

УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ РЕСОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ БУКСОВОГО УЗЛА ЭЛЕКТРОВОЗОВ ВЛ80

(Всего страниц – 33, рисунков – 3, таблиц – 1; список литературы)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение. Краткий обзор современных электровозов переменного тока.

Общие сведения об электровозе ВЛ80с

1 Краткие сведения о назначении и конструкции рессорного подвешивания буксового узла

1.1 Назначение и состав рессорного подвешивания. Упругие элементы

1.2 Конструкция рессорного подвешивания электровоза ВЛ80

2 Система технического обслуживания и ремонта электровозов

3 Технология ремонта рессорного подвешивания

4 Техника безопасности при ремонте рессорного подвешивания электровозов

Заключение

Список использованных источников

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
					<i>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</i>			
Разраб.		Иванов			<i>Устройство и ремонт колесных пар электровозов ВЛ80</i>	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Иванов					2	36
Реценз.		Иванов				<i>группа № 1</i>		
Н. Контр.		Иванов						
Утверд.		Иванов						

ВВЕДЕНИЕ. КРАТКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРОВОЗАХ ВЛ80С

На сети насчитывается более 4200 грузовых электровозов переменного тока. Самыми старыми из них по времени изготовления являются ВЛ60К. Эти односекционные машины выпускались Новочеркасским заводом с 1957 года. Пока на дорогах России остается 299 электровозов данной серии. Наличие этих электровозов выпуска еще 1960-х годов, по всей видимости, объясняется тем, что до недавнего времени, когда появились локомотивы Э5К, их было нечем заменить. Все остальные грузовые электровозы переменного тока состоят из двух секций, а для легкой грузовой службы, например вывозных и сборных поездов, мощность двухсекционных машин зачастую избыточна.

подавляющее же большинство техники в этом сегменте составляют электровозы ВЛ80 нескольких разновидностей, ВЛ80Р, ВЛ80С, ВЛ80Т. Наиболее мощными советскими электровозами переменного тока были локомотивы серии ВЛ85, выпускавшиеся Новочеркасским заводом с 1983 по 1994 год. Мощность двухсекционного электровоза составляет 10 020 кВт. Имеется 254 локомотива данной серии, которые находятся на Восточно-Сибирской дороге.

Как видим, подавляющее большинство грузовых машин переменного тока — это техника, выпущенная еще в СССР. Вместе с тем на сети работает несколько сот машин, принадлежащих к сериям Э5К, 2ЭС5К, 3ЭС5К, построенных уже в последнее десятилетие. Насчитывается 32, 147 и 347 электровозов каждой из перечисленных серий. По существу все эти машины представляют одну конструктивную разновидность и отличаются меж собой лишь числом секций от одной до трех. Эти электровозы, получившие

					ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

фирменное наименование «Ермак», выпускаются Новочеркасским заводом с 2004 года.

Парк пассажирских машин переменного тока насчитывает 1442 локомотива. Довольно внушительная часть этой группы подвижного состава приходится на морально и физически устаревшие электровозы ВЛ60ПК, которых на сети находится 128 локомотивов. Фактически это те же грузовые электровозы ВЛ60К, но с измененным передаточным отношением редукторов и наличием электропневматических тормозов.

Самая же многочисленная группа пассажирских электровозов переменного тока принадлежит к сериям ЭП1, ЭП1М и ЭП1П постройки Новочеркасского завода. В общей сложности ОАО «РЖД» располагает 841 электровозом этого семейства. Выпуск этих машин был начат в 1999 году и продолжается в настоящее время. Фактически ЭП1 представляет собой пассажирский вариант грузового локомотива ВЛ65.

Пока на сети ОАО «РЖД» наиболее совершенными пассажирскими электровозами переменного тока остаются чешские серии ЧС4Т и ЧС8, представленные в количестве 424 и 40 локомотивов соответственно. Значительная часть парка электровозов ЧС4Т принадлежит дирекциям тяги, обслуживающим Горьковскую, Юго-Восточную и Северо-Кавказскую дороги.

Электровоз ВЛ80с сочетает в себе основные идеи и конструктивные решения, которые были реализованы на электровозах ВЛ80Р, ВЛ80т. Его силовые выпрямительные установки так же как и на других электровозах выполнены на кремниевых вентилях, он также может работать в режиме реостатного торможения. Однако этот электровоз имеет дополнительное оборудование для работы по системе многих единиц, т.е. возможность управлять двумя, тремя и четырьмя секциями с одного поста. Конструкция этого электровоза сочетает в себе наилучшие на тот период времени

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

технические решения, которые можно было реализовать на восьмиосном электровозе со ступенчатым регулированием напряжения.

