

Ташкентский институт инженеров железнодорожного  
транспорта

Кафедра «Электрический транспорт и высокоскоростной  
электроподвижной состав»

## РЕФЕРАТ

По дисциплине «Конструкция механической части  
электрического транспорта и основы динамики»

На тему:

## БУКСОВЫЕ УЗЛЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Выполнила: ст-ка гр.ЕМ-605

Умурзакова Ирода

Принял: Инсапов Д.М.



Ташкент 2016

## ПЛАН РЕФЕРАТА:

1. *Назначение и конструктивные особенности буксовых узлов;*
2. *Классификация буксовых узлов;*
3. *Буксовый узел подвижного состава.*

## 1. Назначение и конструктивные особенности буксовых узлов

Буксы предназначены для обеспечения связи колесных пар с рамой тележки, для передачи статических и динамических нагрузок в вертикальном, горизонтальном и поперечном направлениях [2, 3, 4,5,7,8].

Вертикальные нагрузки направлены перпендикулярно оси вращения шейки [5]. Эти нагрузки называются *радиальными*, к ним относятся статическая нагрузка от веса электровоза или вагона, а также вертикальные динамические нагрузки, возникающие при прохождении стыков и неровностей пути.

Горизонтальные нагрузки направлены вдоль оси вращения шейки [5]. Эти нагрузки называются *аксиальными*; к ним относятся динамические нагрузки, возникающие при прохождении электровозом или вагоном кривых участков пути, стрелочных переводов, от давления ветра и других горизонтальных поперечных усилий, действующих вдоль оси вращения подшипников.

В соответствии со своим назначением [8] буксовый узел включает в себя в том или ином конструктивном исполнении следующие **основные элементы**:

**1. Подшипниковый узел**, обеспечивающий механическую связь невращающихся конструкций экипажа с вращающейся колесной парой. В него входят сами подшипники и несущий корпус буксы с крышками и уплотняющими устройствами, служащий как для передачи сил на подшипники, так и для предотвращения попадания в них различных загрязнений. На корпусе буксы предусматривают посадочные места и крепления для элементов, через которые будет осуществляться силовая связь колесной пары с рамой экипажа;

**2. Упругий элемент** вертикальной связи, через который экипаж опирается на буксу (так называемая *буксовая ступень рессорного подвешивания*). В качестве упругого элемента могут применяться витые и торсионные пружины, листовые рессоры, резинометаллические или пневматические упругие элементы;

**3. Устройства продольного и поперечного соединений буксы с рамой экипажа.** Можно выделить три основные группы буксовых устройств, в основу которых положены следующие механизмы: с поступательной кинематической парой, рычажный и шарнирно-поводковый.

## 2. Классификация буксовых узлов

Буксовые узлы принято классифицировать по ряду признаков:

**1. По *типу подшипников*:**

- с подшипниками скольжения (вкладыш, залитый баббитом, смазка польстером);
- с подшипниками качения; на железнодорожном транспорте для букс применяют роликовые подшипники радиальные трех типов - с *цилиндрическими*, со *сферическими*, и с *коническими* роликами.

**2. В зависимости от *типа рамы*:**

- внешние;
- внутренние.

**3. По *типу связей с рамой тележки*:**

- буксовый узел с плоскими направляющими;
- буксовый узел с цилиндрическими направляющими;
- буксовые узлы с шарнирно-поводковым рычажным механизмом.

### 3. Буксовые узлы подвижного состава

На электровозах до пятидесятых годов прошлого столетия устанавливали буксы с подшипниками скольжения (рис. 4.1) [3].

Букса имела стальной литой корпус, снабженный крышкой 3 из листовой стали толщиной 4 мм. С боков букса имела пазы с приваренными наделками толщиной 5 мм, при помощи которых осуществлялось скольжение буксы по челюстям рамы. В буксе помещался латунный подшипник 4. Со стороны шейки подшипник

