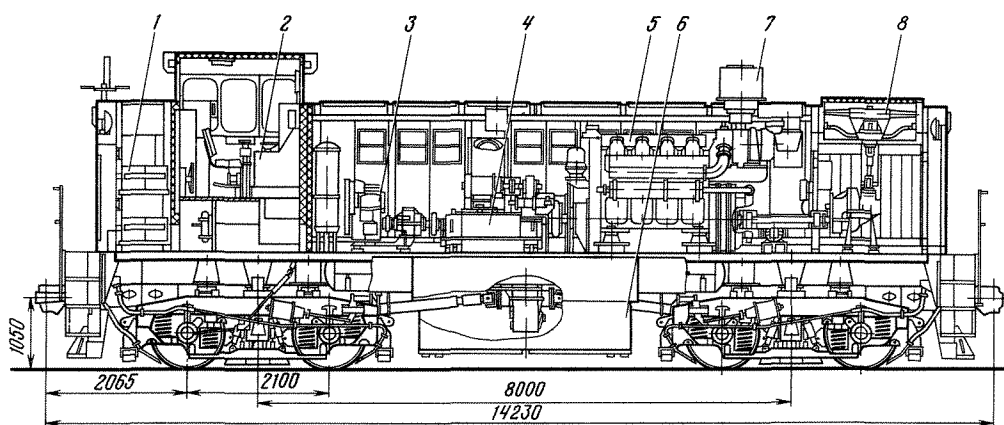


Рис 120 Расположение оборудования на тепловозе ТГМ9

1— аккумуляторная батарея, 2— пульт управления, 3— компрессор, 4— гидropередача, 5— дизель, 6— топливный бак, 7— выхлопная система, 8— вентилятор

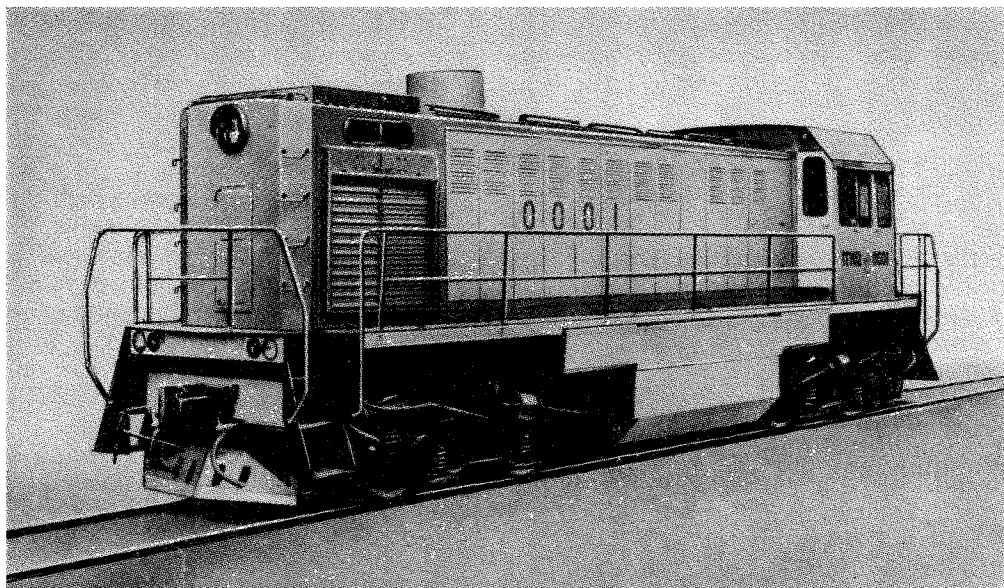


Рис 121 Тепловоз ТГМ12

с гидравлическими гасителями применялись гасители колебаний НЦ-1-1100 Калининского вагоностроительного завода, устанавливаемые на электровозах ВЛ10 и ВЛ80 всех разновидностей и пассажирских вагонах. По результатам испытаний Всесоюзный научно-исследовательский тепловозный институт (ВНИТИ) сделал вывод, что наилучшие показатели получаются при рессорном подвешивании с двухрядными пружинами и статическим прогибом

133 мм (на опытном тепловозе ТГМ6^А) и однорядными со статическим прогибом 124 мм (на опытном тепловозе ТГМ4^А) и гидравлическими гасителями колебаний НЦ-1-1100. Бесчелюстные тележки применены на всех трех типах опытных тепловозов. Диаметр новых колес тележек 1050 мм.

Тепловоз ТГМ9 разработан по заказу Министерства черной металлургии СССР и предназначен для замены тепловозов ТГМ4. На нем

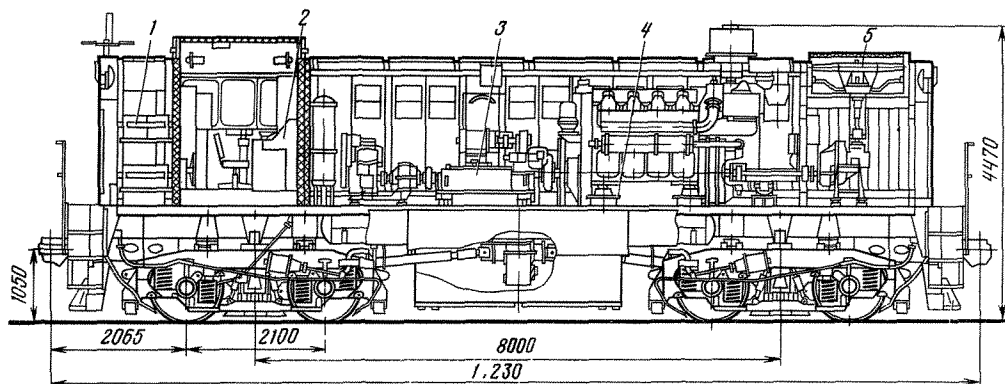


Рис 122 Расположение оборудования на тепловозе ТГМ12

1— аккумуляторная батарея, 2— пульт управления, 3— гидроредуктор, 4— дизель, 5— вентилятор

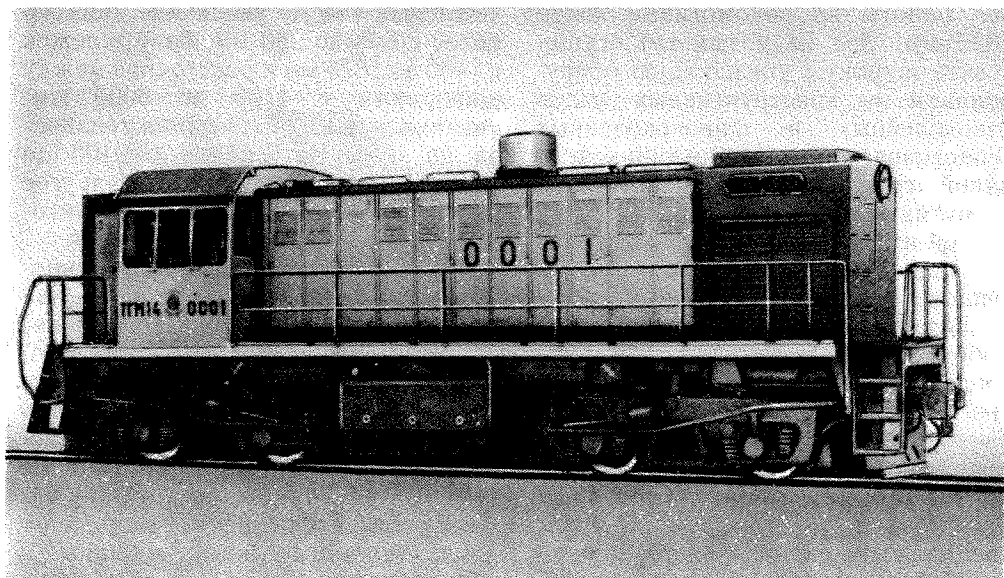


Рис. 123. Тепловоз ТГМ14

установлен дизель ЗА-6Д49 (8ЧН 26/26) Пензенского завода, менее форсированный, чем дизель ЗА-6Д49 тепловозов ТГМ6^А. При частоте вращения вала 810 об/мин дизель развивает мощность 750 л.с. Это позволяет увеличить примерно вдвое его моторесурс по сравнению с дизелем тепловоза ТГМ6^А и получить несколько лучшие тяговые характеристики (лучшее соотношение мощности и силы тяги при доведении сцепной массы до 90 т и снижении мощности дизеля).

На тепловозе ТГМ9 применены однорежимная силовая гидропередача (вместо поездного и маневрового режимов имеется один средний режим), компрессор производительностью до 5 м³/мин, главный резервуар с увеличенным до 1,26 м³ объемом. Более мощный компрессор и вместительный резервуар обеспечивают хорошее управление разгрузкой саморазгружающихся вагонов (думпкаров).

Масса тепловоза 72—80 т, сила тяги длительного режима при скорости 9 км/ч 157 кН (16 000 тс);

конструкционная скорость 40 км/ч, минимальный радиус проходимых кривых 40 м.

Тепловоз ТГМ12, предназначенный для замены тепловоза ТГМ6^А, имеет одинаковые с последним дизель ЗА-6Д49 и унифицированную гидропередачу. Как и тепловоз ТГМ9, он оборудован компрессором производительностью до 5 м³/мин и главным резервуаром с увеличенным с 0,9 до 1,26 м³ объемом. Основные технические параметры тепловоза ТГМ12 такие же, как у тепловоза ТГМ6^А.

Главное отличие **тепловоза ТГМ14** от ТГМ4 заключается в увеличении базы на 1120 мм, позволившем более рационально разместить оборудование и применить унифицированные узлы ходовой части, кузова и кабины машиниста.

6. Тепловозы ТГМ40

Камбарский машиностроительный завод, специализирующийся на производстве узкоколейных тепловозов и путевых машин, до 1978 г. не

вел работы по локомотивам колеи 1520 мм. Это не позволяло осуществить широкую унификацию оборудования и конструктивных узлов узкоколейных и ширококолейных тепловозов, эксплуатирующихся в одной отрасли промышленности. Так, на путях предприятий Министерства лесной и бумажной промышленности на колее 1520 мм использовались тепловозы ТЭМ1, ТГМ23, ТГК2 и ряд других, а на узкой колее в поездной работе тепловозы ТУ7 и на маневрах тепловозы ТУ6А постройки Камбарского завода. Естественное желание иметь локомотивный парк на промышленных путях с минимальным количеством различных изнашиваемых узлов и деталей привело специалистов Центрального научно-исследовательского и проектно-конструкторского института механизации и энергетики лесной промышленности (ЦНИИМЭ) и Камбарского машиностроительного завода к решению создать унифицированные тепловозы для колеи 750, 900, 1067 и 1520 мм.

Если для различных размеров узкой колеи этот вопрос решался достаточно просто путем применения тележек с соответствующими колесными парами, то для колеи 1520 мм задача оказалась значительно сложнее. Экспериментальный образец тепловоза ТУ7 для колеи 1520 мм имел ряд существенных недостатков, затруднявших его эксплуатацию. Недостаточная ширина кабины резко ухудшала машинисту обзор пути, особенно при движении назад с прицепленными со стороны кабины вагонами; диаметр колес 600 мм плохо согласовывался с высотой автосцепки; неприемлемы были также величина колесной базы тележек и расстояние между шкворнями. Требовалась замена не только тележек, но и кузова тепловоза, включая кабину машиниста и раму.

Конструкторы завода под руководством В. А. Манохина внесли значительные изменения в проект

тепловоза ТУ7, увеличив диаметр колес с 600 до 950 мм, базу тележек с 1400 до 1875 мм и расстояние между шкворнями с 4700 до 5000 мм, увеличилась и общая длина тепловоза по осям автосцепки с 9400 до 11290 мм. Было принято другое передаточное число осевых редукторов.

В 1981 г. Камбарский машиностроительный завод изготовил два опытных тепловоза, которые первоначально получили обозначение ТУ7М, а затем ТГМ40. С 1982 г. завод начал серийный выпуск тепловозов ТГМ40 (рис. 124 и 125).

Кузов тепловоза капотного типа имеет раму сварной конструкции. На раме установлены дизель, гидropередача, вспомогательные машины и оборудование. Капот над машинным помещением выполнен со съемными частями для выемки дизеля. В передней части капота установлен холодильный агрегат для охлаждения воды и масла, с противоположной стороны — кабина машиниста с двумя постами управления (пультами), которые позволяют машинисту выбирать более удобное для работы место в зависимости от направления движения и расположения вагонов по отношению к локомотиву.

Рама кузова опирается на рамы двух двухосных тележек; для этого на каждой тележке имеются четыре скользящие опоры, расположенные по окружности, центром которой является геометрическая ось шкворня. Через шкворни передаются на кузов от тележек тяговые и тормозные усилия.

Рамы тележек сварные; буксы челюстного типа с роликовыми подшипниками. Вертикальные силы на буксы передаются от рам тележек через цилиндрические пружины, нижние концы которых опираются на балансиры, подвешенные средними частями к нижним приливам корпусов букс. Колеса цельнокатаные, нажатие тормозных колодок на колеса одностороннее; сжатый воз-

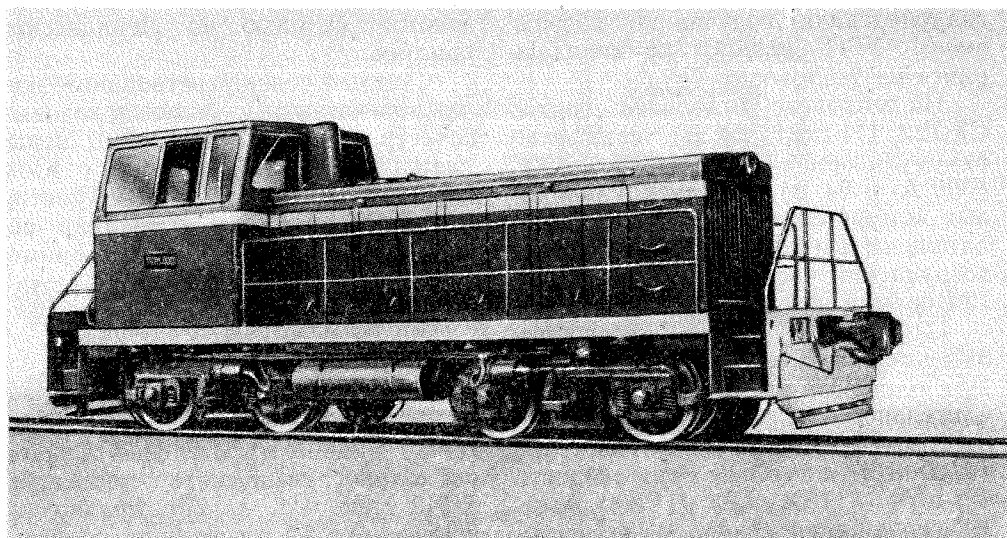


Рис 124 Тепловоз ТГМ40

дух в тормозные цилиндры поступает через прямодействующий кран или от воздухораспределителя, управляемого краном машиниста

На тепловозе установлен быстроходный двенадцатицилиндровый дизель 1Д12-400Б (12ЧН 15/18), развивающий при частоте вращения вала 1600 об/мин мощность 400 л.с. Ранее такие дизели начали применяться на тепловозах ТГМ23В (см. выше) и узкоколейных теп-

ловозах ТУ7 Управление работой дизеля осуществляется восьмипозиционным контроллером с помощью электропневматического привода. Вращающий момент от дизеля к колесным парам передается через унифицированную гидропередачу Калужского машиностроительного завода УГП-400-650, которая содержит два гидротрансформатора (пусковой и маршевый), обеспечивающие две ступени скорости (такая

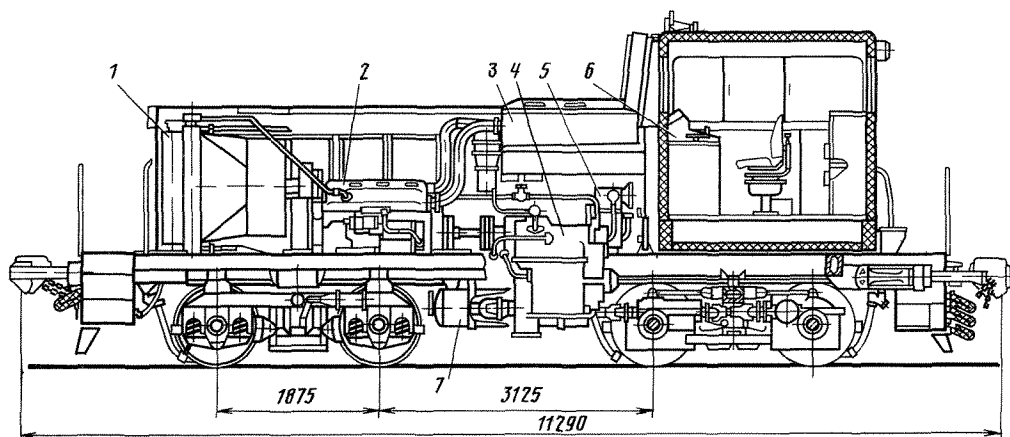


Рис 125 Расположение оборудования на тепловозе ТГМ40

1— холодильник, 2— дизель 3— топливный и масляный баки, 4— гидропередача 5— компрессор 6— пульт управления, 7— главный воздушный резервуар

гидропередача, получившая обозначение УГП-400/201, применялась ранее на тепловозах ТУ7).

На тепловозе установлен стартер СТ-722 (11 кВт, 24 В), свинцовая аккумуляторная батарея 6СТ-32ЭМС (300 А·ч, 24 В), два двухцилиндровых компрессора ВВ-0,7/8 производительностью по 0,8 м³/мин сжатого воздуха при частоте вращения вала 720 об/мин и генератор Г-732А.

Служебная масса тепловоза 34 т ± 3 %, с балластом — 40 т ± 3 %. Для тепловоза массой 34 т сила тяги длительного режима при скорости 6,4 км/ч составляет 95,2 кН (9700 кгс), массой 40 т при скорости 4 км/ч — 115,8 кН (11 800 кгс). Конструкционная скорость тепловоза 40 км/ч, минимальный радиус проходимых кривых 40 м. Запас топлива на тепловозе 1000 кг, песка 700 кг, воды 125 кг, масла дизеля 90 кг, масла гидропередачи 135 кг. Тепловоз ТГМ40 может выпускаться с оборудованием, позволяющим работать по системе многих единиц.

К середине 1985 г. завод изготовил более 100 тепловозов ТГМ40. Этот локомотив в 1985 г был отмечен

золотой медалью на Лейпцигской ярмарке.

С целью совершенствования экипажной части и улучшения ходовых качеств тепловоз ТГМ40-0001 испытывался ВНИТИ совместно с Камбарским заводом при участии ЦНИИМЭ В ходе испытаний решался, в частности, вопрос о применении гасителей колебаний.

7. Тепловозы ТГК2

В период 1976—1985 гг. Калужский машиностроительный завод продолжал выпускать тепловозы ТГК2 (рис. 126 и 127), предназначенные для эксплуатации на путях промышленных предприятий Первый тепловоз этой серии (тепловоз с гидропередачей Калужского завода, 2-й тип) был построен в 1960 г.

Капотный кузов с кабиной машиниста установлен на листовой раме Рама опирается на винтовые пружины, каждая пара которых подвешена к концам надбуксовых листовых рессор Буксы челюстного типа с роликовыми подшипниками. Колеса

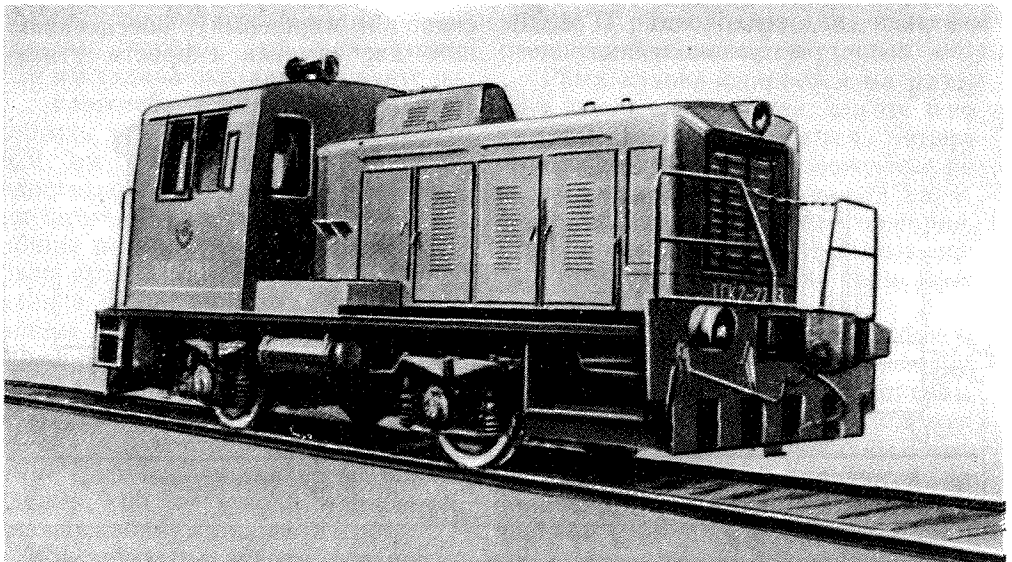


Рис 126 Тепловоз ТГК2

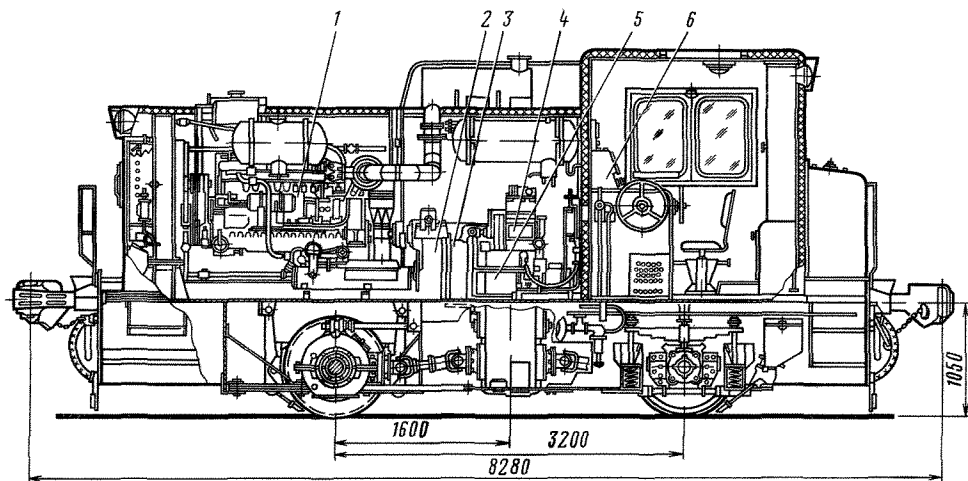


Рис 127 Расположение оборудования на тепловозе ТГК2
1 — дизель, 2 — редуктор, 3 — гидромфта, 4 — компрессор, 5 — коробка переключения передач
6 — пульт управления

цельнокатаные диаметром 900 мм
Нажатие тормозных колодок на колеса двустороннее

На тепловозе применен четырехтактный шестицилиндровый дизель У1Д6-250ТК (6ЧН 15/18). Номинальная мощность дизеля 250 л.с при частоте вращения вала 1500 об/мин, диаметр цилиндров 150 мм, ход поршня 180 мм. Дизель выполнен с наддувом, который создается турбокомпрессором. Масса сухого дизеля 1450 кг

Вал дизеля через повышающий редуктор и гидротрансформатор ГТК-II комплексного типа соединен с валом коробки перемены передач. Передаточное число повышающего редуктора $46:55=0,836$. На первой ступени работают шестерни с передаточным числом $50:38=1,316$; на второй ступени — $38:50=0,76$. Передаточное отношение остальных шестерен, работающих на маневровом режиме при движении вперед $(26 \cdot 27) \times (36:21) \times (58 \cdot 23) = 4,16$, при движении назад — $(36 \cdot 22) \times (58:23) = 4,13$; на поездном режиме передаточное отношение шестерен соответственно $(26:27) \times (36 \cdot 21) \times (45:36) = 2,06$ и $(36 \cdot 22) \times (45:36) = 2,05$.

Передаточные числа коробки перемены передач при движении вперед

	Маневровый режим	Поездный режим
1-я ступень	5,47	2,71
2-я ступень	3,16	1,57

От коробки перемены передач вращающий момент передается осевым редукторам с коническими шестернями, имеющим передаточное число $51:17=3$

На тепловозе установлены кислотная аккумуляторная батарея 6СТ-128 (24 элемента, 256 А·ч, 24 В), стартер СТ-710, генератор постоянного тока Г-731 (1,2 кВт, 24 В) и двухцилиндровый одноступенчатый компрессор ВВ-0,7/8.

Длительная сила тяги тепловоза на маневровом режиме при скорости 5 км/ч 70,6 кН (7200 кгс), на поездном режиме при скорости 10 км/ч — 35,3 кН (3600 кгс). Максимальная скорость на маневровом режиме 30 км/ч, на поездном — 60 км/ч, минимальный радиус проходимых кривых 50 м. Служебная масса тепловоза 28 т; запас топлива 600 кг, песка 180 кг, воды 90 кг, масла дизеля 63 кг, масла гидропередачи 153 кг.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЭЛЕКТРОВОЗЫ

1. Электровозы ЕЛ21

В 1981 г. локомотивостроительный электротехнический завод Ганс Баймлер, расположенный на окраине Берлина в Хеннигсдорфе, начал изготавливать для железнодорожных путей промышленных предприятий Советского Союза шестиосные электровозы ЕЛ21 (рис. 128), рассчитанные на питание от центрального (верхнего) и бокового контактных проводов постоянным током напряжением 1500 В. Постройка этих электровозов продолжалась в течение всей одиннадцатой пятилетки. Электровоз ЕЛ21 представляет собой усовершенствованный тип электровозов ЕЛ1, изготовлявшихся заводом Ганс Баймлер для предприятий Советского Союза; первый электровоз ЕЛ1 был построен в 1957 г., последний — в 1971 г. Все основные размеры механической части, тип тяговых электродвигателей и их основные параметры, многое оборудование у электровозов ЕЛ21 и ЕЛ1 одинаковы.

Кузов электровоза состоит из двух секций, на каждой из которых перед скосом расположена кабина машиниста. Секции кузова опираются с одной стороны на крайние, с другой — на среднюю двухосные тележки. Боковины тележек из листовой стали и поперечные брусья соединены между собой сваркой. Сочленения между тележками выполнены с помощью коротких тяг для передачи горизонтальных продольных усилий. Вертикальные усилия от крайних тележек на среднюю передаются через специальные штыри, вваренные в торцовые листы этих частей; концы штырей пропущены

через шаровые устройства, горизонтальное перемещение которых ограничивается упорами средней части электровоза.

