



## РЕМОНТ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ОСТОВА ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ В ОБЪЕМЕ ТР-3

(Пояснительная записка содержит 33 страницы, 7 рисунков, список  
использованной литературы из 7 наименований)

<http://pomogala.ru>

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение. Цель и задачи работы.....	
1 Краткая характеристика тягового электродвигателя ТЛ-2К.....	
1.1 Назначение тягового двигателя ТЛ-2К.....	
1.2 Принцип работы.....	
1.3 Устройство ТЛ-2К.....	
2 Ремонт магнитной системы остова .....	
2.1 Общая характеристика ремонта магнитной системы .....	
2.2 Осмотр, проверка и ремонт полюсов, межкатушечных соединений .....	
3 Техника безопасности при ремонте электрооборудования.....	
Заключение.....	
Литература.....	

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Иванов				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Иванов					2	
Реценз.					<b>ПУ-1 гр. №1</b>		
Н. Контр.	Иванов						
Утверд.	Иванов						

*Ремонт магнитной  
системы остова тягового  
электродвигателя в  
объеме ТР-3*

## ВВЕДЕНИЕ. ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ

Днем рождения электрической тяги принято считать 31 мая 1879 г., когда на промышленной выставке в Берлине демонстрировалась первая электрическая железная дорога длиной 300 м, построенная Вернером Сименсом. Электровоз, напоминавший современный электрокар, приводился в движение электродвигателем мощностью 9,6 кВт (13 л. с.). Электрический ток напряжением 160 В передавался к двигателю по отдельному контактному рельсу, обратным проводом служили рельсы, по которым двигался поезд - три миниатюрных вагончика со скоростью 7 км/ч, скамейки вмещали 18 пассажиров.

В том же 1879 г. была пущена внутризаводская линия электрической железной дороги протяженностью примерно 2 км на текстильной фабрике Дюшен-Фурье в г. Брейль во Франции. В 1880 г. в России Ф. А. Пироцкому удалось электрическим током привести в движение большой тяжелый вагон, вмещавший 40 пассажиров. 16 мая 1881 г. было открыто пассажирское движение на первой городской электрической железной дороге Берлин - Лихтерфельд.

Рельсы этой дороги были уложены на эстакаде. Несколько позже электрическая железная дорога Эльберфельд - Бремен соединила ряд промышленных пунктов Германии.

Первоначально электрическая тяга применялась на городских трамвайных линиях и промышленных предприятиях, особенно на рудниках и в угольных коях. Но очень скоро оказалось, что она выгодна на перевальных и тоннельных участках железных дорог, а также в пригородном движении. В 1895 г. в США были электрифицированы тоннель в Балтиморе и тоннельные подходы к Нью-Йорку. Для этих линий построены электровозы мощностью 185 кВт (50 км/ч).

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

После первой мировой войны на путь электрификации железных дорог вступают многие страны. Электрическая тяга начинает вводиться на магистральных линиях с большой плотностью движения. В Германии электрифицируют линии Гамбург - Альтон, Лейпциг - Галле - Магдебург, горную дорогу в Силезии, альпийские дороги в Австрии.

Электрифицирует северные дороги Италия. Приступают к электрификации Франция, Швейцария. В Африке появляется электрифицированная железная дорога в Конго.

В России проекты электрификации железных дорог имелись еще до первой мировой войны. Уже начали электрификацию линии С.-Петербург - Ораниенбаум, но война помешала ее завершить. И только в 1926 г. было открыто движение электропоездов между Баку и нефтепромыслом Сабунчи.

16 августа 1932 г. вступил в строй первый магистральный электрифицированный участок Хашури - Зестафони, проходящий через Сурамский перевал на Кавказе. В этом же году в СССР был построен первый отечественный электровоз серии Сс. Уже к 1935 г. в СССР было электрифицировано 1907 км путей и находилось в эксплуатации 84 электровоза.