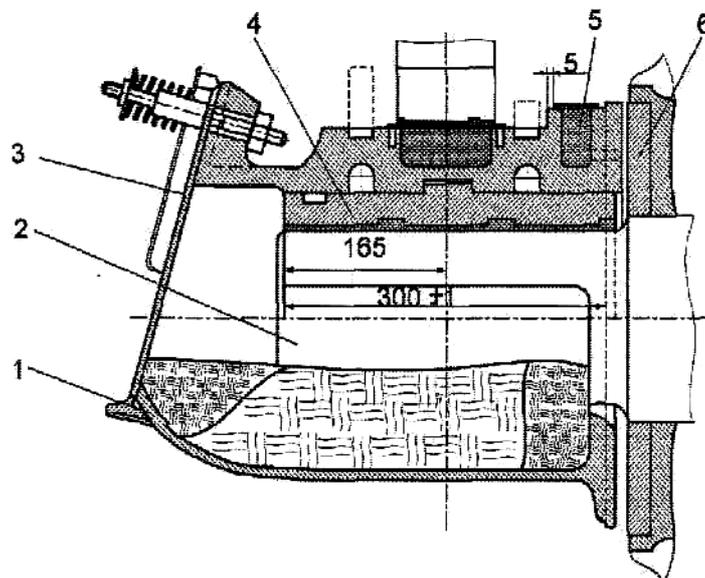


Рис. 4.1 Букса с подшипниками скольжения:

1 - стальной литой корпус; 3 - крышка; 5 -наделками; 4 - латунный подшипник; 2 -шейка оси колесной пары; 6 - антифрикционный диск

имел цилиндрическую поверхность, залитую баббитом. Перемещению подшипника вдоль шейки препятствовал выступ на его верхней части. В корпусе буксы под шейкой 2 ставилась подбивка. Снаружи, в верхней части буксы имела резервуар для смазки буксовых направляющих 5 и антифрикционного диска 6, который являлся упором для колесной пары при её поперечном перемещении.

Недостатками данного типа букс явились - большой расход смазки, цветного металла, большие эксплуатационные расходы по уходу за буксами. Они же способствовали переходу от подшипников скольжения к подшипникам качения. В настоящее время все электровагоны выпускаются с подшипниками качения.

Для примера рассмотрим буксу грузовых электровагонов (рис.4.2)

[3]. Такая букса имеет роликовые подшипники 2, вмонтированные в её литой стальной корпус. Заднее (внутреннее) кольцо 3 плотно насажено на шейку и укреплено болтами к корпусу буксы. Лабиринтное кольцо 4, насаженное на предподступичную часть с сальником 5, препятствует выходу смазки. Спереди подшипники прижаты гайкой 11 с замочной пластинкой 10,