Рессорное подвешивание состоит из листовых надбуксовых рессор и цилиндрических винтовых концевых пружин. У крайних тележек оси сбалансированы между собой листовыми рессорами, у средней тележки колесные пары не связаны между собой. Диаметр колес 1120 мм. Колесные центры имеют удлиненные ступицы, на которые насажены косозубые колеса. Буксы челюстного типа с цилиндрическими роликовыми подшипниками. Редуктор двусторонний, жесткий, передаточное число $67:12=5,58$. Подвешивание тяговых электродвигателей опорно-осевое.

На каждой тележке установлены два тормозных цилиндра диаметром 12", на электровозе имеются три воздухораспределителя № 483 (по одному на тележку). Тормоза управляются краном машиниста № 394 или краном вспомогательного тормоза № 254. Предусмотрена подача песка под все колесные пары для обоих направлений движения. Песок засыпается в 12 песочниц объемом по $0,04 \text{ м}^3$.

На электровозе установлены шесть четырехполюсных тяговых электродвигателей типа GBM-350/1500XC с компенсационной обмоткой. Основные параметры этих электродвигателей при напряжении на зажимах 1500 В:

Режим	Мощность, кВт	Ток, А	Частота вращения якоря, об/мин
Часовой	350	250	820
Продолжительный	290	205	880

Максимальная частота вращения якоря 2010 об/мин. Обмотки электродвигателей имеют изоляцию класса В; расход охлаждающего воздуха 1,2 м³/мин. Масса электродвигателя 3650 кг.

Тяговые электродвигатели каждой тележки могут соединяться последовательно и параллельно. Контакты реверсов включены в цепи якорей. Выведение пусковых резисторов и переключение тяговых электродвигателей с одного соединения на другое осуществляются индивидуальными электропневматическими контакторами типа DLS-350.

Для переключения на режим реостатного торможения, при котором два параллельно соединенных тяговых электродвигателя замыкаются на свою группу резисторов, служит тормозной переключатель. При торможении используется самовозбуждение электродвигателей. Силовая цепь тяговых электродвигателей защищена быстродействующим выключателем.

Контроллеры машиниста имеют реверсивную и главную рукоятки. При перемещении главной рукоятки от нулевой позиции в одну сторону происходит реостатный пуск и движение на последовательно-параллельном (позиции 1-я — 19-я — реостатные, 20-я — ходовая) и параллельном (позиции 21-я — 33-я — реостатные, 34-я — ходовая) соединениях электродвигателей, а при перемещении в другую сторону — реостатное

торможение (позиции 1-я — 22-я). Возможна работа электровоза на низкой скорости, когда все шесть тяговых электродвигателей включаются последовательно, а главная рукоятка контроллера доводится только до 20-й позиции.

На электровозе установлены два мотор-компрессора и шесть мотор-вентиляторов. Компрессор производительностью 2,5 м³/мин воздуха при противодавлении 9 кгс/см² приводится электродвигателем мощностью 21 кВт (напряжение 1500 В, ток 20 А, частота вращения 1000 об/мин). Вентиляторы приводятся электродвигателями мощностью 9 кВт (1500 В, 9 А, 1500 об/мин). Два вентилятора охлаждают тяговые электродвигатели, два — пусковые резисторы и два — одновременно и тяговые электродвигатели, и резисторы.

Для питания цепей управления и освещения, а также заряда аккумуляторной батареи (36 никель-кадмиевых элементов емкостью (275 А·ч) служит преобразователь, состоящий из электродвигателя (5,7 кВт, 1500 В, 5,8 А, 2100 об/мин) и генератора (4,5 кВт, 48 В, 93 А, 2100 об/мин).

Масса электровоза 160 т (26,7 т на ось). При часовом режиме и новых бандажах локомотив развивает силу тяги 237 кН (24 200 кгс) и скорость 31,0 км/ч, при продолжительном — соответственно 182 кН (18 500 кгс) и 33,6 км/ч; конструкционная скорость

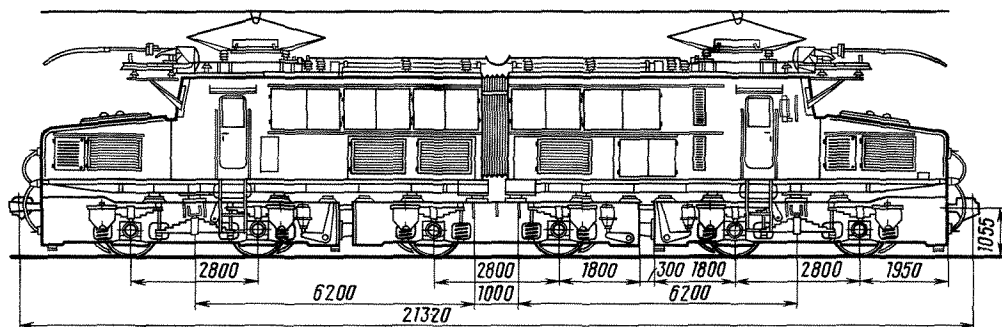


Рис 128 Электровоз ЕЛ21

65 км/ч. Минимальный радиус проходимых электровозом кривых при скорости 5 км/ч — 80 м.

2. Электровозы-тягачи Э1 и Э2

Для крупных углепогрузочных пунктов, рассчитанных на погрузку в полувагоны до 4000 т угля в час, необходимо продвижение состава под погрузочным механизмом со скоростью от 0,05 до 0,4 м/с. Состав при этом должен двигаться плавно и не менять скорость при изменении его веса и удельного сопротивления движению (заданная скорость не должна отклоняться более чем на 3—5 %). Имевшиеся к середине 70-х годов маневровые и промышленные локомотивы не были приспособлены к такому режиму работы, поэтому возникла потребность в создании локомотива, отвечающего условиям эксплуатации на автоматизированных пунктах погрузки. Такой локомотив без состава должен двигаться со скоростью около 1 м/с (3,6 км/ч).

Так как основным отличием локомотива углепогрузочного пункта от обычного маневрового локомотива является система управления тяговыми электродвигателями, которая должна быть органически связана с другими системами погрузочного пункта, на первом этапе создания локомотива все внимание было сосредоточено именно на этой системе. Институтом Гипроуглеавтоматизация при участии специалистов УкрНИИпроекта на базе промышленного электровоза ЕЛ1 (см. выше электровоз ЕЛ21) был создан в 1977 г. локомотив, отвечающий по своим тяговым параметрам условиям эксплуатации на углепогрузочном пункте. Этот электровоз получил наименование маневрового тягача или просто электротягача и был обозначен Э1.

При переоборудовании электровоза ЕЛ1 якоря его тяговых электро-

двигателей соединили последовательно без возможности переключения, была также сделана отдельная цепь из последовательно включенных обмоток возбуждения этих машин. Питание электрических цепей электровоза осуществлено через четыре контактных провода. По одному проводу напряжение, регулируемое с помощью тиристорной стационарной установки в пределах от 200 до 400 В, подается к цепи якорей электродвигателей; по второму — напряжение около 80 В подводится к цепи возбуждения электродвигателей, по третьему — получают питание электродвигатели вспомогательных машин (сохранено напряжение питания 1500 В, как на электровозе ЕЛ1) и по четвертому — цепи управления и контроля. При движении электровоза без состава в цепь возбуждения тяговых электродвигателей включается добавочное сопротивление, и напряжение на последовательно включенных обмотках главных полюсов электродвигателей уменьшается до 20 В.

На стационарном пункте используются тиристорные регуляторы напряжения. Система управления тяговыми электродвигателями позволяет осуществить электрическое торможение путем перевода тиристорного регулятора в инверторный режим. Испытания электротягача Э1 проводились на шахте Распадская ПО «Южжубассуголь» и подтвердили работоспособность системы.

Проект второго типа электровоза-тягача был разработан по техническому заданию УкрНИИпроекта. Изготовленный по этому проекту Днепропетровским заводом металлургического оборудования (ДЗМО) локомотив получил обозначение серии Э2.

Первый опытный электровоз Э2 прошел промышленные испытания в 1980 г. на углепогрузочном пункте разреза Хольбольтжанский ПО «Востсибуголь», где и был оставлен для дальнейшей эксплуатации. В 1984 г.

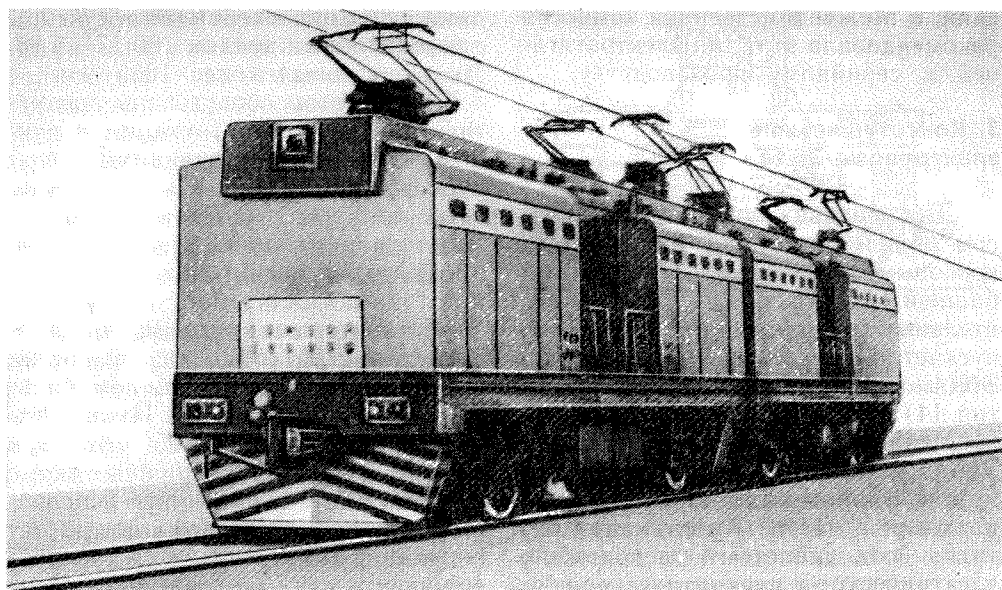


Рис 129 Двухсекционный электровоз-тягач Э2

на углепогрузочном пункте разреза Нерюнгринский ПО «Якутуголь» испытывался второй образец электровоза Э2 (рис. 129), на этот раз двухсекционный, изготовленный ДЗМО в северном исполнении.

Электровоз питается от двух верхних контактных проводов постоянным током напряжением 0—400 В и 220 В. Каждая секция имеет две двухосные тележки с колесными парами, приводимыми с помощью карданной передачи от тягового электродвигателя (по одному на тележку). Диаметр колес 1050 мм, общее передаточное число от тягового электродвигателя к колесным парам 70.

В средней части кузова расположены кабины машиниста

Длина электровоза по осям автосцепок 28 600 мм. Секции оборудованы песочницами с электропневматическим управлением подачи песка.

Управление электровозом дистанционное, автоматическое с использованием вычислительных устройств, расположенных на стационарном

пункте. При изменении напряжения на зажимах якорей тяговых электродвигателей в пределах 90—430 В скорость электровоза в рабочем режиме меняется в диапазоне 0,06—0,4 м/с. Ток в обмотках возбуждения тяговых электродвигателей составляет 22 А при напряжении 220 В. Номинальный ток якорей 440 А, мощность тягача 82 кВт. При этой мощности на путях Нерюнгринского разреза двухсекционный электровоз может перемещать до 62 груженых четырехосных вагонов. Скорость электровоза без вагонов при напряжении на якорях тяговых электродвигателей 440 В достигает 1 м/с (3,6 км/ч), напряжения и ток возбуждения электродвигателей соответственно 220 В и 5 А; подводимая к электровозу мощность 12 кВт.

Электровоз весит 180 т (нагрузка от колесных пар на рельсы 22,5 тс), он рассчитан на прохождение кривых радиусом 40 м. Сила тяги при трогании с места 730 кН (74 500 кгс).

После испытаний двухсекционного электровоза он был оставлен для эксплуатации на разрезе Нерюнгрин-

ский, а Межведомственная комиссия рекомендовала этот тип электротяга чей к серийному производству

3. Коксотушильные электровозы ЭК14

Для передвижения вагонов с коксом общей массой до 100 т между коксовыми печами и тушильной башней Тбилисский электровозостроительный завод начиная с 1975 г выпускает двухосные электровозы ЭК14 (электровоз коксотушильный тип 14)

Механическая часть электровозов ЭК14 (рис 130 и 131) состоит из кузова с приподнятой кабиной, рамы и ходовой части Кузов капотного типа, под капотом расположено электрическое и пневматическое оборудование, для осмотра которого в боковой стенке капота имеется входная дверь Нижняя рама кузова с боковинами из листовой стали представляет собой жесткую конструкцию Рама опирается на колесные пары через цилиндрические спиральные пружины и расположенные над буксами листовые рессоры Колесные пары приводятся во вращение тяговыми электродвигате-

лями через односторонние редукторы с передаточным числом $100 \cdot 17 = 5,88$ Диаметр новых колес 1050 мм

Электровозы оборудованы пневматическим прямодействующим и ручным тормозами, песочницами и воздушной магистралью для управления затворами коксотушильного вагона Для точной остановки электровоза он имеет также магниторельсовый тормоз трамвайного типа

Коллекторные тяговые электродвигатели ЭД-118ТЛ рассчитаны на питание постоянным током номинальным напряжением 450 В Их продолжительная мощность 95 кВт (ток 230 А, частота вращения якоря 1050 об/мин) Герметичное исполнение электродвигателей исключает попадание газов и пыли на токопроводящие части

Каждый из двух тяговых электродвигателей электровоза получает питание от трехфазной контактной сети переменного тока напряжением 380 В, частотой 50 Гц через свой тиристорный преобразователь Преобразователь представляет собой полностью управляемый симметричный трехфазный мост и содержит двенадцать тиристоров Т2-320-12, охлаждаемых вентилятором Процесс-

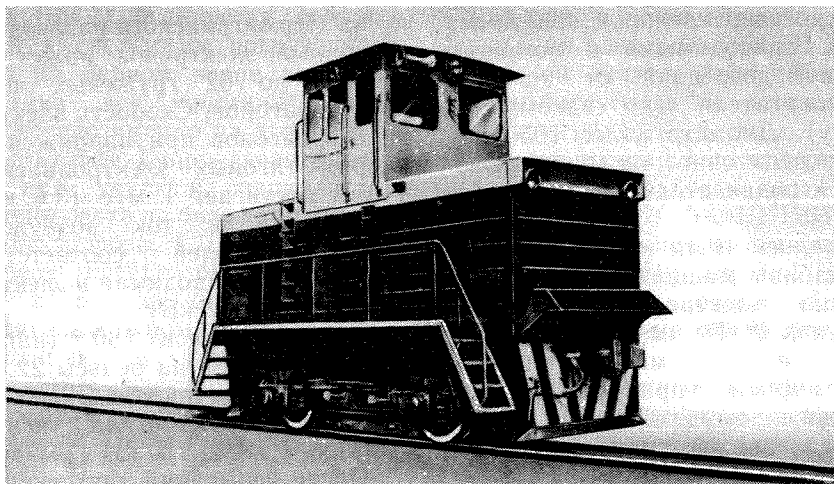


Рис 130 Электровоз ЭК14

сы поддержания постоянных значений силы тяги и скорости электровоза полностью автоматизированы. Управление электровозом может быть ручным, автоматическим или дистанционным со стационарного пункта.

На электровозе имеются два компрессора ЭК-7В и мотор-вентилятор, приводимые трехфазными асинхронными электродвигателями.

Максимальная сила тяги электровоза при трогании с места 74,6 кН (7600 кгс), минимальная скорость при сухом тушении 0,5 км/ч, при мокром — 1,5 км/ч, максимальная скорость 25 км/ч. Масса электровоза 38 т.

Электровозы ЭК14, выпущенные до 1979 г, имели последовательное возбуждение тяговых электродвига-

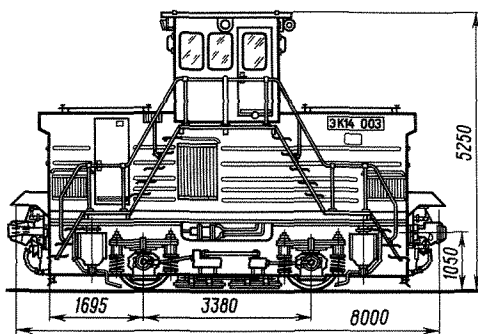


Рис 131 Основные размеры электровоза ЭК14

телей. С 1979 г они стали изготавливаться с независимым возбуждением, при этом получили обозначение ЭК14^н.

Электровозы ЭК14^н строились в течение всей одиннадцатой пятилетки и в последующие годы.

1. Тяговые агрегаты ОПЭ1

В открытых горных разработках, железнодорожные пути которых имеют большие подъемы (до 60%), широко используются так называемые тяговые агрегаты. Они представляют собой двух- или трехсекционные локомотивы, каждый из которых состоит из электровоза управления и одного или двух вагонов-самосвалов (думпкаров), оборудованных такими же тяговыми электродвигателями, как и электровоз управления. Это позволяет увеличить сцепной вес локомотива в два или три раза и соответственно включить в состав большее число груженых вагонов. Тяговые агрегаты могут быть оборудованы дизель-генераторными установками для автономного питания тяговых электродвигателей, размещаемыми на электровозе управления или в специальной секции.

В конце 1968 г. Новочеркасский электровозостроительный завод построил по проекту ВЭЛНИИ опытный тяговый агрегат ОПЭ1-001, предназначенный для эксплуатации на железнодорожных путях промышленных предприятий и открытых горных разработок, электрифицированных на переменном токе промышленной частоты с номинальным напряжением в контактной сети 10 кВ.

Тяговый агрегат состоит из трех четырехосных секций: электровоза управления, секции автономного питания (дизельной секции) и моторного думпкара. Кабины машиниста расположены в секциях автономного питания и электровоза управления; управлять тяговым агрегатом можно из любой кабины.

После постройки трех агрегатов с моторными думпкарами (двух с четырехосными и одного с шестиосным) НЭВЗ с 1970 г. начал серийный выпуск тяговых агрегатов ОПЭ1, но только в составе электровоза управления и секции автономного питания (рис. 132 и 133), который продолжался до 1981 г. Начиная с 1981 г. завод снова перешел на изготовление тяговых агрегатов в трехсекционном исполнении, причем до 1985 г. думпкары строил в кооперации с Днепропетровским электровозостроительным заводом, а с 1985 г. — самостоятельно.

Кузова электровозной и дизельной секции вагонного типа имеют несущие рамы, основными элементами которых являются боковины коробчатого сечения, связанные поперечными балками. Рама кузова опирается на две тележки через боковые пружинные и концевые катковые опоры (по две боковые и концевые на каждую тележку). На раме кузова закреплены автосцепки; для передачи тяговых и тормозных усилий от тележек к кузову служат шкворни.

Рама тележки цельносварной конструкции состоит из двух боковин, шкворневого и двух концевых брусев. Средние части балансиров подвешены к буксам, связанным с рамой поводками (как на магистральных электровозах). На концы балансиров со стороны концевых брусев рама тележки опирается через цилиндрические пружины, а со стороны шкворневого бруса — через листовые рессоры, являющиеся также балансирами.

На концевых брусках рамы каждой тележки со стороны шкво-

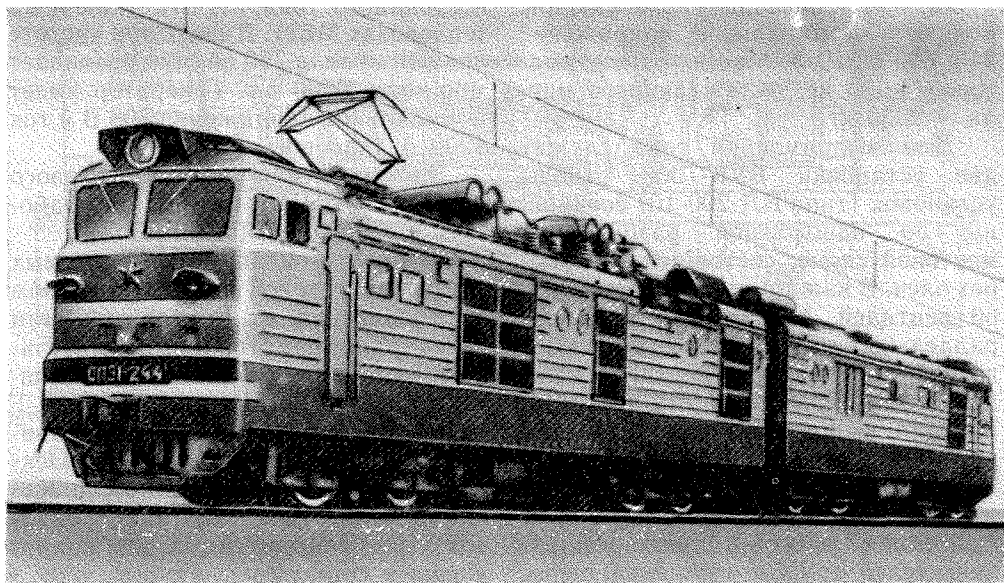


Рис 132. Тяговый агрегат ОПЭ1

рневого бруса укреплены два тормозных цилиндра диаметром 14". Усилие от поршней этих цилиндров передается на тормозные колодки, расположенные с обеих сторон колес. Все колесные пары тягового агрегата приводятся тяговыми электродвигателями, имеющими опорно-осевую подвеску.

Диаметр колес при новых бандажах 1250 мм; передаточное число двусторонних редукторов $78:18=4,33$.

В секции электровоза установлен понижающий трансформатор ОДЦЭ-8500/10 номинальной мощностью 8652 кВ·А. Вторичная (тяговая) обмотка трансформатора состоит из двух нерегулируемых и двух регулируемых частей; последние имеют выводы для регулирования напряжения, как это сделано на магистральных электровозах ВЛ80^с. Номинальное напряжение сетевой обмотки 10 000 В, тяговой при холостом ходе — 1350 В; обмотка собственных

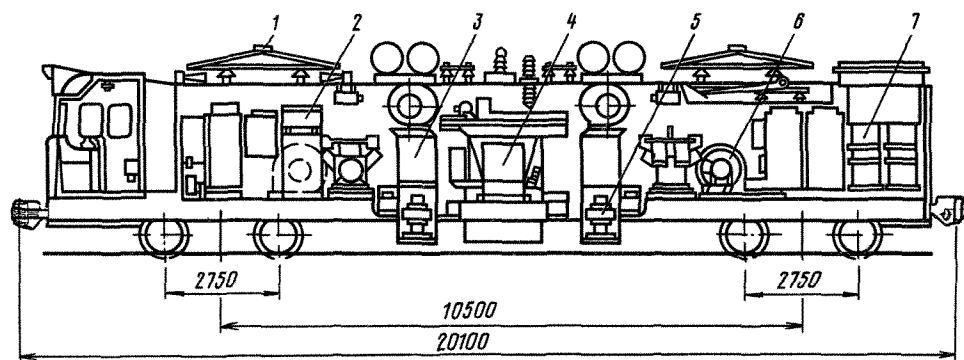


Рис 133 Расположение оборудования на электровозе управления тягового агрегата ОПЭ1
1—токоприемник, 2—аккумуляторная батарея, 3—выпрямительная установка, 4—тяговый трансформатор, 5—сглаживающий реактор, 6—мотор-вентилятор, 7—резисторы

нужд имеет выводы, позволяющие получить номинальное напряжение 240, 390 и 510 В. Масса трансформатора 11 000 кг, охлаждающего масла — 2230 кг.

Для выпрямления тока служат две установки ВУК-7000. Диоды установок (типа ВЛ-200-10) соединены по однофазной разомкнутой мостовой схеме, состоящей из четырех плеч. В каждом плече содержится 60 вентилях, включенных в 15 параллельных групп по четыре последовательно соединенных вентиля в каждой. Всего в установке 240 вентилях. Каждая выпрямительная установка рассчитана на питание четырех тяговых электродвигателей.

Для ступенчатого регулирования напряжения в цепи тяговых электродвигателей служит групповой переключатель ЭКГ-138, имеющий 36 позиций, из которых 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32 и 36-я рассчитаны на длительную езду.

На тяговом агрегате установлены тяговые электродвигатели НБ-412П, созданные на базе электродвигателей НБ-412М электровозов ВЛ60. До 1977 г. параметры тягового электродвигателя НБ-412П для часового режима принимались следующими: мощность 540 кВт, напряжение 1050 В, ток 560 А, частота вращения якоря 545 об/мин. В процессе эксплуатации и проведения испытаний было установлено, что параметры для этого режима могут быть повышены и составлять соответственно: 565 кВт, 1100 В, 575 А, 570 об/мин. С 1982 г., учитывая особенности работы тяговых агрегатов, стали принимать в расчет параметры 15-минутного режима: мощность 644 кВт, напряжение 1020 В, ток 705 А; частота вращения якоря 570 об/мин. Расход охлаждающего воздуха 110 м³/мин, масса электродвигателя 4950 кг.

На секции автономного питания (рис. 134) размещена дизель-генераторная установка 14ДГ, состоящая из дизеля 14Д40 и генератора

постоянного тока ГП-312 (как и на тепловозах М62). Дизель при частоте вращения вала 750 об/мин развивает мощность 2000 л.с. Генератор имеет номинальное напряжение 308 В и ток 4200 А (часовой режим).

Электрическая схема тягового агрегата ОПЭ1 позволяет ему работать в следующих режимах:

тяговом с питанием всех тяговых электродвигателей при параллельном их соединении от контактной сети через трансформатор и выпрямительную установку или от дизель-генераторной установки;

реостатного торможения с независимым возбуждением тяговых электродвигателей при наличии напряжения в контактной сети или с самовозбуждением при отсутствии напряжения в сети.

Электровоз управления может также работать самостоятельно, с дизельной секцией или моторным думпкаром.

Вентиляторы тяговых электродвигателей первоначально приводились электродвигателями постоянного тока П-81, которые с 1976 г. заменены электродвигателями трехфазного тока АЭ-92-4, применяемыми на магистральных электровозах. Это стало возможным в связи с отказом от требования самостоятельной работы дизельной секции. Два компрессора КТ-6Эл, установленные на электровозе, приводятся электродвигателями постоянного тока ДП-62; на секции автономного питания установлен компрессор КТ-7 с приводом от вала дизеля. Суммарная производительность компрессоров 10 м³/мин.