Электровоз состоит из механического, электрического и пневматического (тормозного) оборудования.

Напряжение контактной сети, снимаемое токоприемником, через контакты главного воздушного выключателя подается на первичную обмотку тягового трансформатора, в результате чего по ней начинает протекать переменный ток, который через корпус электровоза и колесные пары отводится в рельсовую цепь. Согласно принципу работы трансформатора на его вторичных обмотках наводится ЭДС взаимной индукции.

Тяговый трансформатор имеет три вторичных обмотки. Две обмотки для питания тяговых электрических двигателей и одну обмотку собственных нужд для питания вспомогательного оборудования электровоза.

Скорость движения электровоза регулируют путем изменения подводимого к ТЭД напряжения (33 позиции), а также путем изменения магнитного потока в обмотках возбуждения ТЭД (3 позиции). Для возможности изменения напряжения, подводимого к ТЭД, тяговые вторичные обмотки трансформатора выполнены секционированными, т.е. имеют несколько выводов, с которых можно снимать различные значения напряжения (от 58 до 1218 В).

Для переключения секций вторичных обмоток тягового трансформатора с целью изменения напряжения, подводимого к ТЭД, служит групповой переключатель (главный электроконтроллер).

В качестве тяговых двигателей используются двигатели постоянного тока с последовательным возбуждением, поэтому измененное главным контроллером переменное напряжение преобразовывается в постоянное (выпрямляется) в специальных преобразовательных установках (выпрямителях), которые выполнены на кремниевых вентилях. Каждая выпрямительная установка питает по два параллельно соединенных тяговых

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

двигателя первой или второй тележки.

Машинист, осуществляя переключения в цепях управления с помощью контроллера машиниста КМЭ, дистанционно управляет главным контроллером ГК, который переключает секции вторичных обмоток тягового трансформатора таким образом, что напряжение, подводимое к ТЭД, будет увеличиваться (набор позиций) или уменьшаться (сброс позиций). Главный контроллер замыкая и размыкая свои силовые контакты в различной комбинации, однозначно подключает к выпрямительным установкам определенное количество секций трансформатора, в результате чего каждой позиции можно поставить в соответствие вполне определенное значение напряжения. При таком способе регулирования напряжение на ТЭД изменяется от одного значения до другого скачком, поэтому такой способ регулирования напряжения на ТЭД называют ступенчатым.

Кроме основного электрического оборудования на электровозе установлено вспомогательное оборудование, которое выполняет вспомогательные функции: приводит в действие вентиляторы для отвода избыточного тепла от тяговых двигателей, выпрямительных установок, тягового трансформатора, реакторов и тормозных резисторов, приводит в действие компрессор, который создает запас сжатого воздуха необходимого давления для использования его при торможении и для привода пневматических аппаратов, осуществляет обогрев кабины, а также осуществляет питание цепей управления и зарядку аккумуляторной батареи. Для привода мотор-вентиляторов охлаждения, мотор-насоса тягового трансформатора и мотор-компрессора служат асинхронные двигатели, к которым для их нормальной работы (устойчивого запуска) необходимо подводить трехфазное напряжение. Для преобразования однофазного напряжения обмотки собственных нужд в трехфазное напряжение служит электромашинный преобразователь, асинхронный расщепитель фаз.

Для питания цепей управления стабилизированным напряжением 50 В

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

и зарядки АБ служит трансформатор ТРПШ, который понижает переменное напряжение обмотки собственных нужд тягового трансформатора до напряжения, необходимого для питания цепей управления электровоза.

В режиме реостатного торможения ТЭД переводятся для работы в режиме генераторов с независимым возбуждением. Тормозная сила регулируется в основном путем изменения общего тока возбуждения ТЭД. Режим реостатного торможения возможен только для электровоза из двух спаренных секций со всеми восемью исправными ТЭД.

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

1 КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О НАЗНАЧЕНИИ И КОНСТРУКЦИИ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ БУКСОВОГО УЗЛА

1.1 Назначение и состав рессорного подвешивания. Упругие элементы

При движении колес подвижного состава по рельсам между ними возникают динамические нагрузки. Данные нагрузки имеют негативную особенность, которая связана с тем, что при увеличении скорости движения силы взаимодействия возрастают до достаточно большой величины, превышающей силу давления колеса на рельс. Это влияет на безопасность движения колеса по рельсу и не должно допускаться.