В настоящее время общая протяженность электрических железных дорог во всем мире достигла 200 тыс. км, что составляет примерно 20% общей их длины. Это, как правило, наиболее грузонапряженные линии, горные участки с крутыми подъемами и многочисленными кривыми участками пути, пригородные узлы больших городов с интенсивным движением электропоездов.

Техника электрических железных дорог за время их существования изменилась коренным образом, сохранился только принцип действия. Применяется привод осей локомотива от электрических тяговых двигателей, которые используют энергию электростанций. Эта энергия подводится от электростанций к железной дороге по высоковольтным линиям

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

электропередачи, а к электроподвижному составу - по контактной сети. Обратной цепью служат рельсы и земля.

Применяются три различные системы электрической тяги - постоянного тока, переменного тока пониженной частоты и переменного тока стандартной промышленной частоты 50 Гц. В первой половине текущего столетия до второй мировой войны применялись две первые системы, третья получила признание в 50-60-х годах, когда началось интенсивное развитие преобразовательной техники и систем управления приводами. В системе постоянного тока к токоприемникам электроподвижного состава подводится ток напряжением 3000 В (в некоторых странах 1500 В и ниже). Такой ток обеспечивают тяговые подстанции, на которых переменный ток высокого напряжения общепромышленных энергосистем понижается до нужного значения и выпрямляется мощными полупроводниковыми выпрямителями.

Достоинством системы постоянного тока в то время была возможность применения коллекторных двигателей постоянного тока, обладающих превосходными тяговыми и эксплуатационными свойствами. А к числу ее недостатков относится сравнительно низкое значение напряжения в контактной сети, ограниченное допустимым значением напряжения двигателей. По этой причине по контактным проводам передаются значительные токи, вызывая потери энергии и затрудняя процесс токосъема в контакте между проводом и токоприемником.

Интенсификация железнодорожных перевозок, увеличение массы поездов привели на некоторых участках постоянного тока к трудностям питания электровозов из-за необходимости увеличения площади поперечного сечения проводов контактной сети (подвешивание второго усиливающего контактного провода) и обеспечения эффективности токосъема.

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

Все же система постоянного тока получила широкое распространение во многих странах, более половины всех электрических линий работают по такой системе.

Задача системы тягового электроснабжения - обеспечить эффективную работу электроподвижного состава с минимальными потерями энергии и при возможно меньших затратах на сооружение и обслуживание тяговых подстанций, контактной сети, линий электропередачи и т. д. Стремлением поднять напряжение в контактной сети и исключить из системы электрического питания процесс выпрямления тока объясняется применение и развитие в ряде стран Европы (ФРГ, Швейцария, Норвегия, Швеция, Австрия) системы переменного тока напряжением 15000 В, имеющую пониженную частоту 16,6 Гц. В этой системе на электровозах используют однофазные коллекторные двигатели, имеющие худшие показатели, чем двигатели постоянного тока. Эти двигатели не могут работать на общепромышленной частоте 50 Гц, поэтому приходится применять пониженную частоту. Для выработки электрического тока такой частоты потребовалось построить специальные "железнодорожные" электростанции, не связанные с общепромышленными энергосистемами. Линии электропередачи в этой системе однофазные, на подстанциях осуществляется только понижение напряжения трансформаторами. В отличие от подстанций постоянного тока в этом случае не нужны преобразователи переменного тока в постоянный, в качестве которых применялись ненадежные в эксплуатации, громоздкие и неэкономичные ртутные выпрямители. Но простота конструкции электровозов постоянного тока имела решающее значение, что определило ее более широкое использование. Это и обусловило распространение системы постоянного тока на железных дорогах СССР в первые годы электрификации. Для работы на таких линиях промышленностью поставлялись шестиосные электровозы серии Сс (для железных дорог с горным профилем) и ВЛ19 (для равнинных дорог). В

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

пригородном движении использовались моторвагонные поезда серии Сэ, состоявшие из одного моторного и двух прицепных вагонов.