Управление работой тягового агрегата производится с помощью контроллера машиниста КМЭ-71 и кнопочных выключателей. Возможны ручное и автоматическое переключение с позиции на позицию, причем переключатель ступеней может фиксироваться на любой позиции. Цепи управления тягового агрегата питаются постоянным током напряжением 75 В.

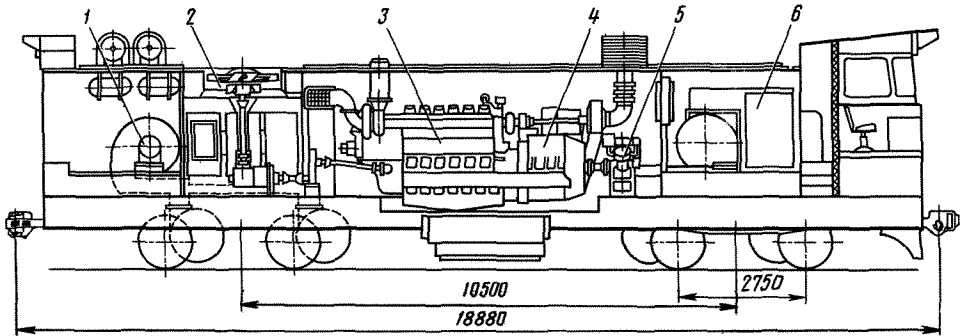


Рис 134 Расположение оборудования на секции автономного питания тягового агрегата ОПЭ1
1— мотор вентилятора, 2— вентилятор холодильника, 3— дизель, 4— тяговый генератор, 5— компрессор, 6— камера для электрических аппаратов

Предусмотрены дистанционное управление разгрузкой вагонов-самосвалов состава из кабины машиниста в любой последовательности и возможность движения с низкой скоростью при погрузке состава экскаваторами.

При получении энергии через контактную сеть тяговый агрегат (работают все 12 тяговых электродвигателей) в часовом режиме может развивать мощность 6610 кВт, сила тяги при этом составляет 834 кН (85 тс), а скорость 28,5 км/ч. При трогании с места агрегат может развить силу тяги 1177 кН (120 тс). При питании энергией от генератора тяговые электродвигатели развивают в часовом режиме мощность 1155 кВт; сила тяги при скорости движения 10, 15 и 20 км/ч составляет соответственно 343, 235 и 167 кН (35, 24 и 17 тс). Сила тяги при трогании с места достигает 540 кН (55 тс). Резисторы для электрического торможения рассчитаны на мощность 5200 кВт.

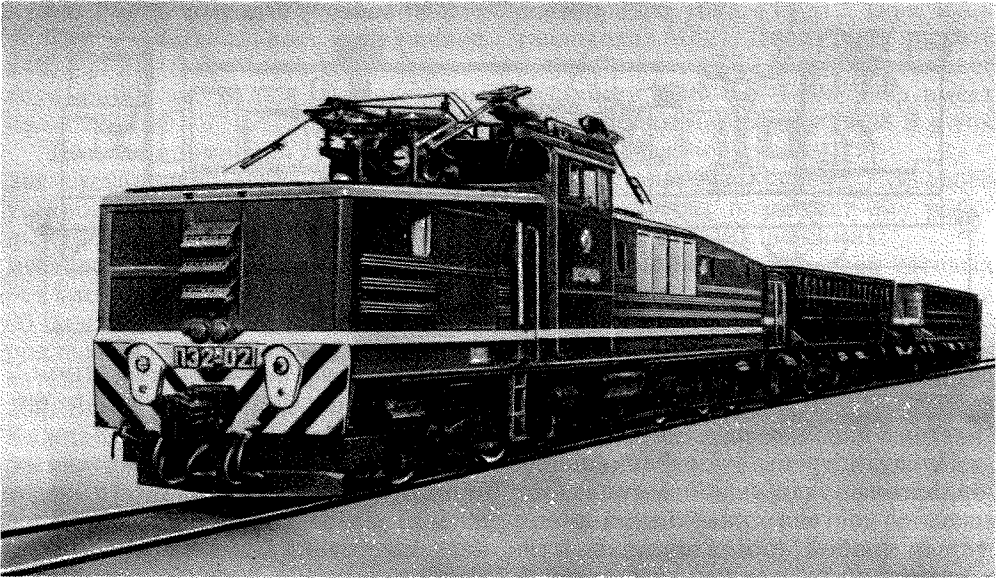
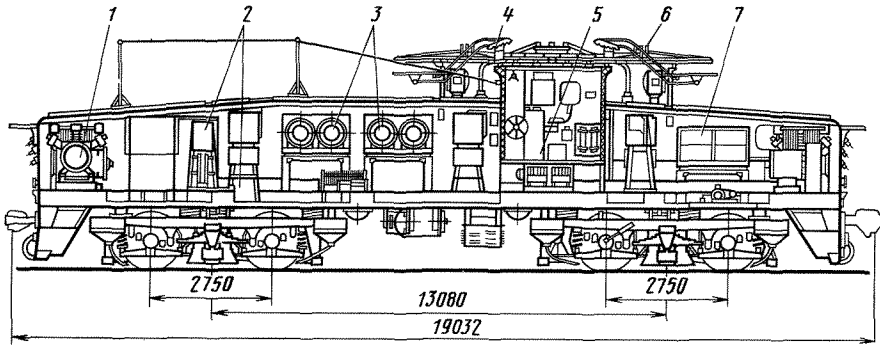
Масса тягового агрегата с груженным думпкаром и $\frac{2}{3}$ запаса песка 360_{-7}^{+11} т, нагрузка от колесной пары на рельсы $30_{-0,6}^{+0,9}$ тс У дизельной секции с 1985 г. увеличен объем топливного бака, в связи с чем нагрузка от колесной пары на рельсы возросла до $31 \pm 0,9$ тс. Максимальная скорость агрегата 65 км/ч;

минимальный радиус проходимых кривых при скорости до 10 км/ч 80 м. Тяговый агрегат рассчитан на ведение состава массой 1500—2000 т на подъеме 40—60% со скоростью 30—25 км/ч.

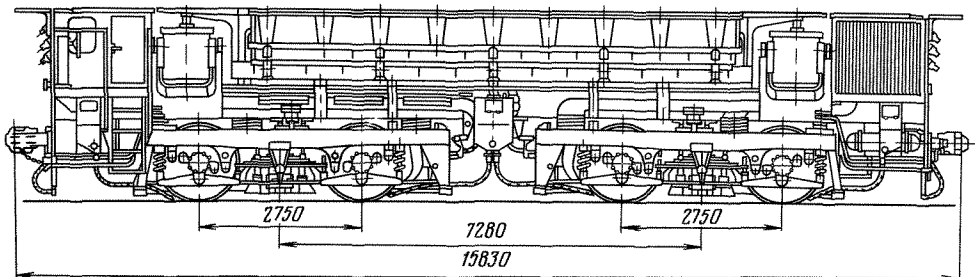
Тяговые агрегаты ОПЭ1 получили широкое распространение на железнодорожных путях угольных разрезов Кузбасса и Экибастуза.

2. Тяговые агрегаты ПЭ2^м, ПЭ2^у

Для железнодорожных линий, расположенных в карьерах и электрифицированных на постоянном токе напряжением 1500 или 3000 В, начиная с 1967 г. Днепропетровский электровозостроительный завод (ДИВЗ) начал строить трехсекционные тяговые агрегаты, состоящие из четырехосного электровоза управления и двух четырехосных думпкаров, оборудованных тяговыми электродвигателями и необходимой для их работы аппаратурой. Первоначально на этих агрегатах устанавливались тяговые электродвигатели электровозов ВЛ8 с некоторыми изменениями конструкции остова (электродвигатель НБ-406Д на агрегатах ПЭ2). Затем с 1970 г. ДЭВЗ начал изготавливать и устанавливать на агрегатах тяговые электродвигатели ДТ-9Н. С такими электродвигателями агрегаты, рассчитанные на напря-

Рис 135 Тяговый агрегат ПЭ2^МРис 136 Электровоз управления тягового агрегата ПЭ2^М

1— мотор компрессор 2— электрическая аппаратура 3 7— пуско тормозные резисторы 4— боковой токоприемник 5— контроллер машиниста 6— пантограф (центральный токоприемник)

Рис 137 Моторный думпкар тягового агрегата ПЭ2^М

жение 3000 и 1500 В и получившие обозначение ПЭ2^м, строились с 1970 по 1985 г (рис 135, 136 и 137) У обеих разновидностей агрегатов кузова электровозов управления незначительно отличаются друг от друга, отличия обусловлены некоторыми изменениями в расположении и монтаже электроаппаратов Двухосные тележки электровозов управления и думпкаров взаимозаменяемы

Кузов электровоза управления имеет раму, состоящую из двух продольных балок (боковин), связанных двумя шкворневыми балками, буферными брусьями, подкабинными балками и балками, используемыми для установки оборудования Кабина машиниста, расположенная ближе к передней стороне агрегата, сделана шире капотных частей кузова Кузов опирается на две двухосные тележки через центральные плоские опоры, а со стороны буферных брусьев — через боковые опоры с резиновыми конусами (четыре на электровоз)

Рамы тележек сварены из листовой стали и состоят каждая из двух боковин, шкворневого и двух концевых брусьев К буксам бесчелюстного типа подвешены балансиры, на которые через цилиндрические пружины опирается с одной стороны рама тележки, а с другой — листовая рессора балансира Рама тележки опирается также на средние части рессор балансиров

Диаметр колес при новых бандажах 1250 мм Зубчатая передача от тяговых электродвигателей двусторонняя жесткая, косозубая, передаточное число $91\ 17 = 5,353$

На каждой тележке установлены два тормозных цилиндра диаметром 10" Цилиндр действует на четыре колодки одной стороны тележки (нажатие колодок на колеса двустороннее) Тележка оборудована также двумя электромагнитными рельсовыми тормозами, башмаки которых опускаются при экстренном торможении

под действием поршней пневматических цилиндров

Установленные на электровозах управления и думпкарах тяговые электродвигатели ДТ 9Н четырехполюсные, помимо добавочных полюсов, имеют компрессорные обмотки Характеристики электродвигателей отвечают условиям работы на путях карьеров При напряжении на жакмах 1500 В они имеют следующие параметры

Режим	Мощность кВт	Ток А	Частота вращения якоря об/мин
Часовой	467	335	655
Продолжительный	420	300	680

Обмотки полюсов имеют изоляцию класса F, обмотки якоря и компрессорная — класса В Масса электродвигателя 4600 кг, расход охлаждающего воздуха 95 м³/мин

На электровозе управления установлены быстродействующий выключатель БВП 5А, групповой переключатель, пневматические и электромагнитные контакторы, контроллер машиниста и другие аппараты У контроллера КМЭ 5Д реверсивная рукоятка имеет пять позиций нулевую, а также «вперед» и «назад» на тяговом и тормозном режимах Главная рукоятка имеет 37 позиций, из которых 25 я и 36 я являются безреостатными (на первой из них четыре, на второй два тяговых электродвигателя включены последовательно)

Вся основная электрическая аппаратура расположена в кузове электровоза Управление тяговым агрегатом осуществляется с электровоза управления Электрические схемы тягового агрегата позволяют в необходимых случаях электровозу управления работать самостоятельно или с одним моторным думпкаром

На электровозе управления установлены два мотор компрессора (электродвигатель ТЛ 110А, компрессор КТ 6ЭЛ) и мотор генератор ДК 604В, всего на тяговом агрегате

имеются шесть вентиляторов охлаждения тяговых электродвигателей, приводимых электродвигателями ДТ-51 (1270 В, 36 кВт, 35 А, 1270 об/мин), незначительно отличающимися по конструкции от электродвигателей НБ-101М привода вентиляторов первых электровозов ВЛ82, и шесть вентиляторов охлаждения пуско-тормозных резисторов, приводимых электродвигателями ЭТВ-20М2 (13,7 кВт, 200 В, 80 А, 2950 об/мин) Электродвигатели ТЛ-110А ранее устанавливались для привода вентиляторов на электровозах ВЛ10, а мотор-генераторы (делители напряжения) ДК-604В — на электропоездах ЭР2 (см гл II и IV) Для питания цепей управления и освещения тягового агрегата при неработающем генераторе служат три аккумуляторные батареи 40КН-125 (всего 120 элементов)

Тяговый агрегат ПЭ2^м в часовом режиме имеет следующие параметры

Напряжение в контактной сети В	Мощность кВт	Сила тяги кН (кгс)	Скорость км/ч
3000	5460	680(69 420)	28,9
1500	2570	680(69 420)	13,6

Реостатное торможение с самовозбуждением, применяемое на тяговом агрегате, рассчитано на спуск порожнего поезда, состоящего из тягового агрегата и десяти (шести) думпкаров типа ВС-100, на уклоне 40% (60%) со скоростью 30 км/ч Конструкционная скорость агрегата 65 км/ч, минимальный радиус проходимых им кривых при скорости 10 км/ч — 80 м Сцепная масса тягового агрегата с $\frac{2}{3}$ запаса песка на электровозе управления составляет 368 ± 11 т, из них $120 \pm 3,6$ т приходится на электровоз и $2(124 \pm 3,7)$ т на два груженных думпкара, грузоподъемность моторного думпкара 45 т

В 1985 г ДЭВЗ изготовил опытный тяговый агрегат, получивший обозначение ПЭ2^у, где индекс у означает усовершенствованный

Основное отличие его от агрегата ПЭ2^м — некоторое увеличение мощности и силы тяги при 15-минутном и часовом режимах (3000 В — 5520 кВт, 1500 В — 2640 кВт) На тяговом агрегате установлены тяговые электродвигатели НБ-511

3. Тяговые агрегаты ОПЭ2 и ОПЭ1А

В 1972 г Днепропетровский электровозостроительный завод построил первый тяговый агрегат ОПЭ2 (рис 138 и 139), состоящий из электровоза управления и двух моторных думпкаров Электровоз управления рассчитан на питание от контактной сети однофазным током частотой 50 Гц с номинальным напряжением 10 кВ Завод выпускал агрегаты ОПЭ2 по 1976 г включительно

Кузов электровоза управления агрегата ОПЭ2 выполнен по типу кузовов электровозов тяговых агрегатов ПЭ2 и ПЭ2^м, но имеет отличия, определяемые внешней формой, установочными размерами и весом электрического оборудования Тележки однотипны с тележками агрегатов ПЭ2 и ПЭ2^м, имеют то же передаточное число редукторов (5,353)

На электровозе управления установлен трансформатор ОДЦЭ-8000/10 номинальной мощностью 7338 кВ·А Две тяговые обмотки, каждая из которых разделена на четыре секции, выполнены на номинальное напряжение 1900 В, обмотки собственных нужд — на напряжение 250, 400 и 625 В Масса трансформатора 9000 кг Две преобразовательные установки ВПБ-6000-У2 с диодами В2-320 и тиристорами Т2-320 позволяют плавно менять выпрямленное напряжение с помощью блока управления БУ39Д

На электровозе управления и моторных думпкарах установлены такие же, как на агрегате ПЭ2^м, тяговые электродвигатели ДТ-9Н Так как на агрегате ОПЭ2 эти двигатели работа-

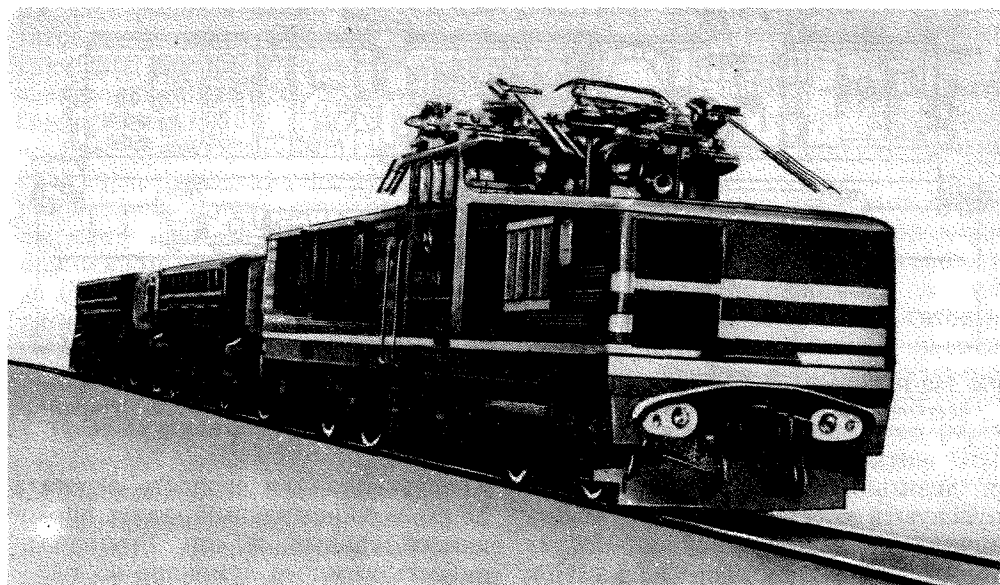


Рис 138 Тяговый агрегат ОПЭ2

ют на пульсирующем токе и с возбуждением 98%, их параметры несколько изменились и составляют при напряжении на зажимах 1500 В

Режим	Мощность кВт	Ток, А	Частота вращения якоря об/мин
Часовой	455	330	665
Продолжительный	418	300	685

На электровозе установлены токоприемники ТЛ-14М (основные) и

ТБ-2М (боковые), главный контроллер ЭКГ-21Д для бестокового переключения вторичной обмотки силового трансформатора, тормозные резисторы БТР-170Д, главные воздушные выключатели ВОВ-10/1000 и ряд других аппаратов

Для управления тяговым агрегатом служит контроллер машиниста КМЭ-8Д с главным и реверсивным переключателями. Главный переключатель, приводимый штурвалом, име-

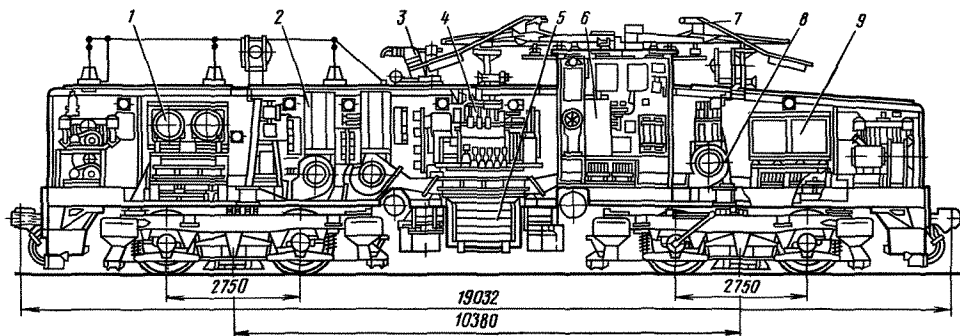


Рис 139 Расположение оборудования на электровозе управления тяговых агрегатов ОПЭ2 и ОПЭ1А

1—9—блоки тормозных резисторов 2—выпрямительная установка 3—главный воздушный выключатель 4—главный контроллер 5—тяговый трансформатор 6—контроллер машиниста 7—боковой токоприемник 8—мотор вентилятора

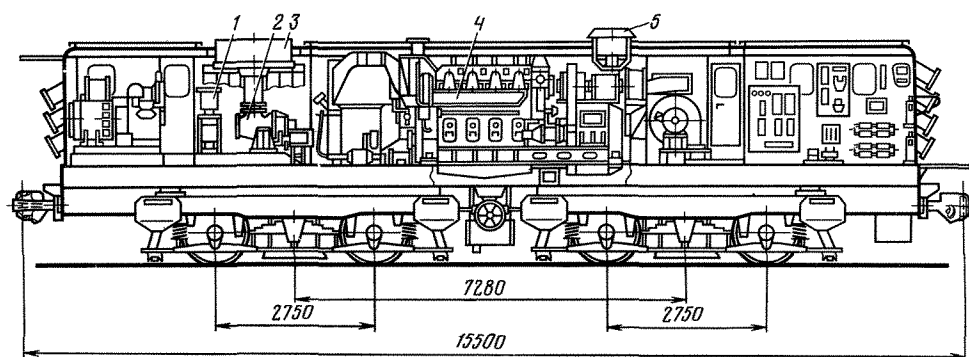


Рис 140 Расположение оборудования на секции автономного питания тягового агрегата ОПЭ1А
1— индуктивный нагреватель, 2— гидромфуга привода вентилятора, 3— осевой вентилятор
4— дизель генератор, 5— вентилятор кузова

ет девять фиксированных позиций: нулевую и восемь, соответствующих началу или концу одной из четырех зон регулирования напряжения. При переводе штурвала от начала к концу зоны напряжение на тяговых электродвигателях плавно увеличивается.

На тяговом агрегате ОПЭ2 установлены два мотор-компрессора, четыре мотор-вентилятора для охлаждения тормозных резисторов и шесть мотор-вентиляторов для охлаждения тяговых электродвигателей. Мотор-компрессор состоит из электродвигателя пульсирующего тока ДТ-53 (50 кВт, 550 В, 105 А, 800 об/мин) и компрессора КТ-6Эл. Вентиляторы охлаждения тормозных резисторов приводятся электродвигателями пульсирующего тока ЭТВ-20М2, как и на тяговых агрегатах ПЭ2, вентиляторы тяговых электродвигателей — асинхронными трехфазными электродвигателями АЭ-92-4, используемыми также на тяговых агрегатах ОПЭ1 и некоторых магистральных электровозах переменного тока.

Тяговый агрегат имеет общую сцепную массу с груженными думпками 372 т (нагрузка от колесной пары на рельс 31 тс), общую мощность часового режима 5325 кВт, силу тяги часового режима 650 кН (66 240 кгс) при скорости 29,5 км/ч.

Конструкционная скорость агрегата 65 км/ч, минимальный радиус проходимых кривых 80 м. Грузоподъемность каждого думпкара 45 т.

В 1973 г. ДЭВЗ выпустил первый тяговый агрегат ОПЭ1А, состоящий из электровоза управления, секции автономного питания (рис. 140) и моторного думпкара. Такие агрегаты завод строил весь период 1976—1985 гг. и последующие годы. Электровоз управления и думпкары тягового агрегата ОПЭ1А, за исключением небольших изменений, связанных с управлением агрегатом, такие же, как у тягового агрегата ОПЭ2.

На секции автономного питания установлен дизель 3А-6Д49 (8ЧН 26/26) номинальной мощностью 1500 лс. От дизеля приводятся генератор постоянного тока ГП-319А номинальной мощностью 955 кВт (ток 1845/1100 А, напряжение 516/870 В, номинальная частота вращения 1000 об/мин), возбудитель В-600А (10,8 кВт, 120 В, 90 А, 2030 об/мин) для питания обмотки возбуждения ГП-319А и вспомогательный генератор ГП-405 (15 кВт, 75 В, 136 А, 700/2030 об/мин), который питает цепи управления, освещения и заряжает аккумуляторную батарею 32ТН-450.

Секция автономного питания оборудована одинаковыми с электровозом управления и думпкаром тяговы-

ми электродвигателями ДТ-9Н. На тяговом агрегате ОПЭ1А имеются три мотор-компрессора, состоящие из электродвигателей ДТ-53 и компрессоров КТ-6Эл.

Все параметры (вес, мощность, сила тяги, скорость) агрегата ОПЭ1А при питании от контактной сети такие же, как у агрегата ОПЭ2. В автономном режиме тяговый агрегат при пуске до скорости 7,2 км/ч развивает силу тяги 373 кН (38 000 кгс), при скорости 20 км/ч — 147 кН (15 000 кгс).

4. Тяговые агрегаты ПЭЗТ и ОПЭ1Б

Продолжая совершенствовать конструкцию тяговых агрегатов ПЭ2^м и ОПЭ1А, Днепропетровский электровозостроительный завод создал на их базе трехсекционные агрегаты постоянного тока напряжением 3000 В или 1500 В (ПЭЗТ) и переменного тока напряжением 10 кВ (ОПЭ1Б), состоящие из электровоза управления, дизельной секции и четырехосного думпкара, оборудованного тяговыми электродвигателями. Первый тяговый агре-

гат ПЭЗТ был изготовлен в 1978 г., второй в 1982 г. Первый тяговый агрегат ОПЭ1Б был построен в 1976 г., затем в 1982—1983 гг. были изготовлены еще четыре, из которых три без дизельной секции, но с двумя думпкарами.

На обоих типах агрегатов предусмотрено плавное регулирование с помощью тиристорных установок напряжения, подводимого к параллельно включенным тяговым электродвигателям, применены одинаковые тележки и тяговые электродвигатели ДТ-9Н, тяговые редукторы, колесные пары, которые ранее были созданы для агрегатов ПЭ1, ПЭ2^м, ОПЭ1А. Расстояния между осями автосцепок у агрегатов ПЭЗТ и ОПЭ1Б такие же, как у агрегатов ПЭ2^м и ОПЭ1А.

Кузов электровозов управления тяговых агрегатов ПЭЗТ (рис 141) и ОПЭ1Б (рис 142, 143 и 144) имеет кабину машиниста будочной формы, смещенную к головной стороне кузова.