Чтобы обеспечить нормальное сцепление с одновременным уменьшением динамических нагрузок в конструкции локомотивов предусмотрен так называемый – «принципом разделения масс». Выделяют следующие массы электровоза:

- *Масса кузова M_k* – включающая, массу рамы кузова и всего оборудования в нем расположенного,

- *Масса тележек с оборудованием M_m* – массу рам тележек, тяговых двигателей и редукторов (в зависимости от класса привода), тормозное оборудование и

- *Массу неподрессоренную* – включающую, массу колесных пар, букс, тяговых двигателей и редукторов (в зависимости от класса привода).

Соединение вышеуказанных масс осуществляется элементами системы рессорного подвешивания. Она состоит из двух уровней:

I уровень – буксовая ступень, расположена рядом с буксами, соединяет неподрессоренную массу с массой M_m ;

II уровень – кузовная (центральная) ступень – соединяет массы M_m и M_k .

					ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Букса является частью первой ступени буксового рессорного подвешивания. Первая ступень подвешивания является промежуточным эластичным звеном между рамой тележки и колесными парами: назначение ее – смягчать удары, передаваемые кузову электровоза и вызванные неровностями пути, передавать вес кузова и тележек на отдельные колесные пары и выравнивать нагрузки на колесные пары, а также уменьшать воздействие электровозов на путь.

Подвешивание может быть *независимым* и *сбалансированным* (сопряженным). Если нагрузка рамы тележки передается на каждую буксу через отдельные эластичные элементы (рессоры, пружины, резинометаллические блоки), не связанные с эластичными элементами других колесных пар, то такое подвешивание называется независимым. При независимом подвешивании давление колес на рельсы зависит от колебаний надрессорного строения, правильности развески, состояния элементов подвешивания и других факторов. (Неравенство нагрузок ухудшает использование сцепного веса, ограничивает величину развиваемой электровозом силы тяги). Для равномерного распределения (статического и динамического) нагрузок по колесным парам одной тележки эластичные элементы подвешивания соединяют между собой балансирами (ВЛ60ПК). Свойства получаемого таким путем сбалансированного подвешивания зависят от его конструкции. Для улучшения работы система должна иметь минимальное трение и инерцию.

Различают *верхнюю*, *нижнюю* и *промежуточную* системы подвешивания. В первом случае эластичные элементы располагаются над буксами (*надбуксовое* подвешивание), а во втором – под буксами (*подбуксовое* подвешивание) колесных пар. Третья система, *промежуточная* – характеризуется расположением эластичных элементов сбоку от букс при одном или различных уровнях. (Верхнее применялось на ВЛ8, нижнее применено ВЛ60, 80, ЧС2), промежуточное применено ЭР2, ЭП1, ЭР200).

					ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

У грузовых электровозов конструкция буксовой ступени рессорного подвешивания унифицирована.

Элементы системы рессорного подвешивания можно объединить в две основные группы: *диссипативные* и *упругие*. К первой группе относятся листовые рессоры, гидравлические и фрикционные гасители колебаний, т. е. такие элементы в которых возникает сила трения (диссипации), которая способствует гашению колебаний. Ко второй группе относят цилиндрические рессоры (пружины).

Листовые рессоры

Листовые рессоры – упругие элементы, обладающие способностью гасить вертикальные колебания за счет сил трения, возникающих между листами при прогибах рессор.

Листовые рессоры (рис.1) в соответствии с ГОСТ 1425-91 изготавливаются из листов рессорно-пружинной кремнистой стали марок 55С2 и 60С2. Конструктивно рессора собирается из отдельных листов. Толщина листа рессоры колеблется от 7 – 16 мм, ширина от 63 – 120 мм.

Листы рессоры, имеющие одинаковую длину (для электровозов, как правило, верхние), называются *коренными*, причем последний из этих листов называется *подкоренной*. Количество коренных листов $m = 2 \div 4$. Остальные листы рессоры имеют различную длину и носят название наборных, их количество $n = 4 \div 13$. Для предотвращения поперечного сдвига листы обычно выполняют из желобчатой стали.

В горячем состоянии листы изгибают так, что более короткие листы имеют большую кривизну, что обеспечивает их плотное прилегание. Листы рессоры подвергают термообработке (закалка при температуре 870°С в масле и отпуск при вторичном нагреве до 470°С), а затем дробеструйному наклепу, чтобы повысить предел выносливости.