В первые послевоенные годы во многих странах была возобновлена интенсивная электрификация железных дорог. В СССР возобновилось производство электровозов постоянного тока серии ВЛ22. Для пригородного движения были разработаны новые моторвагонные поезда Ср, способные работать при напряжении 1500 и 3000 В.

В 50-е годы был создан более мощный восьмиосный электровоз постоянного тока ВЛ8, а затем - ВЛ10 и ВЛ11. В это же время в СССР и Франции были начаты работы по созданию новой более экономичной системы электрической тяги переменного тока промышленной частоты 50 Гц с напряжением в тяговой сети 25 000 В. В этой системе тяговые подстанции, как и в системе постоянного тока, питаются от общепромышленных высоковольтных трехфазных сетей. Но на них нет выпрямителей.

Трехфазное напряжение переменного тока линий электропередачи преобразуется трансформаторами в однофазное напряжение контактной сети 25 000 В, а ток выпрямляется непосредственно на электроподвижном составе. Легкие, компактные и безопасные для персонала полупроводниковые выпрямители, которые пришли на смену ртутным, обеспечили приоритет этой системы. Во всем мире электрификация железных дорог развивается по системе переменного тока промышленной частоты.

Для новых линий, электрифицированных на переменном токе частотой 50 Гц, напряжением 25 кВ, были созданы шестиосные электровозы ВЛ60 с ртутными выпрямителями и коллекторными двигателями, а затем восьмиосные с полупроводниковыми выпрямителями ВЛ80 и ВЛ80с. Электровозы ВЛ60 также были переоборудованы на полупроводниковые преобразователи и получили обозначение серии ВЛ60к .

В настоящее время основными сериями грузовых электровозов постоянного тока являются ВЛ11, ВЛ10, ВЛ10у и переменного тока ВЛ80к,

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

ВЛ80р, ВЛ80т, ВЛ-80с, ВЛ85. Электровоз ВЛ82М является локомотивом двойного питания. В пассажирском движении эксплуатируются электровозы постоянного тока серий ЧС2, ЧС2Т, ЧС6, ЧС7, ЧС200 и переменного тока ЧС4, ЧС4Т, ЧС8.

На Коломенском и Новочеркасском заводах изготовлен восьмиосный пассажирский электровоз переменного тока ЭП200, рассчитанный на скорость движения 200 км/ч.

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Заданием на письменную экзаменационную работу было предложено описать назначение и конструкцию тягового электродвигателя, технологический процесс ремонта магнитной системы остова, изучить безопасные приёмы труда, меры по экономичному расходованию материалов при ремонте.

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8



# 1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ТЛ-2К

## 1.1 Назначение тягового двигателя ТЛ-2К

На электровозе ВЛ10 установлены восемь тяговых электродвигателей типа ТЛ2К. Тяговый электродвигатель постоянного тока ТЛ2К предназначен для преобразования электрической энергии, получаемой из контактной сети, в механическую. Вращающий момент с вала якоря электродвигателя передается на колесную пару через двустороннюю одноступенчатую цилиндрическую косозубую передачу. При такой передаче подшипники двигателя не получают добавочных нагрузок по аксиальному направлению. Подвеска электродвигателя опорно-осевая. Электродвигатель с одной стороны опирается моторно-осевыми подшипниками на ось колесной пары электровоза, а с другой на раму тележки через шарнирную подвеску и резиновые шайбы. Система вентиляции независимая, с подачей вентилирующего воздуха сверху в коллекторную камеру и выбросом сверху с противоположной стороны вдоль оси двигателя. Электрические машины обладают свойством обратимости, заключающимся в том, что одна и та же машина может работать как двигатель и как генератор. Благодаря этому тяговые электродвигатели используют не только для тяги, но и для электрического торможения поездов. При таком торможении тяговые двигатели переводят в генераторный режим, а вырабатываемую ими за счет кинетической или потенциальной энергии поезда электрическую энергию гасят в установленных на электровозах резисторах (реостатное торможение) или отдают в контактную сеть (рекуперативное торможение).