Расположение оборудования в кабинах обоих агрегатов одинаково, т. е. практически не зависит от рода

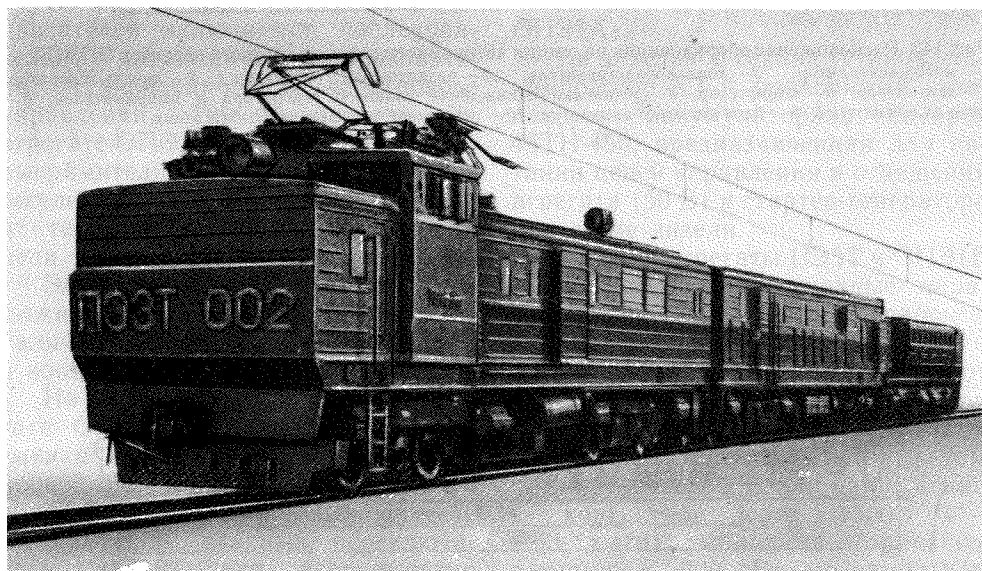


Рис 141 Тяговый агрегат ПЭЗТ

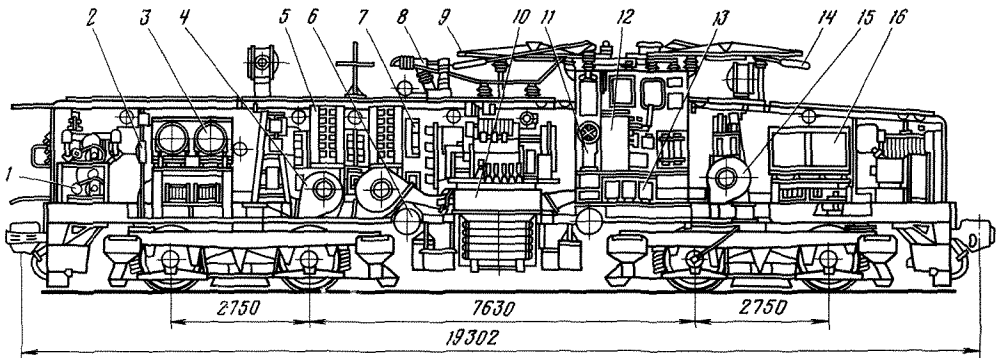


Рис. 142. Расположение оборудования на электровозе управления тягового агрегата ОПЭБ: 1— мотор-компрессор; 2— электроводоподогреватель; 3— блок тормозных резисторов; 4— центральный вентилятор; 5— выпрямительная установка; 6— главный резервуар; 7— панель с аппаратурой; 8— главный воздушный выключатель; 9— центральный токоприемник; 10— тяговый трансформатор; 11— колонка ручного тормоза; 12— контроллер машиниста; 13— аккумуляторная батарея; 14— боковой токоприемник; 15— мотор-вентилятор; 16— блок тормозных резисторов

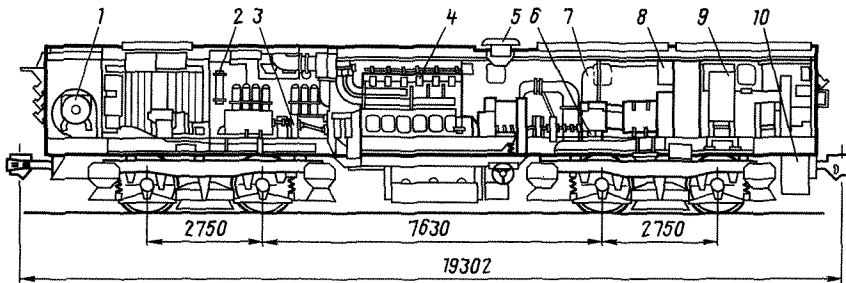


Рис. 143. Расположение оборудования на секции автономного питания тягового агрегата ОПЭБ: 1— мотор-вентилятор; 2— топливоподогреватель; 3— раздаточный редуктор; 4— дизель-генератор; 5— вентилятор; 6— компрессор; 7— установка охлаждения главного генератора и выпрямителей; 8— блок выпрямителей; 9— блок силовых аппаратов; 10— резисторы ослабления возбуждения

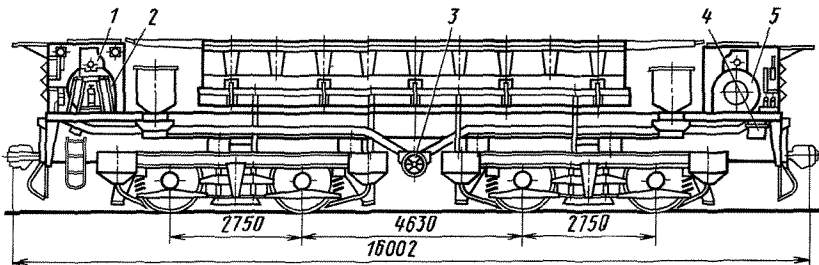


Рис. 144. Моторный думпкар тягового агрегата ОПЭБ.

1 — переключатель; 2, 5 — мотор-вентиляторы, 3 — ручной тормоз; 4 — резистор ослабления возбуждения

тока в контактной сети.

На электровозе управления агрегата ПЭЗТ установлены две 12-фазные частотные тиристорные установки, преобразующие постоянный ток напряжением 3000 или 1500 В в плавно регулируемый постоянный ток в цепи тяговых электродвигателей. Преобразователи могут работать с частотой от 70 до 500 Гц.

На электровозе управления ОПЭ1Б однофазный ток напряжением 10 кВ с помощью трансформатора ОДЦЭ-8000/10А-У2 понижается до напряжения 450, 900, 1350 или 1800 В (применено четырехзонное регулирование напряжения); напряжение выпрямленного тока плавно регулируется тиристорами. Трансформатор имеет две тяговые обмотки, к каждой из которых подключена своя преобразовательная установка ВПБ-6000У2, питающая половину тяговых электродвигателей агрегата.

Схемы соединения тяговых электродвигателей агрегатов ОПЭ1Б и ПЭЗТ в контактном (питание от контактной сети) и автономном режимах, а также при реостатном торможении одинаковы. В последнем случае обмотки всех тяговых электродвигателей включаются последовательно и питаются от преобразователя, установленного на электровозе управления. Преобразователь на агрегате ОПЭ1Б получает питание от выпрямительного моста первой зоны регулирования, а на агрегате ПЭЗТ — от тиристорной установки силовой цепи тяговых электродвигателей.

Электрическое торможение возможно осуществить независимо от наличия и величины напряжения в контактной сети.

На электровозе управления агрегата ОПЭ1Б установлены токоприемники ТЛ14М (для центрального провода) и ТБ-13Д (для бокового провода), главный выключатель ВОВ-10/1000, главный переключатель ЭКГ-21 для переключения ступеней вторичных (тяговых) обмоток трансформатора, контроллеры

машиниста КМЭ-12Д. Вентиляторы тяговых электродвигателей, трансформатора, преобразовательных установок приводятся электродвигателями ДТ-1А (см. тяговый агрегат ПЭ2^М), компрессоры КТ-6Эл — электродвигателями ДТ-53 (см. тяговый агрегат ОПЭ2). На электровозе управления агрегата ПЭЗТ имеются центральный токоприемник П82 и боковой ТБ-13Д.

На дизельных секциях тяговых агрегатов ПЭЗТ и ОПЭ1Б установлены дизель-генераторы 2-26ДГ, состоящие из дизеля 2-2Д49 и синхронного генератора ГС-515. Дизель при частоте вращения вала 1000 об/мин развивает мощность 2000 л.с. (1470 кВт). Шестифазный генератор ГС-515 номинальной мощностью 1310 кВт (действующее значение линейного тока $2 \times 1520 / 2 \times 2700$ А, линейное напряжение 270/153 В) через выпрямительные установки питает тяговые электродвигатели. Напряжение регулируется изменением тока возбуждения и частоты вращения вала дизеля.

В качестве возбудителя синхронного генератора использован возбудитель ВС-650В (см. тяговый агрегат ОПЭ1А).

На дизельной секции установлены компрессор КТ-7, приводимый дизелем, и аккумуляторная батарея 48ТН-450, предназначенная для питания цепей управления и освещения агрегата (50 В) и стартер-генератора при пуске дизеля.

Тяговые агрегаты ПЭЗТ и ОПЭ1Б имеют следующие основные параметры: сцепная масса в рабочем состоянии с $2/3$ запаса дизельного топлива 372 т (нагрузка на рельсы от колесной пары 31 тс); сила тяги при 15-минутном режиме работы тяговых электродвигателей 900 кН (92 тс), скорость 25,4 км/ч (при напряжении в контактной сети 1500 В — 12,3 км/ч); мощность тормозных резисторов 5000 кВт, максимальная тормозная сила 900 кН (92 тс); длительная сила тяги в автономном

режиме при скорости 7 км/ч 510 кН (52 тс), при скорости 15 км/ч — 245 кН (25 тс).

5. Тяговые агрегаты ЕЛ20

Завод Ганс Баймлер (ГДР), изготовлявший для нашей страны в 1964—1966 и 1968—1973 гг. трехсекционные тяговые агрегаты ЕЛ10 для открытых горных разработок, состоящие из электровоза управления с дизель-генераторной установкой и двух моторных думпкаров, поставил в Советский Союз в 1983 г. четыре опытных трехсекционных агрегата ЕЛ20 (рис. 145, 146 и 147). После испытаний, эксплуатационной проверки и внесения необходимых конструктивных изменений завод построил в 1984—1985 гг. партию тяговых агрегатов ЕЛ20 с моторными думпками МКВ-4. Эти тяговые агрегаты, как их предшественники, питаются однофазным током напряжением 10 кВ, частотой 50 Гц, снимаемым с верхнего или бокового контакта провода, либо могут работать в автономном режиме.

Кузов электровоза управления рамного типа; кабина машиниста с двумя постами управления размещена в средней части кузова. Окна в кабине расположены выше капотных частей кузова, что улучшает машинисту обзор пути. Электровоз управления и моторные думпкары имеют одинаковые двухосные тележки. Рамы тележек сварной конструкции состоят из боковых листов толщиной 26 мм, связанных двумя концевыми поперечными балками и шкворневыми брусками. Кузов электровоза и рамы думпкаров опираются на рамы тележек с помощью четырех опор: двух жестких катковых, расположенных на продольной оси электровоза или вагона, и двух скользящих боковых пружинных. Над буксами колесных пар размещены листовые рессоры, сбалансированные между

собой: между листовыми рессорами и рамой тележки имеют концевые цилиндрические пружины.

Колесные пары с колесами диаметром 1120 мм приводятся тяговыми электродвигателями, имеющими опорно-осевую подвеску. Тяговый редуктор двусторонний с косозубыми зубчатыми колесами. Передаточное число редуктора $73:14=5,214$. Нажатие тормозных колодок на колеса двустороннее. В кабине машиниста установлены кран машиниста № 394 и кран-вспомогатель тормоза № 254; на всех секциях применены воздухораспределители № 483.

На электровозе установлен трансформатор, имеющий продолжительную мощность вторичной (тяговой) обмотки 7560 кВ·А. От вторичной обмотки через три выпрямительные установки получают питание три группы параллельно соединенных тяговых электродвигателей. Каждая выпрямительная установка состоит из двух последовательно включенных полууправляемых мостов, управляемые плечи мостов выполнены на тиристорах. Примененная схема позволяет плавно регулировать напряжение на зажимах тяговых электродвигателей.

Для движения тягового агрегата по неэлектрифицированным путям в кузове электровоза управления установлен дизель 12КВД-21-А14 мощностью 820 кВт (1100 л.с) и генератор.

Номинальная частота вращения их валов 1500 об/мин.

Тяговый агрегат оборудован двенадцатью тяговыми электродвигателями VMLBP0513-725 с остовами цилиндрической формы. При напряжении на зажимах 930 В электродвигатели имеют следующие параметры:

Режим	Мощность кВт	Ток А	Частота вращения якоря, об/мин
Часовой	460	545	700
Продолжительный	420	495	725

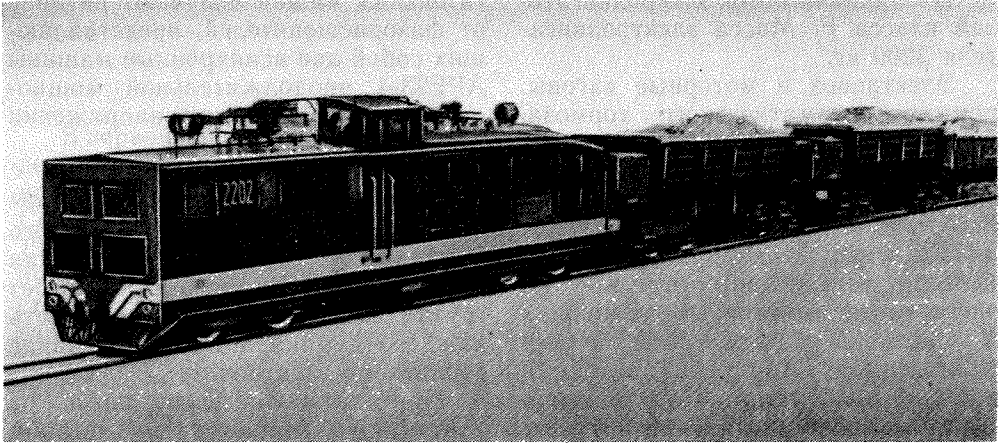


Рис 145 Тяговый агрегат ЕЛ20

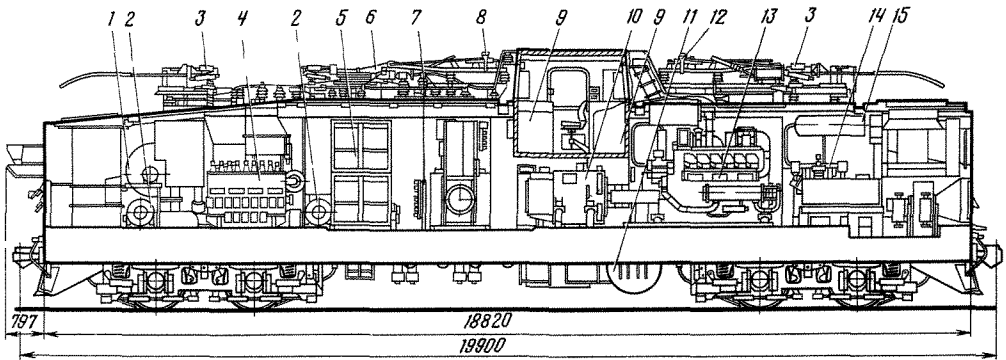


Рис 146 Расположение оборудования на электровозе управления тягового агрегата ЕЛ20
 1—вентилятор тяговых электродвигателей, 2—фазорасцепитель, 3—боковой токоприемник, 4—тяговый трансформатор, 5—выпрямительная установка, 6—главный воздушный выключатель, 7—переключатель режимов, 8—центральный токоприемник, 9—пульт управления, 10—генераторный агрегат, 11—топливный бак, 12—центральный токоприемник, 13—дизель, 14—компрессор, 15—главный резервуар

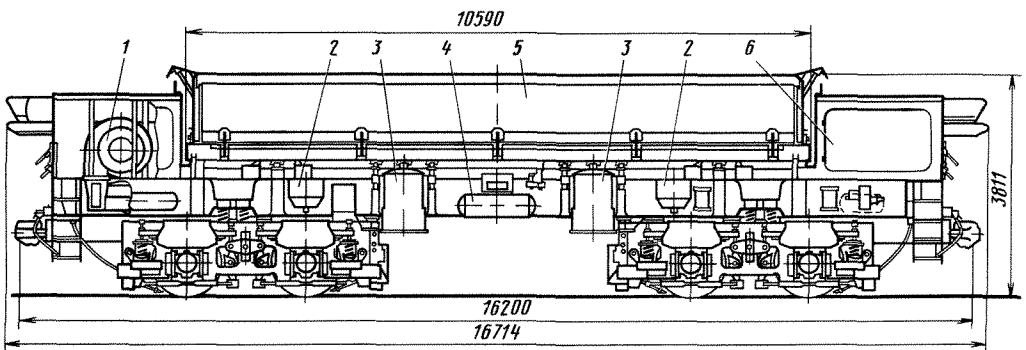


Рис 147 Расположение оборудования на моторном думпкере тягового агрегата ЕЛ20
 1—вентилятор тяговых электродвигателей, 2—бункер песочницы, 3—цилиндр опрокидывания, 4—воздушный резервуар, 5—кузов думпкара, 6—вентиляторная решетка

Изоляция обмоток электродвигателей класса F. Масса электродвигателя 3200 кг.

Электровоз и моторные вагоны, помимо пневматического тормоза, имеют электрический реостатный тормоз, причем тормозные резисторы расположены только на электровозе. Реверсоры и тормозные переключатели для уменьшения длины силовых кабелей установлены отдельно на электровозе и моторных думпкарах и соединены между собой цепями управления. Эти цепи питаются постоянным током напряжения 110 В от аккумуляторной батареи или статического преобразователя. Аккумуляторная батарея состоит из 48 кислотных элементов емкостью по 300 А·ч. Для питания обмоток возбуждения тяговых электродвигателей при реостатном торможении служит выпрямительный блок, рассчитанный на ток 1200 А при напряжении 75 В. Общая мощность тормозных резисторов 4200 кВт.

На электровозе установлены два компрессора VV330/110, приводимых трехфазными электродвигателями KB-250-2/6 мощностью по 40 кВт. Вентиляторы охлаждения тяговых электродвигателей, тормозных резисторов, а также воды и масла дизеля приводятся трехфазными электродвигателями КР-200-1/4 мощностью по 22 кВт. Электродвигатели вспомо-

гательных машин получают питание от фазорасщепителей, представляющих собой две асинхронные машины АРЕ93-4 продолжительной мощностью по 150 кВт при напряжении 380 В.

Общая масса электровоза с $\frac{2}{3}$ запаса песка, топлива, воды и смазки $122 \pm 3\%$; масса моторного думпкара без груза 70 т, т. е. общая сцепная масса тягового агрегата без груза 262 т. Грузоподъемность каждого думпкара 50—55 т; запас топлива на электровозе 1800 кг.

При питании электровоза от контактного провода в часовом режиме тяговый агрегат имеет следующие параметры (в числителе без думпкаров, в знаменателе с думпкарами):

Мощность, кВт	Сила тяги, кН(тс)	Скорость, км/ч
1840/5520	230(23,5)/690(70,5)	28

Максимальная скорость агрегата 50 км/ч.

При работе от дизель-генераторной установки электровоз развивает силу тяги 306—105 кН (34,5—10,6 тс) и скорость соответственно 5,5—20 км/ч. Тяговый агрегат рассчитан для работы на линиях с подъемами до 60% в контактном и до 15% в автономном режимах; в последнем случае работают только электродвигатели электровоза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В первой части заключения приведены краткие сведения о тяговом подвижном составе железных дорог Советского Союза, строившемся в 1986—1989 гг. и намечаемом к выпуску в девяностых годах двадцатого столетия; во второй части изложен взгляд автора на важные, с его точки зрения, вопросы дальнейшего развития тяговых средств уже без указания конкретных типов локомотивов и моторвагонных поездов.

* *
*

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года предусмотрено наращивание транспортным машиностроением выпуска продукции, обеспечивающей коренное техническое перевооружение транспорта, обновление и пополнение парка локомотивов и вагонов путем оснащения его более надежными и экономичными локомотивами новых серий, электро- и дизель-поездами. Запланированы дальнейшие работы по электрификации линий.

Дальнейший перевод железнодорожных линий на электрическую тягу при одновременном снижении удельного расхода химического топлива на выработку электроэнергии и доли работы, выполняемой тепловозами (табл. 4), позволит уменьшить суммарное потребление угля, мазута и дизельного топлива на единицу перевозочной работы.

Протяженность линий, электрифицированных на переменном токе напряжением 25 кВ и частотой 50 Гц, в ближайшие годы сравняется, а затем превысит эксплуатационную дли-

ну линий, работающих на постоянном токе напряжением 3000 В.

В 1986—1989 гг. в число электрифицированных вошли участки: Лоухи—Кемь, Арысь—Чимкент, Могоча—Ерофей Павлович—Уруша—Сковородино, Шилка—Чернышевск-Забайкальский, Вологда—Коноша, Новоишимская—Кокчетав, Ртищево—Красавка, Сары-Шаган—Чу, Свияжск—Канаш—Сергач.

Для линий, электрифицированных на переменном токе, железные дороги после 1985 г. продолжали получать от НЭВЗа (последний вошел в состав организованного в конце 1988 г. Научно-производственного объединения «Новочеркасский электровозостроительный завод») восьмиосные грузовые электровозы ВЛ80^Р (строились только в 1986 г.), ВЛ80^С и двенадцатиосные грузовые электровозы ВЛ85. Электровоз ВЛ85-103 демонстрировался на 4-й Международной выставке «Железнодорожный транспорт-89», работавшей с 25 мая по 2 июня 1989 г. на Экспериментальном кольце ВНИИЖТа у станции Щербинка.

В период 1985—1986 гг. находящийся в Новосибирске Научно-исследовательский институт комп-

Таблица 4

Год	Протяженность линий, переведенных на электрическую тягу на конец года, тыс км		Выполнение грузовых перевозок, %	
	Всего	В том числе на переменном токе	электро-возами	тепловозами
1986	50,6	23,3	61,0	39,0
1987	51,8	24,4	62,3	37,7
1988	53,1	25,4	63,0	37,0

лексного электропривода провел переоборудование (в депо Боготол) и исследования электровоза ВЛ80^Р-1669 с целью повышения его тягово-энергетических характеристик и уменьшения потерь энергии при рекуперативном торможении. Испытания модернизированного электровоза, получившего обозначение ВЛ80^{РМ}, дали основания для продолжения работ в этом направлении.

Для линий, электрифицированных на постоянном токе, Тбилиским производственным объединением «Электровозостроитель» после 1985 г. продолжалось изготовление грузовых восьмиосных электровозов ВЛ10^У (только в 1986 г.) и ВЛ11; последние с середины 1987 г. начали выпускаться в несколько измененном виде и получили наименование серии ВЛ11^М (ВЛ11 модернизированные). В отличие от электровозов ВЛ11 электровозы ВЛ11^М могут работать на трех соединениях тяговых электродвигателей в составе двух, трех и четырех секций. На новых локомотивах увеличено вдвое число реверсоров и тормозных переключателей, что значительно уменьшило длину силовых кабелей, но несколько увеличило трудоемкость обслуживания и ремонта оборудования. На электровозах ВЛ11^М применена модернизированная аппаратура САУРТ-034 (система автоматического управления рекуперативным торможением на новой элементной базе).

Один из электровозов ВЛ11^М прошел испытания на участке Свердловск—Дружинино Свердловской железной дороги; испытания проводились Уральским отделением ВНИИЖТа.

После выпуска в 1984—1985 гг. двух первых двенадцатиосных электровозов постоянного тока ВЛ15 Тбилиское производственное объединение «Электровозостроитель» продолжило изготовление этих локомотивов в небольших количествах. В 1988—1989 гг. завод ТЭВЗ, входящий в объединение, изготовил

первые четыре электровоза ВЛ15^С, рассчитанных на работу по системе многих единиц. На выставке «Железнодорожный транспорт-89» демонстрировался электровоз ВЛ15^С-032.

Как дальнейшее усовершенствование электровозов ВЛ80^С можно рассматривать работы, проводимые ВЭЛНИИ по применению на восьмиосных грузовых двухсекционных локомотивах тележек электровозов ВЛ85 с наклонными тягами, тяговых электродвигателей НБ-514 и кабин машиниста, выполненных по типу кабин электровозов ВЛ85. Аналогичные работы проводятся и по электровозам ВЛ11^М, что позволит иметь более широкую унификацию частей и оборудования при изготовлении восьми- и двенадцатиосных электровозов постоянного тока на Тбилиском заводе.

В 1986 и последующих годах велись работы по улучшению конструкции опытного грузового электровоза ВЛ86^Ф-001, оборудованного асинхронными тяговыми электродвигателями. В 1988 г. электровоз прошел тягово-энергетические испытания на кольце в Новочеркасске, а затем опытную эксплуатацию в депо Батайск Северо-Кавказской железной дороги; в 1989 г. электровоз демонстрировался на выставке «Желдортранс-89».

В 90-х годах для грузового движения намечается проектирование и изготовление восьмиосных электровозов с бесколлекторными тяговыми электродвигателями, установленными на рамах тележек. Мощность таких локомотивов будет порядка 8000 кВт, конструкционная скорость 120 км/ч. В первую очередь предполагается изготовление электровозов постоянного тока, затем переменного тока и наконец рассчитанных на две системы тока (постоянный 3000 В и переменный 25 кВ).

Для маневрово-вывозной работы на электрифицированных участках, в том числе для передвижения ваго-

нов и по неэлектрифицированным путям станций, в соответствии с типовым рядом, разработанным Главным управлением локомотивного хозяйства МПС, предусматривается проектирование и изготовление восьмиосных электровозов, тяговые электродвигатели которых могут питаться электроэнергией как от внешних источников тока (через контактную сеть), так и от аккумуляторных батарей, установленных на электровозах. Такие электровозы будут выполняться для линий, электрифицированных на постоянном токе 3000 В, и линий, работающих на переменном токе 25 кВ. При движении или стоянке электровоза под контактным проводом аккумуляторные батареи будут работать в режиме заряда. Мощность электровозов в контактном режиме порядка 4000 кВт (продолжительный режим), сила тяги 320 кН (32 400 кгс), скорость 47 км/ч, мощность в автономном режиме 1200—1500 кВт, конструктивная скорость 100 км/ч, торможение реостатное и пневматическое.

Для обслуживания пассажирских поездов на линиях, электрифицированных на переменном токе, чехословацкими заводами Шкода в 1986 г. еще изготавливались шестиосные электровозы ЧС4^Г (заводское обозначение 62Е₁₀), а в 1987 г. была построена партия восьмиосных электровозов ЧС8 (заводское обозначение 81Е₁); электровозы ЧС8 затем изготавливались в 1989 г. (81Е₂) и будут поставяться советским железным дорогам в последующие годы. Электровоз ЧС8-028 (81Е₁) демонстрировался на выставке «Железнодорожный транспорт-89».

Для линий, электрифицированных на постоянном токе, в 1986—1989 гг. продолжали строиться восьмиосные электровозы ЧС7, имевшие заводские обозначения 82Е₄ (1986 г.), 82Е₅ (1987 г.), 82Е₆ (1988 г.) и 82Е₇ (1989 г.). Один из электровозов 82Е₇ — ЧС7-209

стал 5000-м электровозом, построенным на заводах Шкода; 15 марта 1989 г. в локомотивном депо им. Ильича Московской железной дороги состоялась торжественная передача его концерном Шкода советским железным дорогам. Электровозы ЧС7 будут строиться и в ближайшие годы.

Следующей ступенью в развитии пассажирских электровозов, по мнению чехословацких специалистов, должно стать создание однокузовного восьмиосного локомотива и применение вместо коллекторных тяговых электродвигателей асинхронных машин, в первую очередь на электровозах постоянного тока.