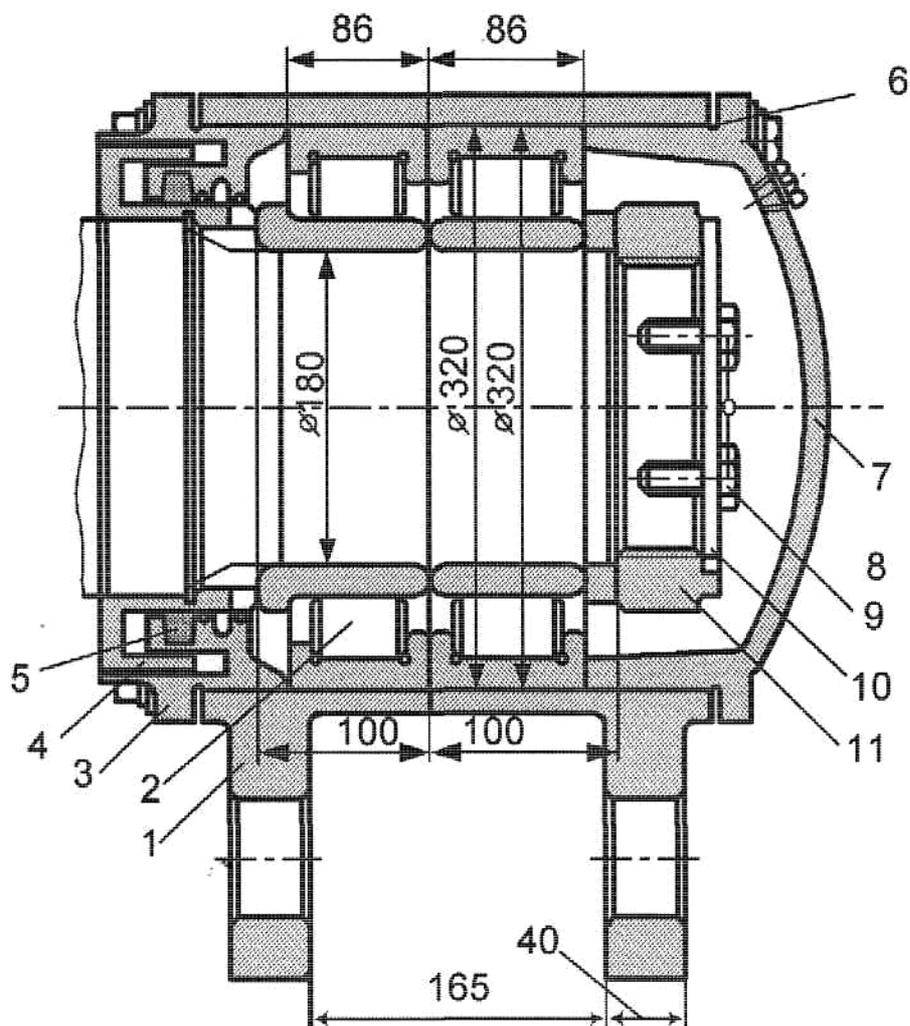


Рис.4.2 Букса электровоза ВЛ80: 1 - кронштейн с отверстиями для крепления нижней рессоры; 2 - роликовые подшипники; 3 - заднее (внутреннее) кольцо; 4 - лабиринтное кольцо; 5 - сальник; 6 - прокладка; 7 - передняя крышка; 8 - проволоочная обвязка; 9 - болты; 10 - замочная пластина; 11 - гайка;

закрепленной с замочной пластинкой 10, закрепленной двумя болтами 9 с обвязкой проволокой 8. Передняя крышка 7 прикреплена к корпусу буксы восемью болтами. Под крышку ставят прокладку 6 в виде крученого льно - пенькового шнура. Внизу у корпуса буксы имеются щеки 1 с отверстиями для крепления нижней рессоры.

Конструктивно роликовые подшипники состоят из внутреннего и наружного колец, роликов и сепараторов, служащих для удержания роликов на одинаковом расстоянии друг от друга. Как правило, внутреннее кольцо подшипника закрепляют на шейке оси, а наружное

в корпусе буксы. Свободное перекачивание роликов обеспечивается радиальным зазором между ними и кольцами.

Цилиндрические роликовые подшипники (рис. 4.3) изготавливают *закрытого, полузакрытого* и *открытого* типов [5]. Подшипники закрытого и полузакрытого типов рассчитаны на восприятие осевых нагрузок  $H$ , что особенно важно при работе любого рельсового подвижного состава. Подшипники открытого типа осевых усилий не передают.

Подшипники закрытого типа воспринимают осевые усилия буртами, имеющимися на внутренних и наружных кольцах. Это ограничивает перемещение шейки оси по отношению к корпусу буксы в пределах осевого зазора в обе стороны (по длине шейки оси).

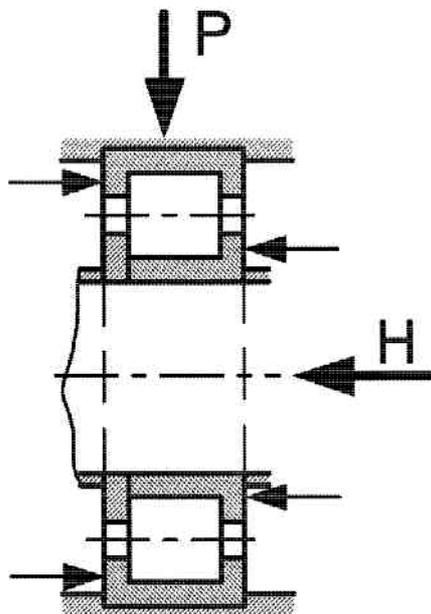


Рис.4.3 Цилиндрический роликовый подшипник

У подшипников полузакрытого типа осевые нагрузки воспринимает только один бурт, выполненный на одном колец, т.е. ограничивается перемещение шейки оси по отношению к корпусу буксы в одном направлении, а следовательно, и восприятие нагрузок, действующих на одну сторону шейки оси колесной пары. Так как ролики имеют форму цилиндра, образующая их поверхности качения является прямой, параллельной оси вращения подшипника и перпендикулярной действующей радиальной нагрузке.