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

## 1.2 Принцип работы ТЛ-2К

При прохождении тока по проводнику, расположенному в магнитном поле, возникает сила электромагнитного взаимодействия, стремящаяся перемещать проводник в направлении, перпендикулярном проводнику и магнитным силовым линиям. Проводники обмотки якоря в определенном порядке присоединены к коллекторным пластинам. На внешней поверхности коллектора установлены щетки положительной (+) и отрицательной (-) полярностей, которые при включении двигателя соединяют коллектор с источником тока. Таким образом, через коллектор и щетки получает питание ток обмотка якоря двигателя. Коллектор обеспечивает такое распределение тока в обмотке якоря, при котором ток в проводниках, находящийся в любое мгновение времени под полюсами одной полярности, имеет одно направление, а в проводниках, находящихся под полюсами другой полярности, - противоположное.

Катушки возбуждения и обмотка якоря могут получать питание от разных источников тока, т. е тяговый двигатель будет иметь независимое возбуждение. Обмотка якоря и катушки возбуждения могут быть соединены параллельно и получать питание от одного и того же источника тока, т.е тяговый двигатель будет иметь параллельное возбуждение. Обмотка якоря и катушки возбуждения могут быть соединены последовательно и получать питание от одного источника тока, т.е тяговый двигатель будет иметь последовательное возбуждение. Сложным требованием эксплуатации наиболее полно удовлетворяют двигатели с последовательным возбуждением, поэтому их применяют на электровозах.

## 1.3 Устройство ТЛ-2К

Тяговый двигатель ТЛ-2К имеет глухие подшипниковые щиты с выбросом охлаждающего воздуха через специальный патрубок.

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

Он состоит из остова, якоря, щеточного аппарата и подшипниковых щитов (рис.1). Остов двигателя 3 представляет собой отливку из стали марки 25Л цилиндрической формы и служит одновременно магнитопроводом. К нему крепятся шесть главных 34 и шесть дополнительных 4 полюсов, поворотная траверса 24 с шестью щеткодержателями 1 и щиты с роликовыми подшипниками, в которых вращается якорь 5 двигателя. С наружной поверхности остов имеет два прилива 27 для крепления букс моторно-осевых подшипников, прилив и съемный кронштейн для подвески двигателя, предохранительные приливы и приливы с отверстиями для транспортировки. Со стороны коллектора имеются три люка, предназначенные для осмотра щеточного аппарата и коллектора. Люки герметично закрываются крышками. Крышка верхнего коллекторного люка укреплена на остове специальным пружинным замком, крышка нижнего одним болтом М20 и специальным болтом с цилиндрической пружиной и крышка второго нижнего люка четырьмя болтами М12. Для подачи воздуха имеется вентиляционный люк. Выход вентилирующего воздуха осуществлен со стороны, противоположной коллектору, через специальный кожух, укрепленный на подшипниковом щите и остове.