Заводы Шкода уже ведут работы по созданию восьмиосного однокузовного электровоза постоянного тока ЧС12 (заводское обозначение 88Е₀), кузов которого будет опираться на четыре двухосные тележки, выполненные по типу тележек электровозов ЧС7. Конструкторы предложили два варианта экипажной части. В первом варианте над двумя соседними тележками устанавливается промежуточная рама (как на маневровых тепловозах ТЭМ7 и ЧМЭ5), т. е. кузов опирается на две промежуточные рамы; во втором кузов непосредственно опирается на четыре тележки, из которых две средние для лучшего вписывания локомотива в кривые имеют возможность поперечного относительно кузова перемещения.

Тяговые электродвигатели постоянного тока АЛ-4744fТ устанавливаются на раме тележек, как и у всех пассажирских электровозов ЧС. Сохранен и диаметр колес при новых бандажах (1250 мм); передаточное число тягового редуктора составляет $74:42 = 1,762$. Тяговые электродвигатели АЛ-4744fТ при напряжении на зажимах 1500 В имеют в часовом режиме мощность 900 кВт (ток 640 А, частота вращения якоря 770 об/мин). Электродвигатели шестиполюсные коллекторные; изготавливаются с компенсационной обмоткой

На электровозе ЧС12 предусмотрены, как и на ЧС7, три различных соединения тяговых электродвигателей: последовательное, последовательно-параллельное и параллельное. В отличие от электровоза ЧС7, на ЧС12 устанавливаются не два, а только один быстродействующий выключатель.

Проектная масса электровоза с $\frac{2}{3}$ запаса песка (172 ± 2 %) т. В продолжительном режиме электровоз имеет мощность 7200 кВт, скорость 99,3 км/ч и силу тяги 254,8 кН (25 970 кгс); в часовом режиме — 7520 кВт, 97,3 км/ч, 271,4 кН (27 660 кгс). Максимальная скорость электровоза 180 км/ч, конструкционная — 200 км/ч. Сила тяги при скорости 180 км/ч — 146 кН (14 880 кгс). Электровоз будет оборудован реостатным тормозом с резисторами, рассчитанными на мощность 7935 кВт.

Если в дальнейшем вместо восьмиосных двухсекционных электровозов ЧС7 заводы Шкода намечают постройку односекционных электровозов ЧС12, то электровозы ЧС8 по их планам должны уступить место однокузовным электровозам ЧС11, имеющим унифицированную с электровозами ЧС12 экипажную часть. Электровозы ЧС11, рассчитанные на работу от сети однофазного тока напряжением 25 кВ, будут оборудованы устройствами плавного регулирования напряжения со стороны низшего напряжения и рекуперативными или реостатным тормозом.

Проектная масса электровоза 176 т, продолжительная мощность 7200 кВт, максимальная скорость 180 км/ч.

На базе электровозов ЧС12 и ЧС11 предполагается создать однокузовные восьмиосные пассажирские электровозы соответственно постоянного (электровоз ЧС9) и переменного (электровоз ЧС10) тока с асинхронными тяговыми электродвигателями. Особенностью этих электровозов должен стать безредукторный

тяговый привод от электродвигателей к колесным парам. Продолжительная мощность электровозов ЧС9 и ЧС10 8000 кВт, максимальная скорость 180 км/ч, масса 172 т.

Для неэлектрифицированных магистральных железных дорог в двенадцатой пятилетке производственное объединение «Ворошиловградтепловоз» продолжало изготавливать грузовые двух- и трехсекционные тепловозы 2ТЭ10М и 3ТЭ10М. В будущем предполагается выпускать их с некоторыми конструктивными изменениями и улучшениями и обозначать 2ТЭ10У (универсальные) и 3ТЭ10У; первые универсальные тепловозы производственное объединение начало изготавливать в 1989 г. Для линий, расположенных в северной части страны, тепловозы намечено выпускать в исполнении УХЛ (умеренно холодный климат); эти локомотивы получают обозначение 2ТЭ10У^с (северные) и 3ТЭ10У^с. Часть тепловозов 2ТЭ10У и 3ТЭ10У, предназначенных для замены тепловозов ТЭП10 и ТЭП10Л, обслуживающих пассажирские поезда, будет иметь меньшее передаточное число тяговых редукторов, тормоза, рассчитанные на работу с пассажирскими вагонами, максимальную скорость 120 км/ч. Эти тепловозы намечают обозначать 2ТЭ10У^г и 3ТЭ10У^г.

Параллельно с выпуском тепловозов 2ТЭ10М и 3ТЭ10М ПО «Ворошиловградтепловоз» строило небольшими партиями тепловозы 4ТЭ10С. Один из них (№ 0010), изготовленный в 1986 г. и оснащенный реостатным тормозом, прошел динамические, прочностные и тягово-тормозные испытания на обходе Северо-Муйского тоннеля Байкало-Амурской магистрали. На крутых спусках, достигающих 40‰, тепловозу не удалось реализовать требуемую скорость движения более 15 км/ч из-за неустойчивой работы электрического тормоза. Потребовались доработка конструкции отдель-

ных элементов тормоза и, в частности, установка стабилизирующих устройств. Вместо тепловозов 4ТЭ10С в дальнейшем намечено выпускать тепловозы 4ТЭ10У^с.

В 1986—1987 гг. ПО «Ворошиловградтепловоз» еще выпускало тепловозы 2М62; последний тепловоз этой серии № 1261 был изготовлен в декабре 1987 г. Параллельно с постройкой тепловозов 2М62 Ворошиловградский завод в 1986 г. начал выпуск трехсекционных тепловозов 3М62У, а с 1987 г. двухсекционных тепловозов 2М62У. Основными отличиями секций тепловозов 2М62У и 3М62У от секций тепловозов 2М62 являются: применение трехосных бесчелюстных тележек, подобных тележкам тепловозов серий ТЭ10В и ТЭ10М различной секционности; большая сцепная масса секции (126 т вместо 120 т), следовательно, и большая нагрузка от колесных пар на рельсы (21 тс вместо 20 тс). Вместимость топливных баков доведена до 7300 л (6300 кг), а песочных бункеров до 700 кг.

В 1986 г. и последующих годах ПО «Ворошиловградтепловоз» продолжал изготовление двухсекционных грузовых тепловозов 2ТЭ116. На базе тепловоза 2ТЭ116 завод создал трехсекционный тепловоз 2ТЭ116Г-0001, который демонстрировался на выставке «Железнодорожный транспорт-89». Крайние секции этого тепловоза представляют собой обычные секции тепловоза 2ТЭ116 с дизелями, рассчитанными на использование в качестве топлива сжиженного газа. В средней секции размещена криогенная установка с газификатором. Опытный тепловоз имеет массу 356,5 т, из которых около 80 т приходится на среднюю четырехосную секцию.

На выставке «Железнодорожный транспорт-89» был представлен еще один работающий на газе локомотив — двухсекционный тепловоз 2ТЭ10Г-0001, изготовленный ПО «Ворошиловградтепловоз» в 1988 г.

на базе серийного тепловоза 2ТЭ10М; в том же году был построен тепловоз 2ТЭ10Г-0002.

Построенные Ворошиловградским заводом после 1985 г. тепловозы 2ТЭ121 поступали в основном на Северную железную дорогу (депо Печора), где проходили эксплуатационные испытания. Удельный расход топлива у тепловозов 2ТЭ121 оказался на 8—10 % ниже, чем у 2ТЭ10В, однако их отдельные узлы, в частности, тяговый привод колесно-моторного блока, требовали доработки. Междуведомственная комиссия в 1987 г. определила, какие мероприятия необходимо провести для улучшения конструкции тепловоза, чтобы можно было принять его к серийному выпуску.

После выпуска в 1985 г. опытного односекционного восьмиосного грузового тепловоза ТЭ136 (см. п. 7, гл. III) с двадцатицилиндровым дизелем мощностью 6000 л. с. ПО «Ворошиловградтепловоз» в 1987 г. изготовило на базе его опытный двухсекционный грузовой тепловоз 2ТЭ126-0001. Каждая секция тепловоза имеет шестнадцатицилиндровый дизель мощностью 6000 л. с.; диаметр и ход поршней дизелей 320 мм. Кузов секции опирается на две пятиосные тележки, каждая из которых состоит из двух двухосных тележек и бегунковой колесной пары; бегунковые колесные пары расположены по концам каждой секции. Тяговые электродвигатели имеют опорно-рамную подвеску; питаются они выпрямленным током от синхронных тяговых генераторов. При длительном режиме сила тяги тепловоза составляет 2×471 кН ($2 \times 48\,000$ кгс), а скорость — 25,6 км/ч. Конструкционная скорость тепловоза 100 км/ч; масса 2×230 т.

Тепловоз 2ТЭ126-0001 демонстрировался на выставке «Железнодорожный транспорт-89».

ПО «Ворошиловградтепловоз» работает над созданием грузового

тепловоза 2ТЭ137 с дизелями мощностью 4000 л. с. и передачей переменного-переменного тока с использованием опыта постройки тепловоза ТЭ120 (см. п. 4, гл. III).

Для обслуживания пассажирских поездов на неэлектрифицированных линиях Коломенский тепловозостроительный завод, получивший в 1979 г. наименование Производственное объединение «Коломенский завод», после 1985 г. строил тепловозы ТЭП60 и ТЭП70.

Последний тепловоз ТЭП60 № 1472 вышел из ворот предприятия 28 января 1987 г. Последний тепловоз 2ТЭП60 (№ 116) был изготовлен в феврале 1987 г. Далее парк пассажирских тепловозов пополнялся только дизельными локомотивами ТЭП70. К началу 1988 г. около сотни тепловозов ТЭП70 уже эксплуатировались на Среднеазиатской, Октябрьской и Южной железных дорогах.

Затруднения при создании опытных пассажирских шестиосных тепловозов ТЭП75 с дизелями мощностью 6000 л. с. (см. п. 11, гл. III) вполне логично привели к пересмотру основных технических характеристик пассажирских тепловозов большой мощности и переходу от шестиосного экипажа к восьмиосному. Проект такого тепловоза с использованием опыта создания, испытаний и эксплуатации тепловозов ТЭП70 и ТЭП75 был выполнен в ПО «Коломенский завод» коллективом специалистов под руководством главного конструктора по локомотивостроению Ю. В. Хлебникова.

Из заказанных МПС двух тепловозов, получивших обозначение серии ТЭП80, первый тепловоз ТЭП80-0001 собственным ходом пришел на станцию Щербинка и демонстрировался на Международной выставке «Железнодорожный транспорт-89».

Тепловоз ТЭП80 имеет цельнонесущий кузов ферменно-раскосной конструкции с элементами панельно-

го типа и оригинальные четырехосные тележки, каждая из которых состоит из общей жесткой рамы и попарно сбалансированных колесных пар. Колесные пары с рамой тележки и рама тележки с кузовом связаны с помощью цилиндрических пружин с включенными гидравлическими гасителями колебаний.

На тепловозе установлены четырехтактный двадцатцилиндровый дизель типа Д49 (20СН26/26) мощностью 6000 л. с. и тяговый генератор переменного тока ГС-519У2. Дизель и генератор вместе представляют собой дизель-генераторный агрегат 2-10ДГ. Тяговые электродвигатели ЭД-121ВУХЛ1, установленные на рамках тележек, питаются выпрямленным током. Номинальная мощность электродвигателей 4552 кВт. Общая масса тепловоза в рабочем состоянии 180 т. При длительном режиме скорость тепловоза 50 км/ч, сила тяги 235 кН (24 000 кгс), максимальная скорость тепловоза 160 км/ч. Тепловоз оборудован электрическим реостатным тормозом; мощность тормозных резисторов 4000 кВт.

Длина тепловоза по осям автоцепок 24 400 мм.

Парк электропоездов, обслуживающих пригородное движение на линиях, электрифицированных на постоянном токе, Рижский вагоностроительный завод (РВЗ) пополнил в 1986—1987 гг. электропоездами ЭР2Р; после внесения в конструкцию этих электропоездов улучшений с октября 1987 г. (с № 7090) они выпускались уже с обозначением ЭР2Т (заводское обозначение 62-297). В данном случае буква Т не означает возможность только реостатного торможения, так как на электропоездах сохранено рекуперативно-реостатное торможение, принципиально такое же, как и у электропоездов ЭР2Р; несколько оправдывает применение буквы Т то, что на электропоездах больше используют реостатное, чем рекуперативное торможение.

На электропоездах ЭР2Т установлены тяговые электродвигатели 1ДТ-003.5, имеющие номинальную (часовую) мощность 235 кВт (при напряжении на зажимах 750 В ток 345 А, частота вращения якоря 1250 об/мин, возбуждение 20 %). Мощность электродвигателя 1ДТ.003.5 несколько выше мощности электродвигателей 1ДТ.003.3 и 1ДТ.003.4 (225 кВт, 330 А, возбуждение 20 %) электропоездов ЭР2Р; а частота вращения якоря при номинальной мощности немного ниже (1250 вместо 1290 об/мин). Близость характеристик моторных вагонов электропоездов ЭР2Р и ЭР2Т позволяет при необходимости включать эти вагоны в один состав.

Для линий, электрифицированных на переменном токе, РВЗ после 1985 г. продолжал выпуск электропоездов ЭР9Е (заводское обозначение 62-263). В начале 1988 г. завод изготовил опытный электропоезд ЭР9ЕТ-666 (заводское обозначение 62-275) с тележками ТУР-01 и оборудованием для реостатного торможения. После испытания этого электропоезда на Экспериментальном кольце ВНИИЖТа и Юго-Западной железной дороге и внесения дополнительных изменений в его конструкцию с октября 1988 г. Рижский вагоностроительный завод начал постройку электропоездов ЭР9Т, получивших заводское обозначение 62-289 и номера начиная с 667. На этих электропоездах в отличие от электропоездов ЭР9Е и опытного поезда ЭР9ЕТ-666 стали устанавливаться электродвигатели РТ-51М1 (ранее были РТ-51М).

Продолжались работы по испытанию и улучшению конструкции электропоезда ЭР29. Намечена постройка для него электровагонов для формирования полного электропоезда. Выпуск электропоездов ЭР29 предполагается в начале 90-х годов.

В декабре 1985 г. на Рижском вагоностроительном заводе был закончен технический проект электро-

поезда постоянного тока ЭР30 с импульсным регулированием в режиме пуска и торможения. Вагоны электропоезда длиной 21,5 м, как и вагоны электропоезда переменного тока ЭР29, будут выполнены в трех разновидностях: моторные, головные прицепные и промежуточные прицепные. Предусмотрена возможность эксплуатации электропоезда в составе четырех, шести, восьми, десяти и двенадцати вагонов, а за счет добавления промежуточного прицепного вагона также и в составе девяти и одиннадцати вагонов. Положительной стороной электропоезда ЭР30 является его секционирование за счет оборудования головных вагонов со стороны кабины машиниста межвагонными соединениями. При этом возникает возможность сцеплять и расцеплять две автономные части (говоря более старым языком, секции) из четырех или шести вагонов.

Для электропоезда ЭР30 Рижский электромашиностроительный завод разработал новый тяговый электродвигатель 1ДТ.13 мощностью 280 кВт, т. е. на 16 % больше, чем у электродвигателя 1ДТ.003.4 электропоезда ЭР2Р. Новый электродвигатель на 10 % легче своего предшественника, номинальное напряжение на его зажимах 750 В, т. е. все четыре тяговых электродвигателя всегда включены, как и на вагонах ЭР2Р, последовательно.

Электрическое оборудование и схемы электропоезда ЭР30 предусматривают применение одного автоматического рекуперативного торможения или совместно с электропневматическим, обеспечение постоянства ускорения и замедления в диапазоне наибольших тяговых (пусковых) и тормозных усилий. На электропоездах ЭР30 предполагается установить компрессоры с более высокой производительностью (1 м³/мин).

Конструкция вагонов электропоезда разработана с учетом макси-

мального использования узлов ранее созданного электропоезда переменного тока ЭР29, в том числе тележек ТУР-01. После изготовления опытного электропоезда ЭР30 уже в начале 90-х годов намечено приступить к серийной постройке этих поездов.

На РВЗ ведется также изготовление второго электропоезда ЭР200 улучшенной конструкции (заводское обозначение 62-285) для скоростного движения между Москвой и Ленинградом. Помимо этого, в 1990 г. построено два прицепных головных вагонов к ныне существующему электропоезду ЭР200, что позволит из вагонов одного электропоезда составлять два.

Для линий метрополитенов в ближайшие годы будут продолжаться изготавливаться электровагоны 81-717 и 81-714. Электровагон 81-717.5 № 0171 демонстрировался на выставке «Железнодорожный транспорт-89». Мытищинский машиностроительный завод ведет также проектно-конструкторские и исследовательские работы по созданию более легких и вместительных вагонов с оборудованием, обеспечивающим снижение затрат электроэнергии на тягу поездов. Головные моторные электровагоны 81-720, промежуточные моторные электровагоны 81-721 и промежуточные прицепные вагоны 81-722 намечено выполнить с кузовами из нержавеющей стали, а на моторных вагонах установить асинхронные тяговые электродвигатели.

Проводятся эксплуатационные испытания отдельных узлов и оборудования на моторных электровагонах И^м третьего варианта (81-715-3 и 81-716-3). Дополнительно к вагонам этих серий в 1986 г. построены еще 4 вагона (2 головных и 2 промежуточных).

В 1986—1989 гг. продолжался выпуск дизель-поездов Д1 на заводах Ганц-Маваг в Будапеште и ДР1А на Рижском вагоностроительном заводе. На РВЗ ведется проектирование дизель-поезда ДР5, который

должен состоять из двух головных моторных вагонов и четырех промежуточных прицепных. На моторных вагонах намечено установить дизель 6ДМ-21А (6ЧН-21/21) Уральского турбомоторного завода номинальной мощностью 1200 л. с. и гидропередачу ГДП-130/Ш Калужского машиностроительного завода.

Чехословацкий завод «Вагонка-Студенка» с 1987 г. начал поставку для Советских железных дорог автотрис АЧ2 и прицепных вагонов АПЧ2, из которых можно формировать дизель-поезда. Автотрисы АЧ2 и прицепные вагоны АПЧ2 поступили, в частности, на неэлектрифицированные участки Брянского железнодорожного узла, а также в депо Тында Байкало-Амурской железной дороги.

Для работы на маневрах, подачи составов на сортировочные горки и доставки вагонов на промежуточные станции после 1985 г. строились разновидности тепловозов ТЭМ2, ЧМЭЗ и ТЭМ7. Производственное объединение «Брянский машиностроительный завод» им. В. И. Ленина в 1986—1989 гг. продолжало изготавливать тепловозы ТЭМ2У, выпуск которых был начат в 1984 г. (см. п. 1, гл. VII). Тепловоз ТЭМ2У-8496, работающий на газовом топливе, демонстрировался на Международной выставке «Железнодорожный транспорт-89».

Параллельно с тепловозами ТЭМ2У Брянский завод в 1988—1989 гг. строил тепловозы ТЭМ2УМ с дизель-генераторами 1ПД1-4А, имеющие массу в рабочем состоянии 126 т. Их выпуск должен полностью заменить выпуск заводом тепловозов ТЭМ2У. Первый тепловоз ТЭМ2УМ, изготовленный в 1988 г. (ТЭМ2УМ-001), был оборудован дизель-генераторной установкой 1ПДГ-4 с изменениями, позволяющими реализовать номинальную мощность дизеля не 1200, а 1350 л. с. С такими дизелями намечен в будущем выпуск тепловозов ТЭМ17 взамен ТЭМ2УМ.

В 1986—1989 гг. Брянский завод в небольшом количестве выпускал тепловозы ТЭМ2М (см. п. 1, гл. VII). В 1986 г. завод изготовил тепловоз ТЭМЗМ-001, который демонстрировался на Международной выставке «Железнодорожный транспорт-86». На этом тепловозе применены одинаковые с тепловозами ТЭМЗ тележки и использована однотипная с тепловозами ТЭМ2М дизель-генераторная установка 17ПДГ-2. С этими же дизель-генераторами завод в 1988—1989 гг. изготовлял тепловозы ТЭМ15 для промышленных путей. Конструкция тепловоза ТЭМ15 рассчитана на возможность выпуска его для колеи 1435 мм и тропического климата. Такие тепловозы со сцепной массой 108 т и номинальной мощностью дизеля 1030 л. с. завод изготовлял в 1987 г. для железных дорог Кубы (тепловозы ТЭМ15К). Тепловоз ТЭМ15-034 экспонировался на выставке «Железнодорожный транспорт-89».

После 1985 г. завод «Ломотивка-Соколово», входящий в чехословацкий концерн «ЧКД-Прага», продолжал изготовление маневровых тепловозов ЧМЭЗ (1986—1987 гг.), строил тепловозы ЧМЭЗ^т с электрическим торможением и с 1987 г. параллельно с ними тепловозы ЧМЭЗ^г. Последние близки по конструкции тепловозам ЧМЭЗ^т, но не имеют электрического торможения. На тепловозах ЧМЭЗ^г так же, как и на ЧМЭЗ^т, установлено электронное оборудование, обеспечивающее реализацию максимальной мощности дизеля на низких ступенях частоты вращения вала, которого нет на тепловозах ЧМЭЗ. Тепловоз ЧМЭЗ^т-6570 демонстрировался на Международной выставке «Железнодорожный транспорт-89».

Людиновский тепловозостроительный завод в 1986 и последующих годах продолжал изготовление маневрово-вывозных тепловозов ТЭМ7 (см. п. 2, гл. VII) и одновременно вел работы по совершенствованию конструкции этих локомотивов. Вме-

дя изменения в узлы ходовых частей, завод достиг улучшения горизонтальной динамики (уменьшения боковых усилий на рельсы); применив модернизированный дизель-генератор, снизил вредное влияние выхлопных газов на окружающую среду. Опытный образец модернизированного тепловоза, получившего обозначение ТЭМ7А и имеющего ряд других отличий от тепловозов ТЭМ7 (исключение некоторых электрических машин, введение осушки сжатого воздуха и др.), был изготовлен в 1988 г.; в 1989 г. начали изготавливать установочную серию.

На Международной выставке «Железнодорожный транспорт-86» демонстрировался тепловоз ТЭМ7-0130, а на выставке «Железнодорожный транспорт-89» — тепловоз ТЭМ7А-0028.

При работе на сортировочных горках для роспуска тяжелых составов нередко приходится использовать два тепловоза ЧМЭЗ или ТЭМ2. Так как скорость движения на горку составляет всего 3—7 км/ч, то мощность дизелей тепловозов используется далеко не полностью, что приводит к повышенному расходу топлива. Чтобы повысить использование мощности маневровых тепловозов при работе на горках и не прибегать к их двойной тяге, проектно-конструкторское бюро Главного управления локомотивного хозяйства МПС (ПКБ ЦТ МПС) под руководством инженера Е. Л. Дубинского разработало конструкцию бездизельной шестиосной секции, тяговые электродвигатели которой включаются последовательно с тяговыми электродвигателями тепловоза ЧМЭЗ (в каждой из трех параллельно подключенных к тяговому генератору цепей последовательно соединены два тяговых электродвигателя тепловоза ЧМЭЗ и два тяговых электродвигателя бездизельной секции).

В 1987 г. работники депо Москва-Сортировочная Московской и депо

Ховрино Октябрьской железных дорог на базе нижней части кузовов и тележек секций тепловозов 2ТЭ10Л, непригодных к дальнейшей эксплуатации, изготовили два образца таких бездизельных секций: соответственно Б1-002 и Б1-001. Секция Б1-002 была сцеплена с подготовленным для этого тепловозом ЧМЭЗ-4415, а секция Б1-001 — с тепловозом ЧМЭЗ-866.

В соответствии с проектом тепловозы ЧМЭЗ, приспособленные для работы с бустерными секциями, должны иметь обозначение ЧМЭЗБ, где буква Б означает «бустерные». Тяговый агрегат с тепловозом ЧМЭЗ-4415 прошел испытания на Экспериментальном кольце ВНИИЖТа и реализовал при скорости 3 км/ч силу тяги 530 кН (54 000 кгс). После испытаний агрегат был направлен в депо Люблино. При эксплуатации на горке он расходует топлива почти на 20 % меньше по сравнению с двумя тепловозами ЧМЭЗ.

Положительный опыт эксплуатации тяговых агрегатов ЧМЭЗБ послужил основанием для дальнейшего изготовления в условиях депо подобных агрегатов.

После испытаний и эксплуатационной проверки двух опытных образцов восьмиосных маневровывозных тепловозов ЧМЭБ (см. п. 4, гл. VII) завод «Локомотивка-Соколово» в 1989 г. изготовил партию таких тепловозов с тем, чтобы в начале следующей пятилетки начать их серийный выпуск.

Для промышленных неэлектрифицированных путей в 1986 и последующих годах отечественные заводы изготавливали в основном тепловозы с гидравлической передачей; промышленности поставлялись также тепловозы с электрической передачей (ТЭМ15, ТЭМ7 и др.).

Муромский тепловозостроительный завод им. Ф. Э. Дзержинского после 1985 г. продолжал выпуск тепловозов ТГМ23В (см. п. 1, гл.

VIII). Один из них — ТГМ23В48-754 — демонстрировался на Международной выставке «Железнодорожный транспорт-86». Этот тепловоз имеет служебную массу 48 т, что и отражено в наименовании серии (завод может изготавливать также тепловозы ТГМ23В со служебной массой 44 и 54 т). Другой тепловоз — ТГМ23В48-1835, построенный в 1987 г., был показан на Международной выставке «Железнодорожный транспорт-89». К нему был прицеплен двухосный тендер с резервуарами (контейнерами) для природного газа (метана), служащего топливом для дизеля тепловоза. Масса тендера с одним контейнером 13,5 т, с двумя — 21 т. Дизель тепловоза 1Д12-400Б при работе на жидком топливе или на смеси жидкого топлива и газа развивает мощность 400 л. с., а при работе на газе — 300 л. с.

Людиновский тепловозостроительный завод продолжал изготовление после 1985 г. тепловозов ТГМ4А (см. п. 4, гл. VIII) и одновременно работал над повышением их экономичности, надежности и долговечности узлов и оборудования. В начале 1989 г. завод выпустил опытные образцы тепловозов ТГМ4Б, со среднеэксплуатационным расходом топлива на 4 % ниже, чем у ТГМ4А. Один из таких тепловозов — ТГМ4Б-0002 — демонстрировался на Международной выставке «Железнодорожный транспорт-89».

В том же направлении Людиновский завод вел работу по тепловозам ТГМ6В. Опытный тепловоз этой серии был изготовлен в 1988 г., установочная серия начала выпускаться с 1989 г. Тепловоз предназначен для замены изготавливаемых заводом локомотивов ТГМ6А (см. п. 3, гл. VIII).

На выставке «Железнодорожный транспорт-89» был показан тепловоз ТГМ6В-025.

Тепловозы ТГМ9, ТГМ12 и ТГМ14 завод строить не предполагает.