Приходящаяся на ролик радиальная нагрузка равномерно по всей длине ролика полностью воспринимается его поверхностью

качения. При действии радиальных нагрузок в таких подшипниках отсутствуют какие либо горизонтальные усилия. Это является преимуществом цилиндрических подшипников.

Если на подшипник, кроме радиальной  $P$ , действует еще и осевая нагрузка  $H$ , то она воспринимается торцами роликов; при этом между торцами роликов и буртами колец возникают силы трения скольжения, которые нарушают нормальную работу подшипника, приводят к перераспределению вертикальной нагрузки  $P$  на ролик и возникновению перенапряжений по концам.

Подшипники с коническими роликами изготавливают однорядными, двухрядными и четырехрядными. Сами ролики имеют форму усеченного конуса, ось которого расположена под углом к оси вращения подшипника.

Конические ролики располагают так (рис.4.4), чтобы их геометрические оси пересекались в одной точке, лежащей на оси вращения подшипника, чем предупреждается проскальзывание.

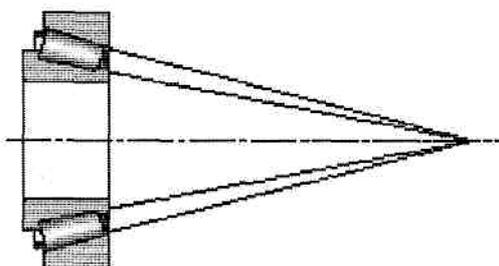


Рис.4.4 Установка роликовых подшипников

Роликовые подшипники рассмотренных типов по разному воспринимают радиальные и осевые нагрузки. Практика эксплуатации роликовых подшипников установила, что при соответствующем выборе размеров роликов и угла наклона их оси вращения трение торцов сферических и конических роликов будет незначительным. Возникающие же во время движения жесткие боковые удары смягчаются подшипниками со сферическими и коническими роликами, что является большим их преимуществом по сравнению с подшипниками цилиндрическими роликами. Кроме того, монтаж подшипников со сферическими роликами требует меньшей тщательности и точности, чем монтаж подшипников с цилиндрическими и коническими роликами. Однако, проще изготавливать цилиндрические подшипники, чем бочкообразные.

Наружные и внутренние кольца, а также ролики изготавливают из хромистой стали, кольца сепараторов - из стали, бронзы, латуни или специального литья.

По способу посадки роликовых подшипников на шейке оси различают буксы [5]:

с **втулочной посадкой**, осуществляемой при помощи конических втулок, вставляемых между шейкой оси и внутренним кольцом (рис.4.5);

с **горячей посадкой**, т.е. внутреннее кольцо надевают в горячем состоянии непосредственно на шейку, для этого их нагревают в минеральных маслах;

с **прессовой посадкой**, когда отдельные подшипники или буксу насаживают на шейку оси под давлением пресса (это сопровождается значительными остаточными деформациями сопрягаемых поверхностей).

Втулочная посадка более приемлема, чем горячая или прессовая, и поэтому ей отдается предпочтение при проектировании букс. При втулочной посадке размеры корпуса буксы увеличиваются, но исключается индивидуальный подбор подшипников к шейке оси по натягу. Один и тот же подшипник может быть посажен на ту же шейку неограниченное число раз.

Такого рода посадка подшипника применена в буксе электровоза  $\Phi$  и  $\Phi^{\text{II}}$  (рис.4.5). Осевая букса имеет два двухрядных подшипника со сферическими роликами с посадкой их на оси при помощи разрезной конической втулки 1. Сферические (бочкообразные) ролики воспринимают радиальные и осевые нагрузки. Внутреннее кольцо 2 устраивают с двумя дорожками для качения роликов с промежуточным средним буртом в качестве направляющего. Внутренняя поверхность наружного кольца 3 очерчивается одним радиусом, большим, чем радиус сферического ролика. Это обеспечивает нормальную работу при перекосах внутреннего кольца относительно наружного до  $3^\circ$ .