Для повышения чувствительности рессоры к изменению нагрузки и

					ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

уменьшения износа листов, их поверхности смазывают смесью машинного масла (25%), солидола (25%) и графита (50%). На пакет листов в средней части надевают хомут в горячем состоянии и обжимают его одновременно со всех сторон на прессе. Материал хомута: углеродистая сталь 10 или ст3. Для снижения концентрации напряжений кромки листов у торцов закругляют. За счет различной кривизны листов и наличия стягивающего хомута между листами рессоры возникают напряжения даже при отсутствии внешней нагрузки.

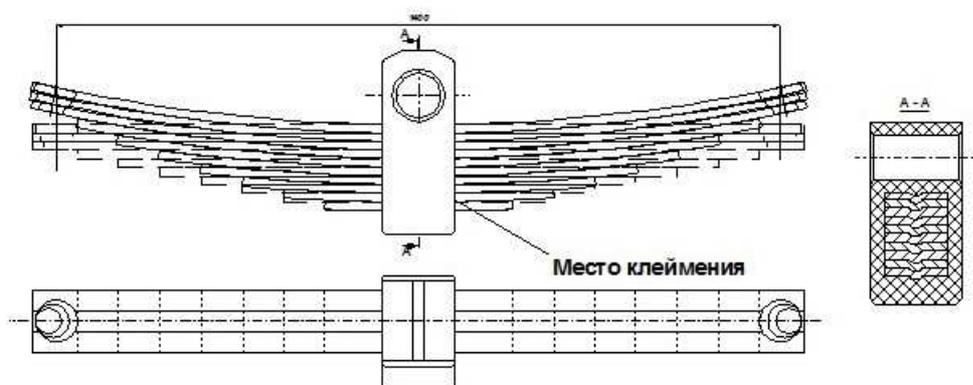


Рисунок 1 – Листовая рессора

Основными характеристиками рессоры являются ее *длина*, *стрела прогиба* и *коэффициент жесткости*.

За *длину рессоры* принимают расстояние L между центрами отверстий коренного листа. Так как оно изменяется в зависимости от нагрузки, то различают длину рессоры в свободном состоянии и расчетную длину (при расчетной нагрузке)

Стрелой прогиба рессоры называют расстояние от прямой, соединяющей центры отверстий в верхнем листе, до его поверхности в средней части рессоры. Для рессоры в свободном состоянии это расстояние называют *фабричной стрелой* или *стрелой прогиба в свободном состоянии*. Разность стрел прогиба без нагрузки и под нагрузкой равна прогибу рессоры. Статическим $f_{ст}$ называют прогиб рессоры под статической нагрузкой $P_{ст}$.

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

Коэффициент жесткости характеризует упругие свойства рессоры. Изменение прогиба рессоры сопровождается трением между ее листами. Межлистовое трение в рессоре приводит к тому, что характеристики рессоры (зависимость между нагрузкой и прогибом) при увеличении и уменьшении нагрузки не совпадают.

Большое внутреннее трение является недостатком рессор. Другой недостаток – непостоянство величины внутреннего трения. Если новые листы имеют смазанные поверхности и сравнительно небольшое внутреннее трение, то со временем коэффициент трения между листами увеличивается вследствие загрязнения поверхностей и появления ржавчины и рессора становится более жесткой. Если у новых рессор зона нечувствительности составляет 10-20% (от статической нагрузки) для рессор первой ступени, то через четыре года эксплуатации зона нечувствительности увеличивается в 2-3 раза. Поэтому, несмотря на то, что применение рессор в ряде случаев позволяет упростить конструкцию подвешивания, их применение в современных пассажирских электровозах ограничено. Предпочтение отдается пружинам и другим деталям.

Пружины

В рессорном подвешивании локомотивов применяют цилиндрические винтовые пружины из прутков круглого поперечного сечения. Материал прутков - горячекатаная кремнистая сталь марки 55С2 или 60С2 (ГОСТ 14959-79). После термической обработки (закалка в масле при температуре 870°С и отпуск при 460°С) предел текучести должен составлять $\sigma_T=1200$ МПа, а твердость по Бринелю НВ 375-444 (ГОСТ 1452-86).

Термически обработанные пружины должны быть упрочнены наклепом дробью или заневоливанием, которое производится либо нагружением пружины до создания в ней напряжений выше предела текучести и выдержкой при этих напряжениях в течении длительного

					<i>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

времени (не менее 12 ч), либо многократным (не менее 10 раз) обжатием пружины с созданием в ней напряжений выше предела текучести.