В двенадцатой пятилетке Камбарский машиностроительный завод продолжал постройку четырехосных тепловозов ТГМ40 (см. п. 6, гл. VIII), а Калужский машиностроительный завод — двухосных тепловозов ТГК2 (см. п. 7, гл. VIII). Тепловоз ТГМ40-0314 демонстрировался на Международной выставке «Железнодорожный транспорт-86». Калужский завод, строящий тепловозы ТГК2 с 1962 г., решил перейти на выпуск более современных локомотивов.

С этой целью на заводе был разработан проект и в 1987—1988 гг. были построены два опытных тепловоза ТГМ61, имеющих, как и ТГК2, две движущие колесные пары. На тепловозе ТГМ61 установлен дизель мощностью 250 л. с., масса тепловоза в рабочем состоянии 32 т, максимальная скорость на маневровом режиме 30 км/ч.

Для промышленных электрифицированных путей после 1985 г. продолжалось строительство промышленных тепловозов и тяговых агрегатов. В 1986 г. Комбинат локомотивостроительных и электротехнических предприятий им. Ганса Баймлера (Хеннигсдорф, ГДР) продолжил изготовление шестиосных тепловозов постоянного тока ЕЛ21, а в 1987 г. построил два опытных шестиосных тепловоза ЕЛ22, рассчитанных на работу от сети постоянного тока 1500 и 3000 В. Тепловоз состоит из двух сочлененных половин с кузовами капотного типа; одна половина имеет две двухосные тележки и кабину машиниста, вторая — только две движущие колесные пары (одну тележку). Диаметр колес при новых бандажах 1250 мм. Зубчатая передача от тягового электродвигателя к колесной паре двусторонняя косозубая; передаточное число редукторов 5,786.

Тяговые электродвигатели ТС481/3000К при напряжении на коллекторе 1500 В имеют часовую мощность 400 кВт (ток 292 А,

частота вращения якоря 702 об/мин). Электродвигатели могут соединяться все последовательно в две параллельные цепи из трех последовательно включенных электродвигателей и в три параллельные цепи из двух последовательно включенных электродвигателей; предусмотрены три ступени ослабления возбуждения (на последней до 40 %) при работе тепловоза на путях, имеющих напряжение 1500 В.

Тепловозы, помимо пневматического тормоза, имеют электрический реостатный тормоз мощностью по тормозным резисторам 2500 кВт, релейный электромагнитный и стояночный тормоза. Масса тепловоза в рабочем состоянии 160 т.

При часовом режиме сила тяги 304 кН (31 000 кгс), скорость — 12,7/27,6 км/ч (соответственно для 1500 и 3000 В), максимальная скорость 65 км/ч.

После испытаний двух опытных тепловозов в 1989 г. была построена партия тепловозов ЕЛ22; в будущем намечен их серийный выпуск.

Положительная оценка опытных образцов тепловозов Э2 (тягачей) позволила в 1986—1989 гг. продолжить их выпуск для угольных разрезов в единичных экземплярах как в одно-, так и в двухсекционном исполнении.

Ведется работа по совершенствованию конструкции этих тепловозов.

Производственное объединение «Тепловозостроитель» (г. Тбилиси) продолжило после 1985 г. изготовление для отечественной промышленности коксоушильных тепловозов ЭК14, рассчитанных на работу от сети трехфазного тока напряжением 380 В.

Для перевозок грузов по железнодорожным путям открытых горных разработок Новочеркасский тепловозостроительный завод продолжал в 1986—1989 гг. выпуск тяговых агрегатов ОПЭ1 (см. п. 1, гл. X).

В дальнейшем намечается постройка этих агрегатов небольшими партиями по требованию заказчиков.

На Днепропетровском электровозостроительном заводе (ДЭВЗ) после 1985 г. продолжалось изготовление тяговых агрегатов ПЭ2М и ОПЭ1А. В 1987 г. вместо ПЭ2М стали строиться агрегаты ПЭ2У с тяговыми электродвигателями НБ-511 (см. п. 2, гл. X); после замены на агрегатах ОПЭ1А тяговых электродвигателей ТД-9Н электродвигателями НБ-511М, имеющими несколько большую мощность, чем НБ-511, агрегаты стали обозначаться ОПЭ1А^М.

На ДЭВЗе, который в конце 1988 г. получил наименование Производственное объединение «Днепропетровский электровозостроительный завод», ведутся работы по усовершенствованию тяговых агрегатов ПЭ3Т (см. п. 5, гл. X) и подготовке к их выпуску. В дальнейшем при организации постройки тяговых агрегатов ПЭ3Т будет возможно прекратить изготовление агрегатов ПЭ2У; выпуск агрегатов ОПЭ1Б исключит изготовление агрегатов ОПЭ1М^М.

Прогресс в локомотивостроении связан не только с повышением мощности тяговых единиц, позволяющим увеличить их силу тяги и скорость, но и с широким применением современной, практически безремонтной электронной аппаратуры, имеющей большую надежность по сравнению с различными контакторными системами, а также с использованием высококачественных материалов и оптимальных конструкций, обеспечивающих долговечность и резкое снижение объемов ремонта всех узлов локомотива. Более чем полувековой опыт постройки и эксплуатации электровозов, тепловозов и моторвагонного подвижного состава в нашей стране дает все основания считать, что задача создания тяговых единиц, полностью отвечающих современным требованиям, будет успешно решена.

* *
*

Ни один вид транспорта* так хорошо не приспособлен к использованию электрической энергии, получаемой от стационарных электрических станций, и полной автоматизации управления движением, как железнодорожный. Если рассматривать подвижную единицу как материальную точку, то подвижной состав железнодорожного транспорта в отличие от других видов транспорта, имеющих три (воздушный, подводный) или две (водный, автомобильный) степени свободы, обладает лишь одной: он может двигаться только по траектории, определяемой рельсовой колеей. Это сразу резко упрощает проблему подвода к тяговым единицам электроэнергии от внешних энергосистем и облегчает решение ряда вопросов при переходе на централизованное автоматическое управление движением. «Привязанность» к рельсовой колее подвижного состава делает вполне логичным «привязку» его к источникам энергии и центральным пунктам автоматического управления движением на участке железной дороги.

Часто многие специалисты высказывают мысль, что отсутствие на локомотивах (электровозах) или моторных электровагонах собственного источника энергии является недостатком, причем большим. На самом же деле такое отсутствие включает в себе громадную технико-экономическую выгоду и открывает большой простор для развития новых технических средств тяги поездов. Отсутствие ограничения мощности по источнику энергии ставит электровоз по сравнению со всеми известными видами локомотивов вне конкуренции с точки зрения возможности повышения провозной способности железнодорожных линий. Потребле-

* Трубопроводный транспорт, не имеющий в настоящее время подвижного состава, в данном случае не рассматривается.

ние электроэнергии, производимой на стационарных электростанциях, способных работать на любом виде топлива (в том числе атомном), обеспечивающих более полное использование заключенной в топливе энергии, в частности, за счет подвода вырабатываемой теплоты к жилым и промышленным зданиям, либо преобразующих природную энергию солнечных лучей, рек, приливов и т. д., делают электрическую тягу самой экономичной по сравнению с тягой локомотивами, оборудованными теплосиловыми установками. Любые технические достижения в области получения электроэнергии на электрических станциях как бы автоматически увеличивают экономичность электрической тяги даже без участия железнодорожников. А перед последними стоят свои сложные и важные задачи по повышению эффективности локомотивов за счет их лучшего использования, снижения удельных расходов энергии, повышения надежности, уменьшения людских и материальных затрат на обслуживание, ремонт и обеспечение точного выполнения графика движения поездов.

На электрическом тяговом подвижном составе электрическая энергия (наиболее удобная в настоящее время для практического использования в самых различных целях) преобразуется сразу в механическую, необходимую для тяги поездов, что резко повышает надежность и улучшает использование энергетического оборудования. Для сравнения, например, на тепловозах заключенная в топливе химическая энергия преобразуется в тепловую, тепловая в механическую, механическая в электрическую и последняя снова в механическую. Это приводит к невысокому использованию первичной машины (дизеля), генератора электрического тока и тяговых электродвигателей. Если на электрических станциях Советского Союза установленное оборудование по мощности в среднем за год загружается примерно на 50 %,

то на автономных локомотивах, которые находятся в движении около половины времени, водят неполновесные поезда, двигаются на выбеге (без тяги), силовое оборудование загружено в 3—4 раза меньше, чем на электрических станциях.

Основным родом тока для тяги поездов в обозримом будущем должен остаться однофазный ток как наиболее «изящно» позволяющий решить проблемы передачи энергии к тяговому подвижному составу и применения на этом составе тяговых электродвигателей с оптимальными для них напряжениями. В то же время, учитывая большой прогресс электроники, открывающий широкие перспективы применения централизованного автоматического управления движением поездов, настало время решать вопрос о создании более надежных и экономичных систем электрической тяги для линий с большими объемами перевозок. Представляется, что электронное оборудование, необходимое для автоматического управления работой тяговых электродвигателей, в том числе силовое, должно находиться на стационарных пунктах железной дороги и управляться из центрального пункта. Такое решение при больших объемах перевозок позволит уменьшить общее количество оборудования для управления работой тяговых электродвигателей, обеспечит более хорошие условия для его размещения, содержания, резервирования (оборудование не будет подвергаться тряске, будет находиться в хороших по температуре, чистоте и влажности воздуха условиях). Тяговый подвижной состав и вся система тяги станут намного надежней.

При автоматизации управления подвижным составом нельзя отрывать управление отдельным поездом от управления движением других поездов, находящихся на участке железной дороги. Только комплексное управление всеми поездами на

участке может дать наибольший эффект за счет более рационального введения поездов в свой график после случайных отклонений от него и минимального расхода электроэнергии.

Вопрос о переносе аппаратов, управляющих работой тяговых электродвигателей, уже неоднократно ставился в нашей стране специалистами в области электрической тяги.

Еще в середине 30-х годов инженеры Московского электромашиностроительного завода им. С. М. Кирова вели разработки системы управления движением поездов метрополитенов с установкой пускорегулирующей аппаратуры цепей тяговых электродвигателей на тяговых подстанциях. Уровень развития электроники в то время не позволил решить все вопросы централизованного автоматического управления электропоездами, находящимися в пределах управляемого из единого пункта участка. Однако сама идея такой системы, конечно, была прогрессивна.

При работе над проблемой высокоскоростного наземного транспорта (ВСНТ) Всесоюзный научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта в середине 70-х годов подробно рассмотрел вариант автоматического управления вагонами с магнитным подвешиванием путем регулирования напряжения и частоты трехфазного тягового тока на стационарных пунктах, объединенных общей системой автоматики.

Создание в конце 70-х годов в Советском Союзе опытного электровоза-тягача Э1, а затем изготовление партии электровозов-тягачей Э2 (см. п. 2, гл. IX) можно рассматривать как первый шаг практического решения проблемы переноса аппаратуры управления тяговыми электродвигателями с локомотивов и моторных вагонов на стационарные пункты.

Современный уровень развития электрической тяги и большой опыт эксплуатации различного силового и низковольтного электрического оборудования дают основание считать, что перенос пускорегулирующей аппаратуры с тягового подвижного состава на стационарные пункты вполне реален. Безусловно, при этом возможно использование самых различных конструктивных и схемных решений.

В качестве одного из вариантов тяговой системы для магистральных железных дорог можно предложить следующий: контактная сеть электрифицированной на однофазном токе 50 Гц линии разделяется секционными изоляторами на отдельные участки, увязанные по длине с автоблокировкой; каждый такой участок получает питание от агрегата, позволяющего подавать напряжение, регулируемое в пределах от 0 до 27,5 кВ. На электровозах и моторных вагонах при этом остаются только трансформаторы, имеющие сетевую и тяговые обмотки без промежуточных выводов, выпрямительные установки на диодах, реверсоры, необходимые защитные аппараты, разъединители и переключатели. Тяговый подвижной состав возможно оборудовать реостатным тормозом, для чего на электровозах и моторных вагонах потребуется установка тормозных резисторов, включаемых при торможении параллельно якорям тяговых электродвигателей. Питание постоянным током последовательно включенных обмоток тяговых электродвигателей осуществляется через контактный провод, а регулирование этого тока происходит на стационарных пунктах.

Для участков, на которых по технико-экономическим соображениям целесообразно рекуперативное торможение, вопрос о переносе аппаратуры управления с локомотива на стационарные пункты решить значительно трудней, поэтому на этих участках даже при высокой грузо-

напряженности следует и в будущем сохранить электровозы, несущие на себе аппаратуру управления.

В системе электрической тяги с регулированием тягового тока на стационарных пунктах самым сложным является обеспечение энергией вспомогательных машин тягового подвижного состава и устройств отопления, в том числе устанавливаемых на вагонах локомотивной тяги. Наиболее простое оборудование на подвижном составе в этом случае будет при питании вспомогательных машин и устройств отопления через контактный рельс постоянным или переменным током напряжением порядка 750 В. В решении многих вопросов тут может помочь богатый опыт монтажа и эксплуатации контактных рельсов на метрополитенах и электрифицированных для электровозной и моторвагонной тяги зарубежных участках железных дорог. Возможно осуществить питание вспомогательных машин и устройств отопления и от контактного провода, через который проходит тяговый ток. В этом случае трансформаторы на электровозах должны иметь обмотку, рассчитанную на питание электроотопительных приборов (3000 В) с выводом на более низкое напряжение для вспомогательных машин. Недостатком такого варианта является питание вспомогательных машин и устройств отопления током пониженного напряжения при пуске электровоза и невозможность подачи со стационарного пункта постоянного тока для питания обмотки возбуждения тяговых электродвигателей при реостатном торможении.

Если на уже существующих магистральных электрифицированных линиях внедрение системы электрической тяги с пускорегулирующей аппаратурой на стационарных пунктах потребует решения ряда достаточно сложных технических и эксплуатационных проблем, то для обособленных линий метрополитенов, имеющих контактные рельсы и более

низкое напряжение тягового тока, многие вопросы централизованного дистанционного управления тяговыми электродвигателями подвижного состава будут решаться значительно легче.

При высокой насыщенности линий метрополитенов подвижным составом перенос пускорегулирующей аппаратуры с вагонов на стационарные пункты позволит резко сократить общее количество оборудования, уменьшить расходы энергии как за счет ликвидации потерь в пусковых реостатах, так и за счет снижения массы самих вагонов. При сохранении на моторных вагонах коллекторных тяговых электродвигателей необходимо будет оборудовать линии метрополитенов дополнительным контактным рельсом; при трехфазных асинхронных электродвигателях потребуются дополнительно два контактных рельса, но в этом случае, помимо использования более удобных для эксплуатации бесколлекторных тяговых электродвигателей, преимущество будет заключаться в значительном уменьшении расхода электроэнергии на тягу поездов за счет возможности применения рекуперативного торможения.

Особо хорошо система автоматического дистанционного управления тяговыми электродвигателями подвижных единиц вписывается в общую конструктивную схему дорог с вагонами на магнитном подвешивании и с линейными двигателями. Для высокоскоростных дорог, рассчитанных на перевозку пассажиров на расстояние до 1000—1500 км со скоростью 400—450 км/ч, сочетание магнитного подвешивания, линейных тяговых электродвигателей и автоматического централизованного управления ими позволяет создать весьма экономичный, практически полностью безопасный и высококомфортный подвижной состав, устойчиво работающий вне зависимости от погодных условий. При больших объемах пассажирских перевозок,

т. е. при значительном количестве подвижного состава на единицу протяженности линий, наиболее предпочтительным будет вариант линейного электродвигателя со статорной обмоткой, расположенной на пути, и роторами, смонтированными на вагонах.

Высокоскоростные поезда с магнитным подвешиванием вагонов и линейными электродвигателями уже не фантазия, а воплощенная в опытных конструкциях реальность. Не далеко то время, когда параллельно с рельсовыми железными дорогами и самолетами сначала в малом количестве, а потом все в больших и больших масштабах пассажиры начнут пользоваться поездами на магнитном подвешивании. За 1,5—1,6 ч пассажир такого поезда из Москвы доедет до Ленинграда и не будет нуждаться

в дополнительной поездке от аэродрома до города. За 4—4,3 ч пройдет этот поезд от Москвы до Сочи, за 3,4—3,8 ч от Москвы до южного побережья Крыма. Разгруженные от дальних пассажирских поездов обычные железнодорожные линии значительно лучше будут выполнять грузовые перевозки и доставку пригородных пассажиров к месту работы, домой или в зону отдыха. Для транспорта со строго направленным движением поездов начнется новый этап развития с широким использованием на стационарных пунктах совмещенных устройств регулирования тягового тока и аппаратуры автоматического управления движением поездов. Все это будет сопровождаться снижением материальных и трудовых затрат на выполнение перевозочной работы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ И ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

К введению

Народное хозяйство СССР в 1983 г.: Стат. сб. М.: Статистика, 1984. 608 с.

Народное хозяйство СССР в 1985 г.: Стат. сб. М.: Статистика, 1986. 656 с.

Развитие локомотивной тяги/Н. А. Фурьянский, А. С. Нестрахов, А. Н. Долганов и др. М.: Транспорт, 1982.— 304 с.*

Раков В. А. Локомотивы и моторвагонный подвижной состав железных дорог Советского Союза. 1966—1975 гг. М.: Транспорт, 1979. 214 с.: ил., табл.**

Исследование высокоскоростного электропоезда ЭР200: Сб. науч. тр./Под ред. В. Г. Иноземцева. М.: Транспорт, 1985. 83 с.: В надзаг.: ВНИИЖТ.

Иноземцев В. Г., Белокозов Б. П., Гуткин Л. В. Технические и эксплуатационные особенности электропоезда ЭР200//Ж.-д. трансп. 1982. № 5. С. 31—35.

Шестерников Н. А. Модернизация электропоездов ВЛ60К//Электр. и тепловоз. тяга. 1977. № 8. С. 20—21.

Дмитриев В. А. Электрическая и тепловозная тяга на промышленном транспорте//Ж.-д. трансп. 1980. № 10. С. 42—45.

Каменев А. В., Лисицын А. Л. Электроподвижной состав с импульсным преобразователем//Ж.-д. мира. 1983. № 11. С. 2—9.

Аладьи Г. П., Каменев Н. Н. Обозначение серий тягового подвижного состава: Новая система нумерации//Электр. и тепловоз. тяга. 1985. № 4. С. 2—4.

Шилкин П. М. Электрификаторы на марше//Электр. и тепловоз. тяга. 1981. № 2. С. 10—12.

Шилкин П. М. Важные задачи электрификаторов//Электр. и тепловоз. тяга. 1986. № 2. С. 12—15.

К главе I

Тихменев Б. Н., Трахтман Л. М. Подвижной состав электрифицированных железных дорог: Теория работы электрооборудования: Электрические схемы и аппараты: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1980. 471 с. ил.*

Быстрицкий Х. Я., Дубровский З. М., Ребрнк Б. Н. Устройство и работа электропоездов переменного тока: Учеб. для техн. школ машинистов и помощников машинистов электропоездов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1982. 456 с.

Бочаров В. И., Попов В. И., Тушканов Б. А. Магистральные электропоезда переменного тока. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1976. 480 с.

Раков В. А. Современные магистральные электропоезда. М.: Знание, 1983. 64 с. (Новое в жизни, науке, технике. Сер. Транспорт, № 12)*.

Электропоезд ВЛ80^Г: Руководство по эксплуатации/Н. П. Козельский, М. П. Орлов, А. А. Матлахов и др.; Под ред. Б. Р. Бондаренко; Всесоюз. н.-и., проект. конструктор. и технол. ин-т электровозостроения; Новочеркас. электровозостроит. з-д. М.: Транспорт, 1977. 568 с.

Электропневматическая схема электропоезда ВЛ80Т/А. И. Чериов, А. Т. Юдин, Н. П. Козельский, В. П. Терещенко//Электр. и тепловоз. тяга. 1975. № 4. С. 23—26.

Чернюк А. М., Белов В. А. Новые аппараты электропоездов ВЛ80^Г//Электр. и тепловоз. тяга. 1977. № 9. С. 26—27.

Дубровский З. М. Совершенствование конструкции электропоездов [ВЛ80^Г]//Электр. и тепловоз. тяга. 1981. № 6. С. 30—31.

Шестерников Н. А. Изменения в схеме электропоезда ВЛ80^Г//Электр. и тепловоз. тяга. 1979. № 3. С. 20—21.

Электропоезд ВЛ80^С: Руководство по эксплуатации/Н. М. Васько, Н. П. Козельский, А. А. Матлахов и др.; Всесоюз. н.-и., проектно-конструктор. и технол. ин-т электровозостроения; Новочеркас. электровозостроит. з-д. М.: Транспорт, 1982. 622 с.

Дубровский З. М. Электрическая схема электропоездов ВЛ80^С//Электр. и тепловоз. тяга. 1981. № 1. С. 21—27, № 3. С. 8—11.

Васько Н. М., Розенберг И. С. Назначение контактов электрических аппара-

* То же и к гл. 1—4, 6—8.

** То же и ко всем главам.

* То же и к гл. II.

- тов в цепях управления электровоза ВЛ80^с//
Электр и тепловоз тяга 1982 № 1
С 15—20
- Свердлов В Я, Васько Н М
Модернизация электровоза ВЛ80^с//Электр
и тепловоз тяга 1983 № 1 С 18—20
- Васько Н М, Розенберг И С Из-
менения в схеме электровозов ВЛ80^с//Электр
и тепловоз тяга 1984 № 1 С 22—24
- Васько Н М, Розенберг И С
Электрическая схема электровоза ВЛ80^с//
Электр и тепловоз тяга 1986 № 8 С 20—22,
№ 9 С 12—15
- Календарь новинок [об изменениях кон-
струкции ВЛ80^с]//Электр и тепловоз тяга
1987 № 1 С 15
- Щербаков В Г, Седов В Н,
Захаров А Г Новый тяговый двигатель
для электровозов//Электр и тепловоз тяга
1986 № 11 С 32—33
- Электровоз магистральный ВЛ80^с Про-
спект — М Внешторгиздат, б г 12 с
- Электровоз магистральный ВЛ80^с Ин-
форм о новой разработке/Информэлектро М,
1986 18 с (Электротехника СССР ЛК
17 00 02-86)
- Тихменев Б Н, Капустин Л Д
Электроподвижной состав с тиристорным
преобразователем и рекуперативным тормо-
жением//Ж д трансп 1985 № 2 С 2—7
- Электровоз магистральный ВЛ80^р Ин-
форм о новой разработке/Информэлектро М
1982 16 с (Электротехника СССР ЛК
10 00 07—82)
- Дубровский З М, Тихме-
нев Б Н, Капустин Л Д Электровоз
ВЛ80^р 1 Особенности и достоинст-
ва//Ж-д трансп 1985 № 1 С 57—60
- Марченко Ю В Электровоз ВЛ80^р
2 Эффективность фактическая и мнимая//
Ж-д трансп 1985 № 1 С 60—61
- Тулупов В Д Электровозы ВЛ80^т
и ВЛ80^р. Расчеты и практика//Ж д
трансп 1985 № 5 С 62—67
- Тихменев Б Н, Бовэ Е Г Автомати-
ка на тиристорных электровозах//Ж-д
трансп 1985 № 8 С 58—60
- Курбасов А С Рекуперация. реаль-
ные возможности и эффективность//Ж-д
трансп 1986 № 2 С 68—69
- Лозановский А Л Электровозы
серии ВЛ80^р с системой рекуперативного
торможения//Электротехн пром-сть Сер
Тяговое и подъемно-транспортное электроборуд
НТРС/Информэлектро 1983 Вып 5 С 9—10
- Капустин Л Д, Копанев А С,
Лозановский А Л Особенности устрой-
ства и эксплуатации электровоза ВЛ80^р М
Транспорт, 1979 175 с
- Голованов В А, Капустин Л Д,
Хомяков Б И Эксплуатация силовых
преобразователей электроподвижного состава
М Транспорт, 1979 207 с
- Копанев А С, Капустин Л Д,
Наумов Б М Схема управления электрово-
зом ВЛ80^р с рекуперативным торможением//
Электр и тепловоз тяга 1976 № 9 С
23—27
- Кулиш В Ф, Тесля Г Т Что
показала эксплуатация электровозов ВЛ80^р//
Электр и тепловоз тяга 1977 № 1
С 23—24
- Капустин Л Д, Копанев А С
Электровозы [ВЛ80^р] переменного тока с рекупе-
ративным торможением//Электр и тепловоз
тяги 1976 № 5 С 26—30
- Копанев А С, Наумов Б М,
Капустин Л Д Блоки электронной
системы управления преобразователями электр-
ровозов ВЛ80^р//Электр и тепловоз тяга
1978 № 1 С 22—26, № 2 С 23—24
- Шабалин Н Г Как работает электрон-
ное оборудование ВЛ80^р//Электр и тепловоз
тяги 1982 № 2 С 22
- Покромкин В И Назначение контак-
тов в цепях управления электровоза
ВЛ80^р//Электр и тепловоз тяга 1983 № 8
С 26—29
- Покромкин В И, Тюрино-
ва Л К Изменения в схеме электровоза
ВЛ80^р//Электр и тепловоз тяга 1984 № 8
С 20—21
- Горбань В Н, Донской А Л,
Шабалин Н Г Электронное оборудование
электровоза ВЛ80^р Ремонт и техн обслуж М
Транспорт, 1984 183 с
- Капустин Л Д, Копанев А С,
Лозановский А Л Надежность и эффек-
тивность электровозов ВЛ80^р в эксплуатации
/Под ред Л Д Капустина М Транспорт,
1986 240 с (Надежность и качество)
- Электровоз ВЛ80^р Руководство по эксп-
луатации/Б А Тушканов, Н М Васько,
В И Покромкин и др, Под ред Б А Тушка-
нова, Всесоюз н-и проектно-конструкт
и технол ин-т электровозостроения, Ново-
черкас электровозостроит з-д М Транспорт,
1985 541 с
- Тихменев Б Н Основные вопросы
совершенствования электровоза ВЛ80^р с
тиристорными преобразователями // Вестн
ВНИИЖТ 1982 № 1 С 14—17
- Тихменев Б Н Пути повышения
надежности и энергетических показателей
электровоза ВЛ80^р//Вестн ВНИИЖТ 1982
№ 2 С 15—19
- Тихменев Б Н, Басов Ю А,
Находкин В В О повышении надежности
преобразователя ВИП2-2200М электровоза

ВЛ80^Р с тиристорными преобразователями //Вестн ВНИИЖТ 1982 № 5 С 11—15

Бондаренко Б Р Грузовой электро-воз ВЛ83 переменного тока с мономоторными тележками//Ж-д мира 1977 № 10 С 3—8