Исторически одной из первых конструкций буксового узла, в котором использована поступательная пара с плоскими направляю-

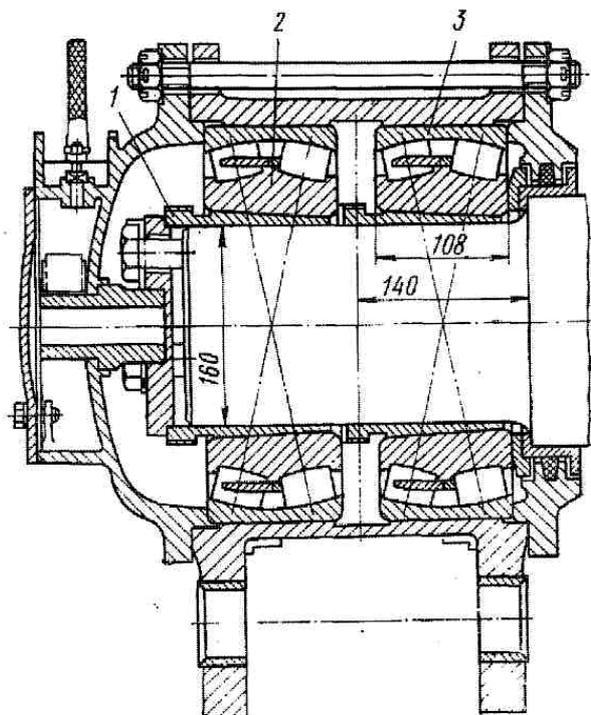


Рис.4.5 Букса с втулочной посадкой подшипников на ось колесной пары: 1 - разрезная коническая втулка; 2 - внутреннее кольцо с двумя дорожками; 3 - наружное кольцо