При дробеструйном наклепе улучшаются механические характеристики материала и устраняются мелкие дефекты на поверхности. При заневоливании в результате пластических деформаций в наружном слое прутка образуются остаточные напряжения, по знаку противоположные напряжениям при нагрузке. Поэтому суммарные напряжения при нагрузке меньше, чем были бы без заневоливания. Заневоливание позволяет уменьшить размеры пружин без снижения их прочности.

В некоторых случаях для повышения предела выносливости заготовки для пружин перед навивкой шлифуют.

Опорные поверхности пружины должны быть плоскими и расположены перпендикулярно оси пружины.

Перед навивкой концы прутка оттягивают для образования опорного витка пружины в $3/4$ витка. Поэтому число рабочих витков n , определяющих жесткость пружины, на полтора витка меньше их общего числа n_0 .

Цилиндрические пружины характеризуются следующими геометрическими параметрами:

Диаметром прутка d

Средним диаметром пружины D

Высотой пружины в свободном состоянии $h_{св}$

Числом рабочих витков пружины n

Шагом витков $a_{ш}$

Индексом пружины $m = \frac{D}{d}$

В подвешивании электровозов применяются однорядные и двухрядные пружины; очень редко встречаются трехрядные. Двухрядные (и более) пружины располагают концентрично одну внутри другой; навивку делают в разные стороны. Расстояние между витками должно выбираться так, чтобы в

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

эксплуатации не было полного сжатия, $f_{cr1} = f_{cr2}$, касательная напряжения $\tau_1 = \tau_2$, $h_{cb1} = h_{cb2}$.

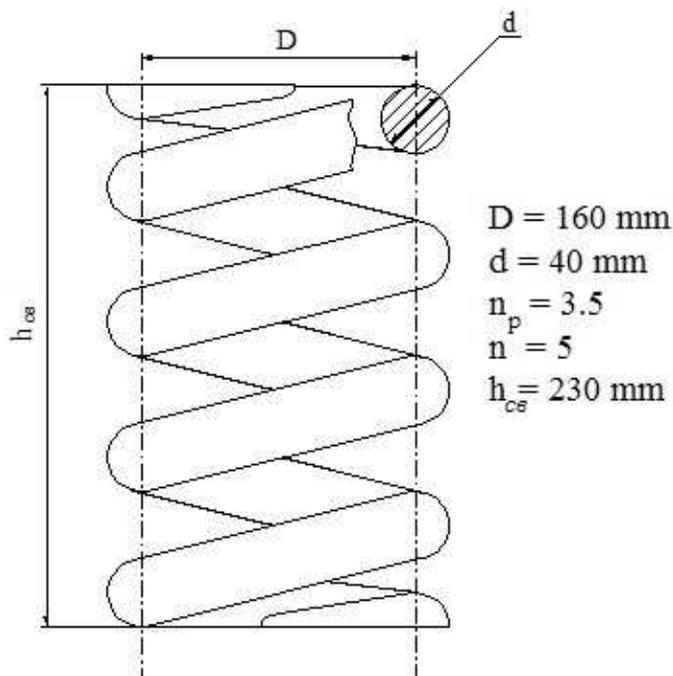


Рисунок 2 – Параметры цилиндрической пружины

Особенность пружин состоит в том, что их внутреннее (молекулярное) трение настолько мало, что не оказывает влияния на работу пружин. Поэтому, получив ту или иную деформацию, пружина стремится вернуться в первоначальное положение. Если у листовой рессоры отношение энергии сил внутреннего (междулиствого) трения к потенциальной энергии сжатой рессоры велико и достигает 50%, то у пружин эта величина равна нулю и вся потенциальная энергия сжатой пружины идет на развитие колебаний. Для гашения колебаний в систему подвешивания необходимо вводить элементы, создающие сопротивление колебаниям и не имеющие восстанавливающей упругой силы.

При отсутствии гасителей колебаний может наступить резонанс, когда частота возмущающей силы совпадает с частотой собственных колебаний наддресорного строения. Для поглощения энергии колеблющихся масс на электровозах применяют фрикционные и гидравлические гасители.

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

1.2 Конструкция рессорного подвешивания электровозов ВЛ80

Рессорное подвешивание электровоза ВЛ80с выполнено двухступенчатым. Первая ступень рессорного подвешивания образована наличием упругих элементов между буксой и рамой тележки. Вторая ступень рессорного подвешивания образована наличием упругих элементов между рамой кузова и рамой тележки.