Технический проект электровоза ВЛ83//Ж-д трансп 1975 № 8 С 78—79

Борцов П И, Тихменев Б Н, Шацилло А А Возможности совершенствования тягового привода грузовых электро-возов//Ж-д трансп 1983 № 11 С 56—58

Бондаренко Б Р Проект грузового магистрального электровоза ВЛ83//Электр и тепловоз тяга 1975 № 11 С 24—25

Магистральный электровоз ВЛ84 Информ о новой разработке/Информэлектро М, 1979 2 с (Электротехника СССР ЛК10 03 45—79)

Электровозостроение [все статьи посвяще-ны электровозам ВЛ84 и ВЛ81] Сб науч тр/ВЭлНИИ Новочеркасск, 1982 Т 22 165 с ил

Электровоз для Байкало-Амурской маги-страли//Электр и тепловоз тяга 1980 № 5 С 44

Рутштейн А М, Назаров А И Вспомогательные машины электровозов ВЛ84//Электр и тепловоз тяга 1982 № 10 С 32—34

Свердлов В Я, Штепенко П К Электровоз ВЛ85//Электротех пром-сть Сер Тяговое и подъемно-трансп электрооборуд НТПС/Информэлектро 1983 № 5 С 8—9

Электровоз магистральный типа ВЛ85 Информ о новой разработке Информэлектро М, 1986 16 с (Электротехника СССР ЛК10 00 05—86)

Капустин Л Д, Находкин В В Электровоз ВЛ85 Конструкция и результаты испытаний//Электр и тепловоз тяга 1985 № 4 С 35—37

Электровоз магистральный ВЛ85 Про-спект М Внешторгиздат, бг 12 с

Свердлов В Я, Штепенко П К Конструктивные особенности электровоза ВЛ85//Электр и тепловоз тяга 1982 № 8 С 29—32

Капустин Л Д, Находкин М Д, Покровский С В Результаты тягово-энергетических испытаний электровозов ВЛ85 //Вестн ВНИИЖТ 1986 № 1 С 21—25

Испытание электровоза ВЛ85 с разно-фазным управлением выпрямительно-инвер-торными преобразователями/Ю М Куминич, В В Находкин, Н Н Широченко и др //Вести ВНИИЖТ 1986 № 4 С 23—26

Свердлов В Я, Козинцев И Ф, Штепенко П К Двенадцатисносный маги-стральный электровоз ВЛ85//Изв вузов

Электромеханика 1983 № 11 С 28—31

Свердлов В Я, Дубровский З М Электровоз ВЛ85//Электр и тепловоз тяга 1984 № 5 С 32—33

Бабин А С, Копанев А С Резуль-таты испытаний опытных электровозов пере-менного тока типа ВЛ85//Электровозострое-ние Новочеркасск 1984 Т 25 Вопросы теории и практики создания магистральных электро-возов С 3—30

Наймушин В Г, Проскурин М Г Экономическая эффективность маги-стрального 12-осного электровоза типа ВЛ85//Электровозостроение 1985 Т 26 С 3—8

Наумов Б М, Скрипка А Г Си-стема автоматического управления электровоза ВЛ85//Электровозостроение 1985 Т 26 С 9—19

Двенадцатисносный двухсекционный электр-овоз ВЛ85/В И Дуваров, В Я Свердлов, П К Штепенко, В П Янов/Ж-д трансп 1984 № 2 С 33—36

Янов В П Электровоз с асинхронны-ми тяговыми двигателями//Электротехн пром-сть Сер Тяговое и подъемно-трансп электрооборуд НТПС/Информэлектро 1983 Вып 5 С 11—12

Валтонен П, Жулев О Н, Янов В П Электровоз с асинхронными двигателями//Ж-д трансп 1986 № 11 С 37—40

Иванов В В, Жулев О Н Электр-овоз ВЛ86^Р//Электр и тепловоз тяга 1986 № 6 С 30—38

Янов В П Электровоз с асинхронными тяговыми двигателями //Электротехн пром-сть Сер Тяговое и подъемно-трансп электрооборуд НТПС/Информэлектро 1983 Вып 5 С 11—12

Пассажи́рские электровозы ЧС4 и ЧС4^Т/ В А Каптелкин, Ю В Колесин, И П Ильин и др, Под общ ред В А Каптелкина 2-е изд, перераб и доп М Транспорт, 1975 383 с

Мазунин В С, Горячевский А П Электрические схемы электровоза ЧС4^Т//Электр и тепловоз тяга 1975 № 3 С 25—29

Кулиш В Ф, Шестериков Н А Изменения в схемах электр-овозов ЧС4^Т//Электр и тепловоз тяга 1980 № 9 С 20—23

Иванов В В Изменения в схемах электровоза ЧС4^Т//Электр и тепловоз тяга 1987 № 8 С 19—20

Евграфов В В Пассажи́рский электр-овоз ЧС8//Электр и тепловоз тяга 1985 № 10 С 36—37

Рахмаинов В. И., Кулиш В. Ф. Тягово-энергетические испытания электровоза ЧС8//Электр. и тепловоз. тяга. 1987. № 7. С. 27—29.

К главе II

Устройство и ремонт электровозов постоянного тока: Учеб. для техн. школ ж.-д. трансп./С. А. Алябьев, Е. В. Горчаков, С. И. Осипов и др. М.: Транспорт, 1977. 464 с.

Электровозы ВЛ10 и ВЛ10^у: Руководство по эксплуатации/Ю. А. Кикнадзе, Г. И. Ксоврели, С. Г. Абрамов и др.; Под ред. О. А. Кикнадзе; М-во электротехн. пром-сти СССР. Тбилис. электровозостроит. з-д им. В. И. Ленина. М.: Транспорт, 1981. 519 с.

Магистральный электровоз ВЛ10^у: Информ. о новой разработке/Информэлектр. М.: 1980. 20 с. (Электротехника СССР; ЛК 10.03.01—79).

Левитский В. М. Грузовой электровоз серии ВЛ10 с осевой нагрузкой 25 тонн. Результаты тяговых испытаний//Электр. и тепловоз. тяга. 1975. № 19. С. 18—19.

Муравский С. Г., Симоиан В. Р. Питание цепей управления электровозов ВЛ10 и ВЛ10^у//Электр. и тепловоз. тяга. 1978. № 7. С. 37—39.

Иванов В. В. Изменения в схеме электровоза ВЛ10^у//Электр. и тепловоз. тяга. 1985. № 1. С. 20—22.

Сукиасов А. М. Изменения в электрических цепях электровозов ВЛ10//Электр. и тепловоз. тяга. 1978. № 8. С. 20—22.

Перечень изменений в конструкции электровозов ВЛ10 и ВЛ10^у//Электр. и тепловоз. тяга. 1987. № 3. С. 23—26.

Ашкалов К. П., Путкарадзе Г. В., Левитский В. М. Электровоз ВЛ10^у с вентильным переходом//Электр. и тепловоз. тяга. 1986. № 11. С. 21—22.

Электровоз ВЛ11: Руководство по эксплуатации/Под ред. Г. И. Чиракадзе, О. А. Кикнадзе; Тбилис. прив. об-ние «Электровозостроитель». М.: Транспорт, 1983. 464 с.

Электровоз магистральный ВЛ11: Информ. о новой разработке/Информэлектр. М., 1981. 16 с. (Электротехника СССР. ЛК.10.00.04—80).

Гиоргадзе Д. П., Болашвили Д. Н. Особенности электрических цепей электровозов ВЛ11. М.: Транспорт, 1983. 192 с.

Гиоргадзе Д. П. Электровоз ВЛ11: особенности и возможности//Ж.-д. трансп. 1982. № 10. С. 41—45.

Трехсекционный грузовой электровоз ВЛ11 с рекуперативным торможением/Г. И. Чиракадзе, Г. С. Башалейшвили. Д. Н. Болашвили и др.//Электр. и тепловоз. тяга. 1976. № 7. С. 32—33.

Результаты испытаний трехсекционного электровоза ВЛ11/А. М. Вольф, Ю. Н. Виноградов, Ю. В. Зыков и др./Электр. и тепловоз. тяга. 1977. № 7. С. 21—24.

Электрическая схема электровоза ВЛ11/Г. И. Чиракадзе, Д. П. Гиоргадзе, И. М. Зайцев и др.//Электр. и тепловоз. тяга. 1979. № 1. С. 20—22; № 2. С. 24—26.

Нагешавили Г. А., Базлидзе Н. Ш. Пневматическая схема электровоза ВЛ11: В помощь машинисту и ремонтнику//Электр. и тепловоз. тяга. 1980. № 1. С. 16—21.

Гиоргадзе Д. П., Балашвили Д. Н. Назначение аппаратов и их вспомогательных контактов в схеме электровоза ВЛ11//Электр. и тепловоз. тяга. 1981. № 1. С. 33—35; № 4. С. 15—19; № 5. С. 17—23.

Наиеташвили Г. А., Алещенко А. Н., Кубил В. О. Измененная система вентиляции электровоза ВЛ11//Электр. и тепловоз. тяга. 1981. № 10. С. 22—23.

Чивадзе З. Д. Конструкция электровозов ВЛ11 улучшается//Электр. и тепловоз. тяга. 1982. № 8. С. 31.

Гиоргадзе Д. П. Характеристики электровоза ВЛ11//Электр. и тепловоз. тяга. 1983. № 3. С. 19—23; № 4. С. 26—28; № 5. С. 22—25.

Иванов В. В. Изменения в схеме электровозов ВЛ11//Электр. и тепловоз. тяга. 1986. № 3. С. 20—23.

Изменения в конструкции электровозов ВЛ11//Электр. и тепловоз. тяга. 1987. № 5. С. 18—21.

Кулиш В. Ф. Грузовой электровоз ВЛ15//Электр. и тепловоз. тяга. 1986. № 2. С. 38—39.

Андросов Н. Н., Левитский В. М., Наговицын В. С. Результаты испытаний электровоза ВЛ15//Электр. и тепловоз. тяга. 1988. № 2. С. 41—43.

Покромки В. И. Изменения в электрической схеме электровоза ВЛ182^м//Электр. и тепловоз. тяга. 1978. № 1. С. 34—35.

Покромки В. И., Иванишкии А. И., Дядичко Т. В. Электрическая схема электровоза ВЛ182^м//Электр. и тепловоз. тяга. 1980. № 1. С. 16—21.

Перечень элементов схемы электровоза ВЛ182^м//Электр. и тепловоз. тяга. 1981. № 1. С. 19—20.

Недоносок В. Т. Эксплуатация тормозов на электровозе ВЛ82^М//Электр. и тепловоз. тяга. 1976. № 12. С. 19.

Пассажи́рский электровоз ЧС2^Т/А. Л. Лисицын, А. С. Никитин, В. А. Раков и др.; Под общ. ред. А. Л. Лисицына. М.: Транспорт, 1979. 288 с.

Титов А. Г., Хлопотейков В. И. Пассажи́рский электровоз ЧС2^Т: Электр. оборудование и аппараты//Электр. и тепловоз. тяга. 1976. № 8. С. 31—34.

Гурьев Г. Е. Подмонтажная схема высоковольтных цепей ЧС2^Т//Электр. и тепловоз. тяга. 1976. № 12. С. 27—28.

Чесноков Н. Н. Назначение аппаратов и их вспомогательных контактов в цепях электровоза ЧС2^Т//Электр. и тепловоз. тяга. 1985. № 11. С. 33—36; № 12. С. 15—17.

Раба Ф., Кир Л., Гончарук И. Электродинамический тормоз электровозов ЧС2^Т и ЧС200: Электрон. оборуд. М.: Транспорт, 1978. 81 с.

Палик Ф., Ильин И. П. Высокоскоростной пассажирский электровоз ЧС200//Электр. и тепловоз. тяга. 1978. № 4. С. 38—41. № 5. С. 32—35.

Фоловин М. В. Особенности электровоза ЧС7//Электр. и тепловоз. тяга. 1985. № 5. С. 35.

Акулов М. П., Нарышкин А. А. Электрическая схема электровоза ЧС7//Электр. и тепловоз. тяга. 1988. № 3. С. 20—25.

Палик Ф. Разработка и производство электровозов завода Шкода в 1981—1985 гг. Пльзень, 1982. 16 с.

К главе III

Тепловозы: Основы теории и конструкции: Учеб. для техникумов ж.-д. трансп./В. Д. Кузьмич, И. П. Бородулин. Э. А. Пахомов, Г. М. Русаков; Под ред. В. Д. Кузьмича. М.: Транспорт, 1982. 317 с.

Пойда А. А., Хуторянский Н. М., Коконнов В. Е. Тепловозы: Механическое оборудование: Устройство и ремонт: Учеб. для техн. шк. М.: Транспорт, 1986. 328 с.

Пойда А. А., Кокошинский И. Г., Хуторянский Н. М. Механическое оборудование тепловозов: Устройство и ремонт: Учеб. для техн. школ. ж.-д. трансп. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1978. 416 с.

Электрические машины и электрооборудование тепловозов: Учебник/Е. Я. Гаккель, К. И. Рудая, В. В. Стрекопытов и др.; Под ред. Е. Я. Гаккель, 3-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт. 1981. 256 с.

Рудая К. И. Электрическое оборудование тепловозов: устройство и ремонт: Учеб. для техн. школ. ж.-д. трансп. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1981. 287 с.

Моисеев Г. А. Секционная мощность тепловозов и проблемы надежности. М.: Транспорт, 1978. 212 с.

Улучшение эксплуатационных качеств электрических передач тепловозов: Сб. ст./Под ред. Л. К. Филиппова.— М.: Транспорт, 1981. 132 с. (Тр. ВНИИЖТ; Вып. 646).

Тепловозы: Номенклатур. справочник /ЦНИИ информ. и техн. экон. исслед. по тяжелому и трансп. машиностроению. М., 1975. 20 с.

Тепловозы: Номенклатур. справочник /ЦНИИ информ. и техн. экон. исслед. по тяжелому и трансп. машиностроению. М., 1981. 23 с.

Тепловоз 2ТЭ10Л/В. Р. Степанов, В. А. Берева, В. Г. Верхогляд и др. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1974. 318 с.

Вилькевич Б. И. Электрическая схема тепловоза 2ТЭ10Л//Электр. и тепловоз. тяга. 1986. № 12. С. 21—24.

Лебедев Ю. А., Левин Ю. Л., Однопозов А. М. Тепловоз 2ТЭ10Л с дизелем 2Д70//Электр. и тепловоз. тяга. 1977. № 11. С. 37—38.

Субоч Н. И. Грузовые тепловозы Ворошиловградского завода//Электр. и тепловоз. тяга. 1985. № 3. С. 44—46.

Тепловоз 2ТЭ10В: Руководство по эксплуатации и обслуживанию. М.: Транспорт, 1975. 431 с.

Вилькевич Б. И. Электрические схемы тепловозов 3ТЭ10М, 2ТЭ10М, 2ТЭ10В, 2ТЭ10Л, ТЭП60.3-е изд., перераб. и доп.— М.: Транспорт, 1983. 221 с.

Филонов С. П., Пуньин Г. А. Особенности электрической схемы тепловоза 2ТЭ10В//Электр. и тепловоз. тяга. 1977. № 11. С. 25—28.

Филонов С. П., Зиборов А. Е., Гибалов А. И. Магистральный тепловоз серии 2ТЭ10В//Электр. и тепловоз. тяга. 1976. № 7. С. 34—36.

Субоч Н. И. Тепловозы Ворошиловградского завода//Электр. и тепловоз. тяга. 1985. № 5. С. 36—38.

Вилькевич Б. И. Электрическая схема тепловозов 2ТЭ10В//Электр. и тепловоз. тяга. 1985. № 6. С. 21—23.

Тепловозы типа ТЭ10М: Руководство по эксплуатации и обслуж. 2139.00.000 РЭ: Угв. Союзтепловозпутьмаш 15.06.83/Произв. обнне «Ворошиловградтепловоз»; Подгот. С. П. Филонов и др. М.: Транспорт, 1985. 421 с.

- Тепловоз 2ТЭ10М и 3ТЭ10М Устройство и работа/С П Филонов, А Е Зиборов, В В Ренкунас и др М Транспорт, 1986 288 с
- Тепловоз серии 3ТЭ10М Проспект Ворошиловград, 1979 4 с
- Тепловоз М62/С П Филонов, В И Бедненко, А Е Зиборов и др М Транспорт, 1977 280 с
- Тепловоз 2М62 Экипажная часть, электрическое и вспомогательное оборудование/С П Филонов, А Е Зиборов, В В Разумейчик и др М Транспорт, 1987 184 с
- Кондрахин Ю В Тепловоз 2М62 Этапы совершенствования и перспективы//Электр и тепловоз тяга 1986 № 7 С 30—31
- Тепловозы М62 и 2М62 Лист 9/НИИИнформтяжмаш М 1978 3 с (Тепловозы СССР Каталог 18-3-78)
- Куприенко О Г, Фронцевич Р И Особенности конструкции тепловоза 2М62//Электр и тепловоз тяга 1978 № 4 С 28—30
- Каменцев Ю С Изменения в электрической схеме тепловоза 2М62//Электр и тепловоз тяга 1984 № 6 С 23—26
- Каменцев Ю С, Куприенко О Г Электрическая схема тепловоза 2М62//Электр и тепловоз тяга 1979 № 6 С 19—22
- Чулков В П Электрическая схема тепловоза 2М62//Электр и тепловоз тяга 1984 № 11 С 17—21
- Субоч Н И Тепловозы Ворошиловградского завода//Электр и тепловоз тяга 1985 № 4 С 38—40
- Тепловоз 2ТЭ116/С П Филонов, А И Гибалов, И А Черноусов и др М Транспорт, 1977 320 с
- Тепловоз 2ТЭ116/С П Филонов, А И Гибалов, В Е Быковский и др 2-е изд, перераб и доп М Транспорт, 1985 327 с
- Электропередачи тепловозов на переменнопостоянном токе/И К Колесник, Т Ф Кузнецов, В И Липовка и др М Транспорт, 1978 149 с
- Тепловоз 2ТЭ116 Лист 5/НИИИнформтяжмаш М, 1978 4 с (Тепловозы СССР Каталог 18-3-78)
- Каменецкий Б Г, Гнездилов В В, Логунов С А О надежности тепловозных выпрямительных установок//Электр и тепловоз тяга 1978 № 5 С 29—30
- Электрическая схема модернизированных тепловозов 2ТЭ116/Э Г Ермолаев, В А Попадюк, А В Кабаков, В П Чулков//Электр и тепловоз тяга 1979 № 11 С 17—23
- Цейтлин А Л, Баранов С А Электрическая схема тепловоза 2ТЭ166//Электр и тепловоз тяга 1984 № 5 С 18—21, № 6 С 27—29
- Тепловоз ТЭ120 Проспект М Внешторгиздат, 6 г 8 с
- Строков В С, Касьянов В И, Мельман П Ш Результаты испытаний электрической передачи переменного тока тепловоза ТЭ120//Совершенствование электрооборудования локомотивов Реф сб/ЦНИИТЭИтяжмаш 1981 5-81-12 С 7—9
- Тепловозы с электрической передачей переменного тока//Ж-д транспорт в СССР и за рубежом Обзор/ЦНИИТЭИ МПС, М 1979 Вып 10 Гл IV § 1 С 64—71
- Локомотивы и их узлы//Железнодорожный транспорт — 86 Экспонаты СССР Третья международная отраслевая выставка М, 1986 Гл 1 С 21—50
- Тепловоз 4ТЭ130/С П Филонов, А И Гибалов, Н М Найш, В А Науменко//Электр и тепловоз тяга 1984 № 1 С 35—37
- Пассажирский тепловоз ТЭП60/Г А Жилин, М С Малинов, А М Родов и др 3-е изд, перераб и доп М Транспорт, 1976 376 с
- Тепловоз ТЭП60 Руководство по эксплуатации и обслуживанию Утв 15/Х 1973 г 2-е изд, перераб и доп М Транспорт, 1975 383 с
- Морошкин Б Н Электрическое оборудование тепловоза ТЭП60 М Транспорт, 1987 224 с
- Морошкин Б Н Схемы электрических цепей тепловоза ТЭП60//Электр и тепловоз тяга 1986 № 5 С 18—20, 1985 № 12 С 18—24
- Перечень электрооборудования тепловоза ТЭП60//Электр и тепловоз тяга 1986 № 6 С 9—12
- Кононов В Е, Чертков А В, Баранов В П Повышение надежности тягового привода тепловоза ТЭП60//Ж-д трансп 1982 № 2 С 39—42
- Кондрахин Ю В Конструктивные особенности тепловозов ТЭП60//Электр и тепловоз тяга 1987 № 6 С 24—25
- Хлебников Ю В Современные пассажирские тепловозы//Ж-д трансп 1979 № 8 С 36—41
- Тепловозы ТЭП60 и 2ТЭП60 Лист 7/НИИИнформтяжмаш М, 1978 4 с (Тепловозы СССР Каталог 18-3-78)
- Субоч Н И Тепловозы Коломенского завода//Электр и тепловоз тяга 1985 № 6 С 32—35
- Морошкин Б Н Перечень проводов электрических схем тепловоза ТЭП60//

Электр и тепловоз тяга 1984 № 4
С 31—33, 1984 № 6 С 30—33,
1984 № 5 С 26—28

Деркач М П Логическая схема
тепловоза ТЭП60//Электр и тепловоз тяга
1981 № 10 С 23—25

Пассажирский тепловоз ТЭП70/Ю В
Хлебников, В Г Быков, В М Ширяев
и др М Транспорт, 1976 232 с

Хлебников Ю В Современные пасса-
жирские тепловозы//Ж-д трансп 1979 № 8
С 36—41

Хлебников Ю В Пассажирский
тепловоз ТЭП70//Ж-д мира 1975 № 9 С
3—9

Тепловоз ТЭП70/Энергомашэкспорт
СССР М Внешторгиздат, б г 8 с

Морошкин Б Н Электрическая схема
пассажирского тепловоза ТЭП60//Электр
и тепловоз тяга 1975 № 9 С 20—24,
№ 10 С 25—26

Серделевич Г Е, Новиков В Я,
Куприенко О Г Пассажирский тепловоз
серии ТЭП70 мощностью 4000 лс //Электр
и тепловоз тяга 1975 № 7 С 32—36

Миончнский В А Система охлаж-
дения электрических машин тепловоза
ТЭП70//Электр и тепловоз тяга 1976 № 8
С 23—24

Куприенко О Г, Шапиро С Г Ре-
зультаты эксплуатационных испытаний тепло-
возов ТЭП70//Жд мира 1977 № 2 С 3—13

Тепловоз ТЭП70 Лист 2/НИИИнформ-
тяжмаш М 1978 4 с (Тепловозы СССР
Каталог 18-3-78)

Кондрахин Ю В Пассажирский
тепловоз ТЭП70//Электр и тепловоз тяга
1988 № 4 С 32—35

Результаты испытаний на тепловозе
ТЭП75 системы централизованного электро-
снабжения вагонов пассажирских поездов/
А Н Корнеев, А Н Кочетков, Б Н Морош-
кин В Н Туропнев//Вестн ВНИИЖТ 1985
№ 1 С 33—36

Тепловоз ТЭП75 Лист 1/НИИИнформ-
тяжмаш М, 1978 4 с (Тепловозы СССР
Каталог 18-3-78)

К главе IV

Электропоезда Учеб для техн шк ж-д
трансп/3 М Рубчинский, С И Соколов,
Е А Эглон, Л С Лынюк, Под общ ред
З М Рубчинского, М Транспорт, 1983 415 с

Устройство и работа электропоездов
Учеб для техн шк ж-д трансп/3 М Руб-
чинский, С И Соколов, Е А Эглон,

Л С Лысюк, 3-е изд, перераб и доп М
Транспорт, 1976 416 с

Егоров Н К, Шутяев Г И Электр-
ические схемы и управление электропоездом
ЭР2 М Транспорт, 1975 160 с

Электропоезда постоянного тока/П В
Цукало, Н Г Ерошкин, А И Ковалев,
А А Вашурин, М Транспорт, 1979 415 с

Цукало П В, Ерошкин Н Г Электр-
опоезда ЭР2 и ЭР2Р М Транспорт,
1986 359 с

Лидэ М И Электрические схемы
электропоезда ЭР2 с № 1028//Электр и теп-
ловоз тяга 1981 № 3 С 18—21, № 4 С 12—
14, № 5 С 14—16

Дымант Ю Н, Уткин В Г Электри-
ческая схема электропоезда ЭР2//Электр
и тепловоз тяга 1987 № 1 С 19—23

Электропоезда постоянного тока с импульс-
ными преобразователями/Л В Бирзникс,
В П Данилов, О Г Чаусов и др., Под ред
В Е Розенфельда М Транспорт, 1976 279 с

Электропоезда ЭР12 с импульсным регули-
рованием тяги/Ю Н Дымант, З М Рубчин-
ский, Н В Таран, О Г Чаусов//Электр
и тепловоз тяга 1978 № 12 С 40—43

Результаты тягово-энергетических испы-
таний электропоезда ЭР12/3 М Рубчинский,
Е И Калинин, Н В Таран и др //Электр
и тепловоз тяга 1980 № 4 С 39—40

Сергеев А А Охлаждение преобразо-
вателя электропоезда ЭР12//Электр и тепло-
воз тяга 1983 № 7 С 28—29

Электропоезда переменного тока Учеб.
пособие для сред ПТУ/В А Хряев, В А Гут,
М М Авдеев, В И Томчук 2-е изд, перераб
и доп М Транспорт, 1985 366 с

Электропоезд ЭР9П Руководство по
эксплуатации М Транспорт, 1969 327 с

Коровкин В М Изменения в электри-
ческих схемах электропоезда ЭР9П//Электр
и тепловоз тяга 1978 № 3 С 19—20

Электропоезд ЭР9М Руководство по
эксплуатации/Сост В Н Гаевская, М И Ле-
вит, Г С Люлинская и др М Транспорт,
1978 327 с

Дымант Ю Н, Уткин В Г Электр-
опоезд переменного тока серии ЭР9М//Электр
и тепловоз тяга 1977 № 2 С 31—34

Шевченко В М, Хрущ В С Электр-
опоезда ЭР9М обнаружение и устранение
неисправностей в электрических цепях//
Электр и тепловоз тяга 1985 № 7 С 20—
22

Дымант Ю Н, Уткин В Г Электри-
ческая схема электропоезда ЭР9Е//Электр
и тепловоз тяга 1985 № 8 С 19—24

Продольственный электровагон [ЭВП-001]//Электр. и тепловоз. тяга. 1986. № 6. С. 21.