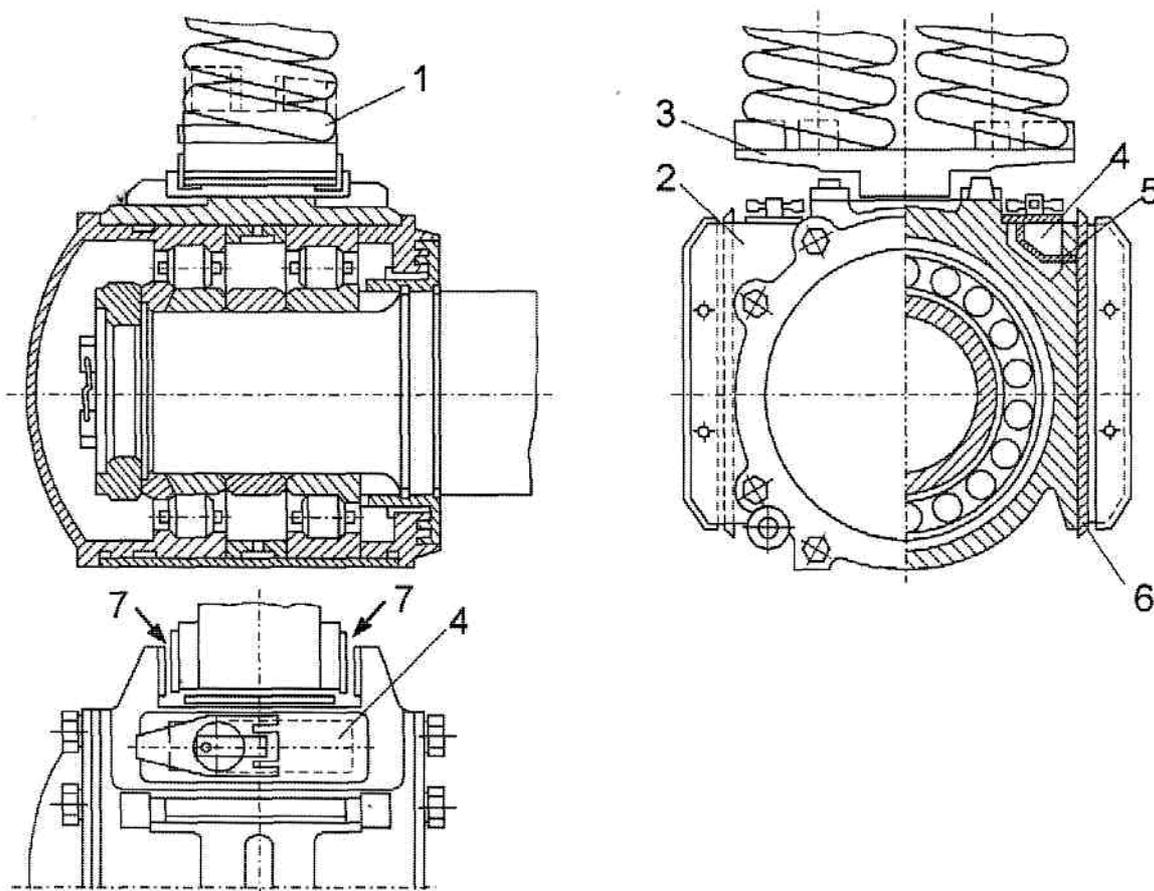


Рис.4.6 Челюстной буксовый узел электровоза ВЛ8: 1-комплект пружин; 2-корпус буксы; 3-опора; 4-резервуар для жидкой смазки; 5- фитиль для подачи смазки; 6,7-термообработанные сменные наливники;

щими, является так называемый челюстной буксовый узел, в котором роль направляющих выполняют «челюсти» рамы тележки, а роль ползуна - корпус буксы [8].

Упругие элементы вертикальной связи могут опираться на верхнюю часть корпуса буксы, подбуксовый или надбуксовый балансир.

На электровозе ВЛ8 в челюстном буксовом узле (рис.4.6) комплект пружин 1 опирается на верхнюю часть корпуса буксы 2 через опору 3. Продольная и поперечная силы передаются через термообработанные сменные накладки 6 и 7, к которым из резервуара 4 по фитилю 5 подается жидкая смазка. Поскольку последовательно с пружинами включены листовые рессоры, специального гасителя колебаний не предусмотрено.

Буксовый узел может быть выполнен с использованием поступательной пары с цилиндрическими направляющими - так