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

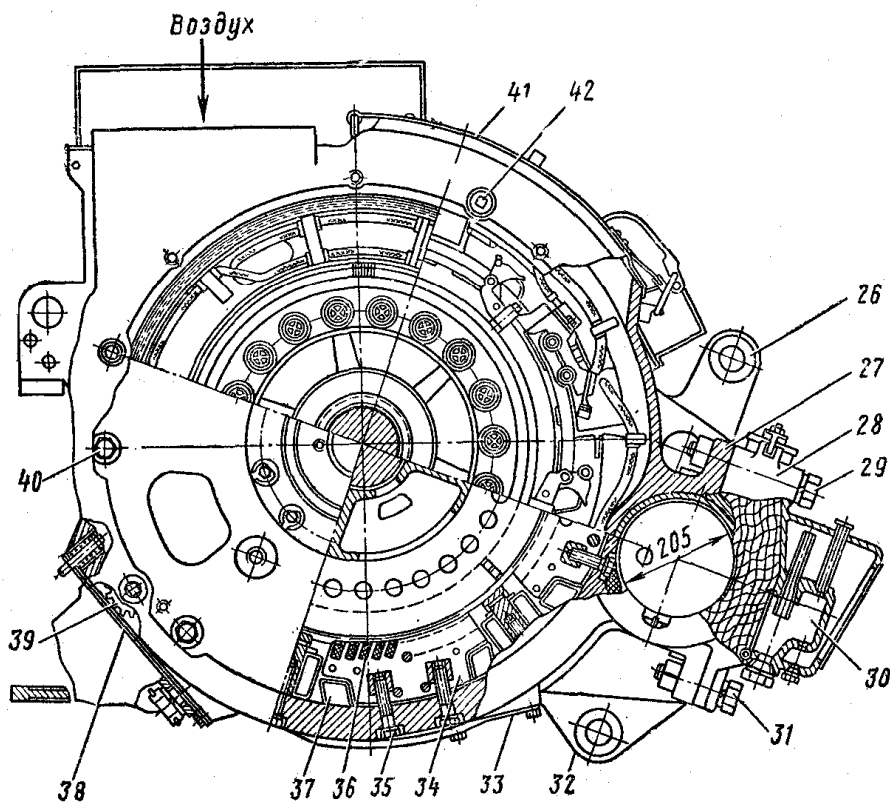
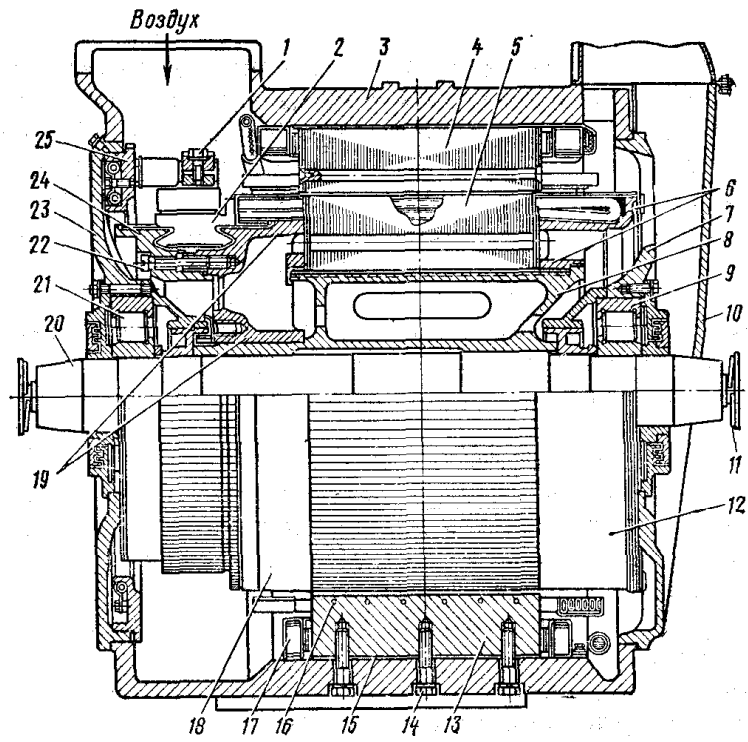


Рис. 1 Тяговый двигатель ТЛ-2К

Выводы из двигателя выполнены кабелем марки ПМУ-4000 сечением 120 мм<sup>2</sup>. Кабели защищены брезентовыми чехлами с комбинированной пропиткой. На кабелях имеются ярлычки из полихлорвиниловых трубок с

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР

Лист

12

обозначениями Я, ЯЯ, К и КК. Выводные кабели Я и ЯЯ соединены с обмотками: якоря, дополнительных полюсов и с компенсационной , а выводные кабели К и КК соединены с обмотками главных полюсов.