Электрооборудование электропоезда ЭР29/Ю. М. Гальперни, А. П. Доценко, Ю. Н. Дымант и др.//Электр. и тепловоз. тяга. 1988. № 1. С. 44—46.

Каменев А. В., Лисницын А. Л. Электроподвижной состав с импульсным преобразователем//Жд. мира. 1983. № 11. С. 2—9.

К главе V

Гаврилов Я. И., Мнацаканов В. А. Вагоны метрополитена с импульсным преобразователем. М.: Транспорт, 1986. 230 с.

Вагоны метрополитена моделей 81-717, 81-714: Вагоны гор. трансп. Лист. № 16/НИИинформтяжмаш. М., 1979. 3 с. (Вагоны СССР. Каталог 18-3-79).

Фиштейн Я. Х. Схемы вагонов 81-717, 81-714//Электр. и тепловоз. тяга. 1981. № 10. С. 42—45; № 11. С. 37—40; № 12. С. 36—37; 1982. № 1. С. 43.

Пособие по изучению электрических цепей, электромагнитных реле и тяговых двигателей вагонов метрополитенов/Ленингр. метрополитен им. В. И. Ленина. Л.: Транспорт, 1978. 216 с.

Вагоны метрополитена моделей 81-715 и 81-716: Вагоны гор. трансп.: Лист 17/НИИинформтяжмаш. М., 1979. 2 с. (Вагоны СССР. Каталог 18-3-79).

Хоменко А. И. Электропоезд И//Тр. ВНИИЖТ. 1979. Вып. 615. С. 49—52.

Акнмов А. Г. Новое в электроподвижном составе метрополитена//Тр. ВНИИЖТ. 1979. Вып. 615. С. 19—26.

К главе VI

Дизель-поезда: Устройство, ремонт, эксплуатация: Учеб. для сред. ПТУ/Б. М. Лернер, Н. П. Ковалев, В. П. Лебедев, А. А. Курятников. М.: Транспорт, 1982. 279 с.

Воробьев В. В., Самсонов М. А., Чекулаев В. Е. Автотрисы и автодрезины: Управление и обслуж. М.: Транспорт, 1987. 215 с.

Букунов В. С., Пугачева М. И. Модернизация схемы дизель-поезда Д1//Электр. и тепловоз. тяга. 1981. № 6. С. 24—27.

Паспортные характеристики и результаты испытаний дизель-поезда Д1/Н. А. Бодрова, Г. В. Бутаков, Ю. М. Бушуйкин и др.; Под общ. ред. С. Д. Федичкина. М.: Транспорт, 1975. 73 с.

Дизель-поезд ДР1А: Руководство по эксплуатации. Рига, 1985. 380 с.

Фадейкин В. П., Гольдштейн А. И. Электрическая схема дизель-поезда ДР1А//Электр. и тепловоз. тяга. 1979. № 7. С. 25—27.

Гидропередача дизель-поезда ГДП-1000: Техн. описание и инструкция по эксплуатации. Калуга, 1975. 129 с.

Дизель-поезд ДР1А: особенности электрической схемы/В. К. Бузаев, В. П. Пацановский, Н. А. Григоренко и др.//Электр. и тепловоз. тяга. 1977. № 12. С. 29—32.

Дизель-поезд ДР1А: особенности механического оборудования/В. К. Бузаев, В. П. Пацановский, Н. А. Григоренко и др.//Электр. и тепловоз. тяга. 1978. № 2. С. 31—33.

Михайленко А. А. Дизель-поезда ДР1, ДР1П, ДР1А: Техн. обслуж. и устранение неисправностей. М.: Транспорт, 1979. 80 с.

Горбеико В. Ф. Дизель-поезд ДР1А новой модели//Электр. и тепловоз. тяга. 1986. № 7. С. 31—32.

Попов Г. В., Москалева С. Н. К вопросу об унификации силовых установок дизель-поездов Д1//Вестн. ВНИИЖТ. 1982. № 2. С. 28—30.

Ефимов Г. Ф. Автотриса АЧ//Электр. и тепловоз. тяга. 1977. № 2. С. 28—29: ил.

К главе VII

Маневровые тепловозы: Устройство, техн. характеристика, эксплуатация/Г. Я. Белобаев, В. И. Бурьяница, М. К. Гавриленко и др.; Под ред. Л. С. Назарова. М.: Транспорт, 1977. 408 с*.

Тепловозы ТЭМ1 и ТЭМ2/П. И. Аронов, В. А. Бажинов, Д. А. Батунова и др.; Под ред. Е. Ф. Сдобникова. 2-е изд., испр. и доп. М.: Транспорт, 1978. 278 с.

Тепловоз ТЭМ2: Руководство по эксплуатации и обслуживанию: Утв. Союзтепловозпутьмаш 09.01.79/Произв. об-ние «Брян. машиностроит з-д». М.: Транспорт, 1980. 151 с.

Тепловоз ТЭМ2: Руководство по эксплуатации и обслуживанию: Утв. Союзтепловозпутьмаш 27.01.82/М-во тяжелого и трансп. Машиностроения. Произв. об-ние «Брян. машиностроит. з-д». 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1983. 239 с.

* То же и к гл. VIII.

- Нотик З. Х. Электрические схемы тепловозов ТЭМ2 и ТЭМ1. М.: Транспорт, 1980. 80 с.
- Коротков О. В. Электрическая схема тепловоза ТЭМ2//Электр. и тепловоз. тяга. 1978. № 3. С. 19.
- Мокиенко О. Н., Зновенко Е. С. Электрическая схема тепловоза ТЭМ2//Электр. и тепловоз. тяга. 1983. № 11. С. 19—22; № 12. С. 7—11.
- Моховиков Д. И. Пневматическая схема тепловоза ТЭМ2//Электр. и тепловоз. тяга. 1987. № 3. С. 16—18.
- Тепловоз ТЭМ2: Тепловозы с гидравл. и механ. передачами: Лист 3/НИИИнформтяжмаш. М., 1978. 4 с. (Тепловозы СССР. Каталог 18-3-78).
- Тепловозы маневровые: Проспект/Произв. об-ние «Брян. машиностроит. з-д». М.: Внешторгиздат, б.г. 40 с.
- Тепловоз ТЭМ2 и ТЭМ4: Проспекты//Совет. тепловозы. М., б.г. С. 32—49.
- Тепловоз ТЭМ2М: Тепловозы с гидравлич. и механич. передачами: Лист 13/НИИИнформтяжмаш. М., 1978. 2 с. (Тепловозы СССР. Каталог 18-3-78).
- Петрущенко С. Н. Электрическая схема тепловоза ТЭМ2У//Электр. и тепловоз. тяга. 1987. № 12. С. 18—25.
- Сдобников Е. Ф., Тимофеев И. Л. Тепловоз ТЭМ2У: Особенности конструкции//Электр. и тепловоз. тяга. 1987. № 7. С. 30—31.
- Пузанов В. А. Исследование динамики тепловозов на бесчелюстных тележках с индивидуальным рессорным подвешиванием и челюстных со сбалансированным рессорным подвешиванием в условиях поездной и маневровой работы//Тр. ВНИТИ, 1981. Вып. 53. С. 96—107.
- Субоч Н. И. Маневровые промышленные локомотивы//Электр. и тепловоз. тяга. 1985. № 7. С. 41—43.
- Тепловоз ТЭМ7: Тепловозы с гидравлич. и механич. передачами: Лист 10/НИИИнформтяжмаш. М., 1978. 3 с. (Тепловозы СССР. Каталог 18-3-78).
- Логунов В. Н. Маневровый тепловоз ТЭМ7//Ж.д. мира, 1976. № 2. С. 3—6.
- Зозулев А. К. Маневрово-вывозной тепловоз ТЭМ7 в эксплуатации//Электр. и тепловоз. тяга. 1982. № 4. С. 20—22.
- Олейник Л. М., Зименков В. В. Маневрово-вывозной тепловоз ТЭМ7//Электр. и тепловоз. тяга. 1977. № 5. С. 46—47.
- Зозулев А. К. Маневровый тепловоз ТЭМ7: Результаты опытной эксплуатации//Ж.д. трансп. 1981. № 4. С. 35—38.
- Маневровый тепловоз ТЭМ7: Повышение надежности экипажной части/Ю. В. Колесии, С. Р. Солодков, Б. Б. Бунин и др.//Ж.д. трансп. 1982. № 4. С. 3—40.
- Субоч Н. И. Локомотивы Людиновского завода//Электр. и тепловоз. тяга. 1985. № 11. С. 43—46*.
- Маневрово-вывозной тепловоз ТЭМ7: Проспект/Энергомашэкспорт СССР. М.: Внешторгиздат, б.г. 8 с.
- Тепловоз ТЭМ7: Проспект/Энергомашэкспорт СССР. М.: Внешторгиздат, б.г. 36 с.: ил.
- Тепловозы Людиновского тепловозостроительного завода: Проспекты/Техностройэкспорт СССР. М.: Внешторгиздат, б.г. 92 с.
- Забелин Г. Д. Перспективный тепловоз для промышленного транспорта//Пром. трансп. 1977. № 11. С. 12.
- Забелин Г. Д. Перспективы создания новых промышленных тепловозов//Вопросы совершенствования подвижного состава промышленных железных дорог. М., 1981. С. 4—17*.
- Швайнштейн Б. С., Майоров Э. Г., Шалаев С. С. Тепловозы ЧМЭ3 и ЧМЭ2. М.: Транспорт, 1975. 376 с.
- Костюк И. Я., Нотик З. Х. Механическое оборудование тепловозов ЧМЭ3: Учеб. Пособие для сред. ПТУ. М.: Транспорт, 1984. 136 с.
- Нотик З. Х. Электрическое оборудование тепловозов ЧМЭ3. М.: Транспорт, 1978. 128 с.
- Нотик З. Х. Электрическое оборудование тепловоза ЧМЭ3: Учеб. пособие для сред. ПТУ. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1987. 191 с.
- Нотик З. Х. Электрическая схема тепловоза ЧМЭ3//Электр. и тепловоз. тяга. 1986. № 6. С. 16—18; № 7. С. 21—23.
- Тепловоз серии ЧМЭ3/ЧКД Прага, Прага, 1975. 16 с.
- 5000 тепловозов ЧМЭ3 для СССР: Проспект/ЧКД Прага. Прага, 1985. 30 с.
- Нотик З. Х. Электрическая схема тепловоза ЧМЭ3//Электр. и тепловоз. тяга. 1981. № 9. С. 16—20.
- Конструктивные изменения на тепловозе ЧМЭ3//Электр. и тепловоз. тяга. 1983. № 4. С. 29—30.
- Костюк И. Я., Нотик З. Х. Водяная система тепловоза ЧМЭ3//Электр. и тепловоз. тяга. 1983. № 5. С. 8—10.

* То же и к гл. VIII.

Костюк И Я, Нотик З Х Масляная система тепловоза ЧМЭЗ//Электр и тепловоз тяга 1983 № 3 С 24—27

Костюк И Я, Нотик З Х Регулятор дизеля тепловоза ЧМЭЗ//Электр и тепловоз тяга 1987 № 5 С 13—17

Долежал З, Улиарцзык А Маневровый тепловоз ЧМЭЗМ//Электр и тепловоз тяга 1978 № 11 С 37—39

Долежал З, Новак Л Тепловоз ЧМЭЗ⁷//Электр и тепловоз тяга 1986 № 1 С 37—38

Маневровый тепловоз ЧМЭ5//Электр и тепловоз тяга 1986 № 8 С 33—34

Долежал З, Ульяновчик А Тепловоз ЧМЭ5 маневровой службы для Советского Союза//Чехословац тяжелая пром-сть 1986 № 11 С 20—24

К главе VIII

Залит Н Н Тепловозы промышленного транспорта Справочник 3-е изд, перераб и доп М Транспорт, 1980 366 с

Шелест П А Современные промышленные тепловозы М Транспорт, 1978 224 с

Ощехин В Н Тепловозы Муромского завода [ТГМ 23Б]//Электр и тепловоз тяга 1976 № 8 С 20—21

Тепловоз ТГМ23Б Проспект/Энергомашэкспорт СССР М Внешторгиздат, б г 20 с

Маневровый тепловоз ТГМ23 Проспект/Энергомашэкспорт СССР М Внешторгиздат, б г 4 с

Тепловоз ТГМ23Б Тепловозы с гидравл и механ передачами Лист 19/НИИинформтяжмаш М, 1978 3 с (Тепловозы СССР Каталог 18-3-78)

Тепловоз ТГМ23Б Проспект/Энергомашэкспорт СССР М, б г 12 с

Тепловоз маневровый ТГМ23Б Проспект/Энергомашэкспорт СССР М Внешторгиздат, б г 12 с

Тепловоз ТГМ23В Проспект/Энергомашэкспорт СССР М Внешторгиздат, б г 8 с

Смирнов Б П, Доброриз А А Тепловоз ТГМ23В с двухтрансформаторной гидropередачей//Электр и тепловоз тяга 1986 № 9 С 26—28

Субоч Н И Локомотивы Муромского завода//Электр и тепловоз тяга 1985 № 9 С 41—43

Субоч Н И Локомотивы Людиновского завода//Электр и тепловоз тяга 1985 № 10 С 42—45

Тепловозы ТГМЗ^А, ТГМЗ^Б Руководство по эксплуатации и обслуживанию М Транспорт, 1970 207 с

Устройство тепловозов ТГМЗ^А и ТГМЗ^Б/В Т Аксютенков, А И Башкиров, Ю И Доронин и др М Транспорт, 1971 216 с ил

Тепловоз ТГМ6^А Руководство по эксплуатации и обслуживанию/М-во тяжелой и трансп машиностроения СССР, Людин тепловозостроит з-д 2-е изд, перераб и доп М Транспорт, 1977 173 с

Устройство тепловозов ТГМ6^А/В Н Логунов, Л Н Кузнецов, В Г Смагин и др Под ред В Н Логунова М Транспорт, 1981 287 с

Тепловоз ТГМ6^А Проспект/Энергомашэкспорт СССР М Внешторгиздат, б г 12 с

Тепловозы ТГМ4 и ТГМ4^А Устройство и работа/Л А Михальчук, В Н Логунов, А И Башкиров и др М Транспорт, 1982 287 с

Тепловозы ТГМ4 и ТГМ4^А Руководство по эксплуатации и обслуживанию/М-во тяжелого и трансп машиностроения СССР, Людин тепловозостроит з-д 3-е изд, перераб и доп М Транспорт, 1985 208 с

Тепловоз ТГМ4 Проспект/Энергомашэкспорт СССР М Внешторгиздат, б г 8 с

Тепловоз ТГМ4 Проспект/Энергомашэкспорт СССР М Внешторгиздат, б г 12 с

Тепловоз ТГМ4^А Каталог № 023/ТСЭ/Техностройэкспорт СССР М Внешторгиздат, б г 24 с

Тепловозы ТГМ4 и ТГМ4^А Тепловозы с гидравл и механ передачами Лист № 18/НИИинформтяжмаш М, 1978 4 с (Тепловозы СССР Каталог 18-3-78)

Кузнецов В С Электрическая схема тепловозов ТГМ4^А и ТГМ6^А//Электр и тепловоз тяга 1981 № 9 С 21—23, № 10 С 26—29

Пузаиов В А, Балашов А В Результаты экспериментальных исследований по выбору характеристик рессорного подвешивания унифицированных двухосных бесчелюстных тележек маневрово-промышленных тепловозов//Сб тр ВНИТИ 1982 № 55 С 3—9

Балабин В Н Тепловоз ТГМ40 Результаты испытаний//Электр и тепловоз тяга 1985 № 9 С 35

Балабин В Н, Шевченко Ю Л, Манохин В А Особенности эксплуатации

тепловозов ТГМ40 на промышленных предприятиях//Пром Трансп 1985 № 6 С 8—9

Лобачев Н А Совершенствование экипажной части тепловоза ТГМ40//Пром трансп 1987 № 1 С 6—7

Манохин В А, Шевченко Ю Л, Балабин В Н Тепловоз нормальной коледи для лесной промышленности//Пром трансп 1982 № 5 С 12—13

Тепловоз ТГМ40 М Внешторгиздат, б г 20 с

Унифицированные тепловозы и путевые машины//Техностройэкспорт СССР М, б г 64 с Из содерж Унифицированные тепловозы С 1—32

Субоч Н И Локомотивы Камбарского завода//Электр и тепловоз тяга 1986 № 4 С 40—44

Тепловоз ТГК2 Тепловозы с гидравл и механ передачами Лист 20/НИИинформтяжмаш М, 1978 2 с (Тепловозы СССР Каталог 18-3-78)

Субоч Н И Локомотивы Калужского завода//Электр и тепловоз тяга 1985 № 12 С 30—33

К главе IX и X

Безрученко В Н, Браташ В А, Петрович Л В Электроподвижной состав промышленного железнодорожного транспорта Учеб для сред спец учеб заведений Киев Вища шк, 1982 248 с

Каблуков В А, Савчук О М, Киричко Н Ф Подвижной состав промышленного железнодорожного транспорта Учеб для техникумов пром ж-д трансп Киев, Донецк Вища шк, 1981 280 с

Локомотивы//Железнодорожный транспорт открыты разработок М, 1984 Гл 5 С 116—134

Хохлов Е А, Тверской Д Б Эксплуатация и организация ремонта локомотивов промышленного транспорта М Транспорт, 1978 199 с

Ремонт электроподвижного состава промышленного транспорта/Г Д Забелин, Д А Курасов, В В Соловьев, Ю В Пацовский, Под ред М Г Потапова М Транспорт, 1982 288 с

Электровозы и тяговые агрегаты промышленного транспорта/В А Браташ, Л М Бичук, В А Володарский и др, Под ред В А Браташа М Транспорт, 1977 528 с

Потапов М Г Карьерный транспорт М Недра, 1985 240 с

Электроподвижной со гав промышленного транспорта/Л В Балон, В А Браташ, Л А Кузьменко и др М Транспорт, 1978 296 с

Промышленный электровоз ЕЛ20 Берлин, 1982 8 с

Левин Ш А, Сомершаф В С Маневровый тягач для углепгрузочных грузов //Пром трансп 1978 № 4 С 21—22

Каменский И Ф Промышленные испытания электротягача Э2//Пром трансп 1981 № 8 С 17

Каменский И Ф Электротягач Э2 для эксплуатации в современных условиях//Пром трансп 1985 № 9 С 11—12

Коксотушильный электровоз ЭК14/Н Г Новиков, С И Кариров, Г П Згудадзе и др //Пром трансп 1977 № 8 С 5—6

Коксотушильный электровоз типа ЭК14 Информ о новой разработке/Информэлектро М, 1975 4 с (Электротехника СССР, ЛК 10 06 02—75)

Тяговый агрегат ОПЭ1/Информэлектро М, 1974 24 с (Электротехника СССР, ЛК 10 03 08—74)

Тяговый агрегат ОПЭ1 Проспект М Внешторгиздат, б г 16 с ил

Агрегат тяговый без автономного питания типа ПЭ2У Информ о новой разработке/Информэлектро М, 1986 2 с (Электротехника СССР, ЛК 10 02 03—86)

Агрегат тяговый переменного тока типа ОПЭ1А/Информэлектро М, 1980 24 с (Электротехника СССР, 10 02 01—80)

Агрегат тяговый постоянного тока типа ПЭЗТ Информ о новой разработке/Информэлектро М, 1980 2 с (Электротехника СССР, ЛК 10 03 50—79)

Тяговый агрегат постоянного тока с частотно-импульсной системой управления/М Г Потапов, Л В Мелихов, Ю М Еремеев и др //Пром трансп 1977 № 8 С 4—5

Браташ В А, Жолобов А Ф Перспективы развития тяговых средств для железнодорожного электрифицированного карьерного транспорта//IV Всесоюзная научно-техническая конференция по карьерному транспорту Свердловск, 1978 С 45—47

Потапов М Г Направления создания новых технических средств карьерного транспорта//IV Всесоюзная научно-техническая конференция по карьерному транспорту Свердловск, 1978 С 8—13

Браташ В А, Жолобов А Ф Новые промышленные тяговые агрегаты//V

Всесоюзная научно-техническая конференция по карьерному транспорту. Свердловск, 1984. С. 40—44.

Агрегат тяговый переменного тока типа ОПЭТБ: Информ. о новой разработке/Информ-электро. М.: 1980. 28 с. (Электротехника СССР; ЛК 10.03.44—79).

Промышленный тяговый агрегат 50 Гц ЕЛ20. Берлин, 1985. 8 с.

К заключению

Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года//XXVII съезд Коммунистической партии Советского Союза, 25 февр.—6 марта 1986 г.: Стеногр. отчет. М., 1986. Т. 2. С. 221—292. Из содерж.: Железнодорожный транспорт. С. 263.

Важные программы научно-технического прогресса/Электр. и тепловоз. тяга. 1986. № 7. С. 2—4.

Мнхайловский Ю. В. Состояние и перспективы отечественного тепловозостроения: Обзор//Электр. и тепловоз. тяга. 1988. № 2. С. 20—21.

Минин С. И. Локомотивное хозяйство//Ж.-д. трансп. 1986. № 6. С. 17—18.

Кельперис П. И. Резерв провозной способности//Международная выставка «Железнодорожный транспорт-86»: Информ. вып. М., 1986. № 2. С. 22—27.

Никифоров Б. Д. Курсом научно-технического прогресса: Интервью с Б. Д. Никифоровым/Записал В. Н. Бжицкий//Электр. и тепловоз. тяга. 1986. № 2. С. 4—7.

Перспективы электровозостроения // Электр. и тепловоз. тяга. 1988. № 4. С. 36—42; № 5. С. 33—36.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора.	3
Введение.	5

Глава I

Магистральные электровозы переменного тока

1. Грузовые электровозы ВЛ80 ^Г , ВЛ80 ^С , ВЛ80 ^Р	9
2. Опытный грузовой электровоз ВЛ83.	18
3. Опытные грузовые электровозы ВЛ81 и ВЛ84.	20
4. Грузовые двенадцатиосные электровозы ВЛ85.	25
5. Опытный грузовой электровоз ВЛ86 ^Ф	29
6. Пассажирские электровозы ЧС4 ^Г	31
7. Опытные пассажирские электровозы ЧС8.	35

Глава II

Магистральные электровозы постоянного и постоянно-переменного тока

1. Грузовые электровозы ВЛ10, ВЛ10 ^У , ВЛ11.	39
2. Двенадцатиосные грузовые электровозы ВЛ15.	46
3. Грузовые электровозы для двух систем тока ВЛ82 ^М	48
4. Пассажирские электровозы ЧС2 ^Г	51
5. Пассажирские электровозы ЧС200 и ЧС6.	54
6. Пассажирские электровозы ЧС7.	59

Глава III

Магистральные тепловозы

1. Грузовые тепловозы типа ТЭ10 различных исполнений.	62
2. Грузовые тепловозы М62 и 2М62.	69
3. Грузовые тепловозы 2ТЭ116.	73
4. Опытный тепловоз ТЭ120.	77
5. Грузовые тепловозы 2ТЭ121.	80
6. Опытные грузовые тепловозы 4ТЭ130 и 2ТЭ116А.	83
7. Опытный грузовой тепловоз ТЭ136.	86
8. Опытный тепловоз ТЭ127.	88
9. Пассажирские тепловозы ТЭП60 и 2ТЭП60.	89
10. Пассажирские тепловозы ТЭП70.	93
11. Опытные пассажирские тепловозы ТЭП75.	98

Глава IV

Пригородные электропоезда

1. Электропоезда ЭР2.	101
2. Опытные электропоезда ЭР12.	105
3. Электропоезда ЭР2Р.	106
4. Электропоезда ЭР9.	110
5. Опытный электропоезд ЭР29.	115

Глава V

Моторные электровагоны метрополитенов

1. Последние разновидности моторных электровагонов Е.	117
2. Моторные электровагоны 81-717 и 81-714.	125
3. Опытные моторные электровагоны И.	131

Глава VI

Дизель-поезда и автомотрисы

1. Дизель-поезда Д1.	138
2. Дизель-поезда ДР1П и ДР1А.	141
3. Опытные автомотрисы АЧО.	145
4. Опытные автомотрисы АЧ2.	146
5. Служебные автомотрисы АС1А.	148

Глава VII

Маневровые и промышленные тепловозы с электрической передачей

1. Тепловозы ТЭМ2 и их разновидности.	150
2. Тепловозы ТЭМ7.	156
3. Опытный тепловоз ТЭМ12.	159
4. Тепловозы ЧМЭ3 и их разновидности.	161
5. Опытные тепловозы ЧМЭ5.	167

Глава VIII

Промышленные тепловозы с гидравлической передачей

1. Тепловозы ТГМ23 и их разновидности.	170
2. Тепловозы ТГМ3 ^Б	174
3. Тепловозы ТГМ6 ^А	176
4. Тепловозы ТГМ4 и ТГМ4 ^А	179

5. Опытные тепловозы ТГМ9, ТГМ12 и ТГМ14.	180
6. Тепловозы ТГМ40.	183
7. Тепловозы ТГК2.	186

Глава IX

Промышленные электровозы

1. Электровозы ЕЛ21.	188
2. Электровозы-тягачи Э1 и Э2.	190
3. Коксотушильные электровозы ЭК14.	192

Глава X

Тяговые агрегаты

1. Тяговые агрегаты ОПЭ1.	194
2. Тяговые агрегаты ПЭ2 ^М , ПЭ2 ^У	197
3. Тяговые агрегаты ОПЭ2 и ОПЭ1А.	200
4. Тяговые агрегаты ПЭЗТ и ОПЭ1Б.	203
5. Тяговые агрегаты ЕЛ20.	206
Заключение.	209
Список рекомендуемой и использованной литературы.	225

Производственное издание

РАКОВ ВИТАЛИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

ЛОКОМОТИВЫ И МОТОРВАГОННЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ СОВЕТСКОГО СОЮЗА (1976—1985 гг)

Переплет художника *С. Н. Орлова*

Технический редактор *Н. Д. Муравьева*

Корректор-вычитчик *Е. А. Котляр*

Корректор *Н. Е. Рыдзинская*

ИБ № 4498

Сдано в набор 25.05.89. Подписано в печать 27.08.90. Формат 70×100¹/₁₆.
Бум. кн.-журн. Гарнитура литературная. Офсетная печать. Усл. печ. л. 19,5.
Усл. кр.-отт. 19,5. Уч.-изд. л. 20,96. Тираж 14 000 экз. Заказ 2316.
Цена 2 р. 50 к. Изд. № 1-3-1/1-4 № 4031

Ордена «Знак Почета» издательство «Транспорт»,
103064, Москва, Басманный туп., 6а

Московская типография № 4 Государственного комитета СССР по печати.
129041, Москва, Б. Переяславская, 46