Двухступенчатое рессорное подвешивание позволяет получить большой статический прогиб при удобном размещении упругих элементов.

Первая ступень рессорного подвешивания электровозов ВЛ80с (рис. 3) несбалансированное, индивидуальное, т.е. тележка электровоза опирается на буксу через упругие элементы и состоит из одной листовой рессоры и двух рессорных стоек с цилиндрическими пружинами.

Листовая рессора — состоит из трех верхних коренных листов и семи нижних подкоренных листов из рессорной стали 60С2 сечением 16х120 мм, скрепленных в средней части хомутом.

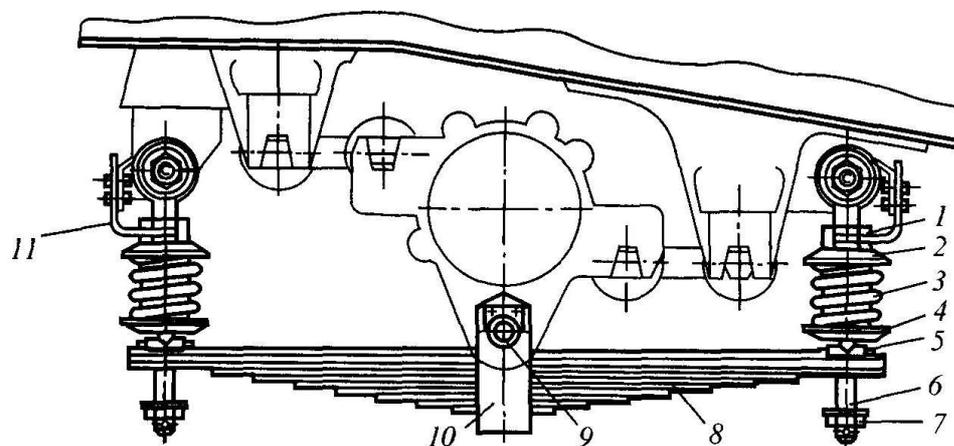


Рисунок 3 - Рессорное подвешивание буксового узла: 1- регулировочная гайка; 2 - верхняя стальная шайба; 3 - цилиндрическая пружина; 4- нижняя стальная шайба; 5 - опора (подкладка); 6- рессорная стойка; 7 - предохранительная гайка с шайбой и шплинтом; 8 - листовая рессора; 9 - валик рессоры; 10 — хомут рессоры; 11 — стопорная планка

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР					

Для предотвращения поперечного сдвига листов во всех листах рессоры сверху продавлена канавка. Для предотвращения продольного сдвига листов во всех листах рессоры посередине выполнен паз, в который устанавливается планка (клин) заподлицо с листами, затем одевается в горячем состоянии хомут и обжимается. Хомут рессоры валиком диаметром 70 мм укреплен в проушинах корпуса буксы. Жесткость рессоры 127 кгс/мм.

Рессорная стойка — откована из стали и имеет сверху головку с отверстием для крепления к кронштейну рамы тележки, а в средней части резьбу М48 для регулировочной гайки. Концы рессорных стоек проходят через отверстия в трех верхних коренных листах рессоры. На концы рессорных стоек навинчены предохранительные гайки с шайбой сверху и шплинтом снизу.

Пружина — навита из прутка рессорной стали 60С2ХФА 0 42 мм, и имеет три витка. Жесткость пружины 280 кгс/мм.

Подрессоренный вес электровоза передается на ось колесной пары следующим образом: от боковины рамы тележки через валик диаметром 45 мм на рессорную стойку, далее на регулировочную гайку М48 и на верхнюю стальную шайбу, затем через пружину на нижнюю стальную шайбу и далее через опору на конец рессоры, а от хомута рессоры через валик 0 70 мм на корпус буксы и через два роликовых подшипника на ось колесной пары.

Во все отверстия для валиков в хомутах рессоры и в рессорных стойках запрессованы сменные втулки из марганцовистой стали. Все валики рессорного подвешивания выполнены из закаленной стали и от выпадания стопорятся планкой. Эта планка входит в кольцевую выемку на конце валика и крепится двумя болтами к кронштейну корпуса буксы. Эти два болта попарно стопорятся пластиной. Валики рессорных стоек диаметром 45 мм от выпадания стопорятся корончатой гайкой со шплинтом. Все валики рессорного подвешивания смазываются солидолом при сборке тележки.

					<i>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16