Сердечники главных полюсов собраны из листовой электротехнической стали толщиной 0,5 мм, скреплены заклепками и укреплены на остове четырьмя болтами М24 каждый. Между сердечником главного полюса и остовом имеется одна стальная прокладка толщиной 0,5 мм. Катушка главного полюса, имеющая 19 витков, намотана на ребро из мягкой ленточной меди МГМ размерами 1,95 x 65 мм, изогнута по радиусу для обеспечения прилегания к внутренней поверхности остова. Корпусная изоляция состоит из восьми слоев стекломикаленты марки ЛМК-ТТ 0,13\*30 мм и одного слоя стеклоленты толщиной 0,2 мм, уложенных с перекрытием в половину ширины ленты. Межвитковая изоляция выполнена из бумаги асбестовой в два ряда слоя толщиной 0,2 мм и пропитана лаком К-58. Для улучшения рабочих характеристик двигателя применена компенсационная обмотка, расположенная в пазах, проштампованных в наконечниках главных полюсов, и соединенная с обмоткой якоря последовательно. Компенсационная обмотка состоит из шести катушек, намотанных из мягкой прямоугольной медной проволоки МГМ сечением 3,28\*22 мм и имеет 10 витков. В каждом пазу расположено по два стержня. Корпусная изоляция состоит из 9 слоев микаленты марки ЛФЧ-ББ 0,1x20 мм и одного слоя стеклоленты толщиной 0,1 мм, уложенных с перекрытием в половину ширины ленты. Витковая изоляция имеет один слой микаленты толщиной 0,1 мм, уложенной с перекрытием в половину ширины ленты. Крепление компенсационной обмотки в пазах клиньями из текстолита марки Б. Сердечники дополнительных полюсов выполнены из толстолистового проката или поковки и укреплены на остове тремя болтами М20 каждый. Для уменьшения насыщения добавочного полюса между остовом и сердечником дополнительных полюсов предусмотрены латунные прокладки толщиной 7

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

мм. Катушки дополнительных полюсов намотаны на ребро из мягкой медной проволоки МГМ сечением 6х20 мм и имеют 10 витков каждая.

Корпусная и покровная изоляция этих катушек аналогична изоляции катушек главного полюса. Межвитковая изоляция состоит из асбестовых прокладок толщиной 0,5 мм, пропитанных лаком К-58.

Щеточный аппарат тягового электродвигателя состоит из траверсы разрезного типа с поворотным механизмом, шести кронштейнов и шести щеткодержателей. Траверса стальная, отливка швеллерного сечения имеет по наружному ободу зубчатый венец, входящий в зацепление с шестерней поворотного механизма. В остова фиксирована и застопорена траверса щеточного аппарата болтом фиксатора, установленным на наружной стенке верхнего коллекторного люка, и прижата к подшипниковому щиту двумя болтами стопорного устройства: одно – внизу остова, второе – со стороны подвески. Электрическое соединение кронштейнов траверсы между собой выполнено кабелями ПС-4000 сечением 50 мм<sup>2</sup>.

Кронштейны щеткодержателя разъемные (из двух половин) закреплены болтами М20 на двух изоляционных пальцах, установленных на траверсе. Изоляционные пальцы представляют собой стальные шпильки, опрессованные прессмассой АГ-4, сверху на них насажены фарфоровые изоляторы. Щеткодержатель имеет две цилиндрические пружины, работающие на растяжение. Пружины закреплены одним концом на оси, вставленной в отверстие корпуса щеткодержателя, другим на оси нажимного пальца с помощью регулирующего винта, которым регулируют натяжение пружины. Кинематика нажимного механизма выбрана так, что в рабочем диапазоне обеспечивает практически постоянное нажатие на щетку. Кроме того, при максимально допустимом износе щетки давление нажимного пальца на нее автоматически прекращается. Это позволяет предотвратить повреждение рабочей поверхности коллектора шунтами сработанных щеток. В окна щеткодержателя вставлены две разрезные щетки марки ЭГ-61

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14