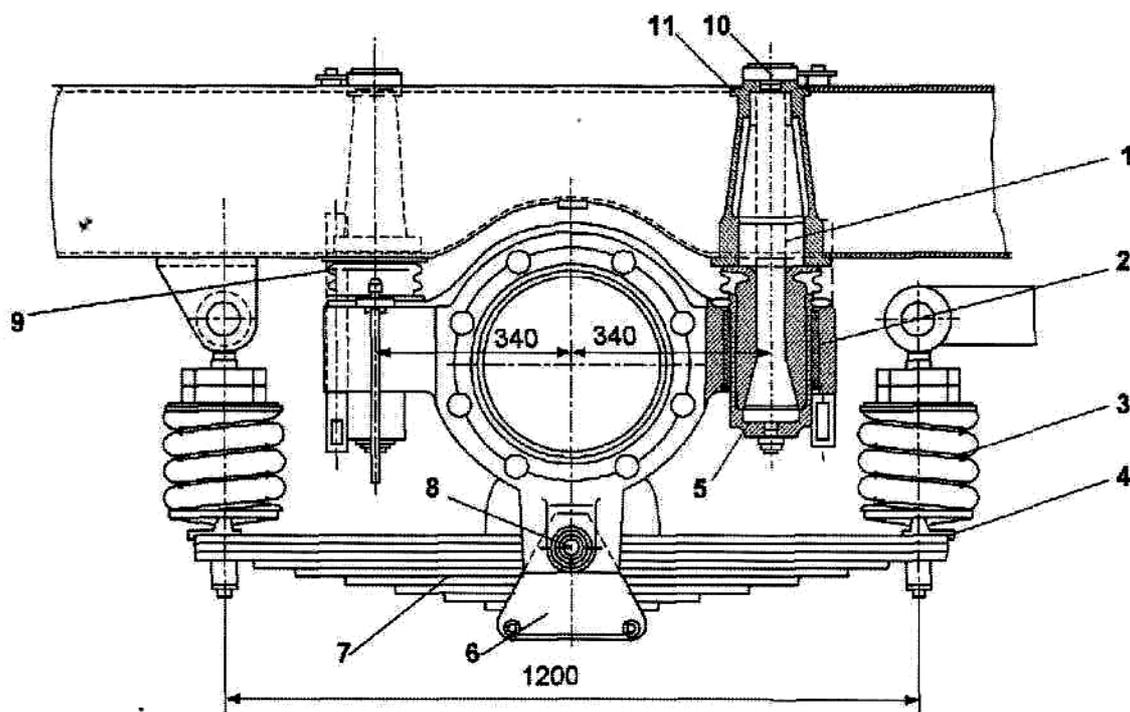


Рис.4.7 Буксовый узел с цилиндрическими направляющими электровоза ЧС-2: 1-шпинтон; 2-резинометаллический блок; 3-пружина; 4-опора; 5-стакан; 6-щека; 7-рессора; 8-валик; 9-гармошка; 10-гайка; 11-основание.

называемые *буксовые узлы с цилиндрическими направляющими*. Кинематическая пара представляет собой две вертикальные цилиндрические направляющие (шпинтоны) и две скользящие по ним

втулки (стаканы). Как правило шпинтоны закреплены в раме тележки, а стаканы на буксе (рис.4.7).

Такие буксовые узлы позволили преодолеть некоторые недостатки, присущие челюстным буксовым узлам. Прежде всего конструктивно простыми средствами стало возможным изолировать от внешней среды пару с поверхностным трением и обеспечить подачу на нее жидкой смазки, что улучшило условия её работы, сократило износ рабочих поверхностей. Сокращению износа способствовало также выполнение стаканов из антифрикционной бронзы. Технологическая простота обработки цилиндрических поверхностей позволила обеспечить скользящую посадку шпинтона и стакана и, как следствие, беззаводное ведение колесной пары, что в свою очередь способствует высокой устойчивости движения тележки.

К недостаткам конструкции можно отнести необходимость применения дефицитной бронзы и периодического добавления смазки. Последнее допустимо на локомотиве, но в условиях моторвагонного подвижного состава из-за большого числа букс практически не целесообразно.

Буксовые узлы с *несоосными цилиндрическими направляющими* нашли применение на электровозах ЧС1, ЧС2, ЧС3, ЧС6, ЧС7, ЧС8, ЧС200. Конструкция имеет (рис.4.7) два шпинтона 1, запрессованные в цилиндрические посадочные места литого основания 11, шпинтоны крепятся гайками 10. Рабочая цилиндрическая поверхность шпинтона свободно, с минимальными зазорами входит в бронзовый стакан 5, являющийся одновременно скользящей втулкой и резервуаром жидкой смазки для трущейся пары. Стакан связан с приливом буксы с помощью цилиндрического резинометаллического блока 2. Для герметизации трущейся пары стакан соединен пыленепроницаемой резиновой гармошкой 9 с буртом шпинтона.

Вертикальная нагрузка на буксу передается через нижнюю рессору 7, щеки 6 и валик 8. Последовательно с рессорой включены витые пружины 3, опирающиеся на нее призматическими опорами 4.

Как отмечалось выше на подвижном составе в буксовых узлах нашел применение шарнирно-поводковый механизм, массовое применение которого началось после создания резино-металлических шарниров (сайлен-блоков), позволивших избавиться от поверхностного трения и связанных с ним износов.

Наибольшее распространение получил буксовый узел [8], примененный впервые фирмой **Alsthom** с поводками, расположенными в

разных уровнях (рис.4.8). В пределах относительных перемещений колесной пары и рамы тележки, возникающих в эксплуатации ( $\pm 20$  мм), механизм обеспечивает практически прямолинейное поступательное движение корпуса буксы. Поводки, соединяющие буксу с рамой тележки, имеют по два резинометаллических шарнира, в которые входят цилиндрические сайлен-блоки, передающие продольные силы, и торцовые резинометаллические шайбы - амортизаторы, воспринимающие преимущественно поперечные усилия. Оси шарниров по концам обрабатывают под клин, что обеспечивает их беззазорную посадку в соответствующие пазы кронштейнов рамы. Подбором размеров резиновых деталей и материала резины получают различные значения жесткости связи буксы с рамой по разным координатам. К недостатку узла относят значительную приведенную вертикальную жесткость связи, обусловленную скручиванием сайлен-блоков.

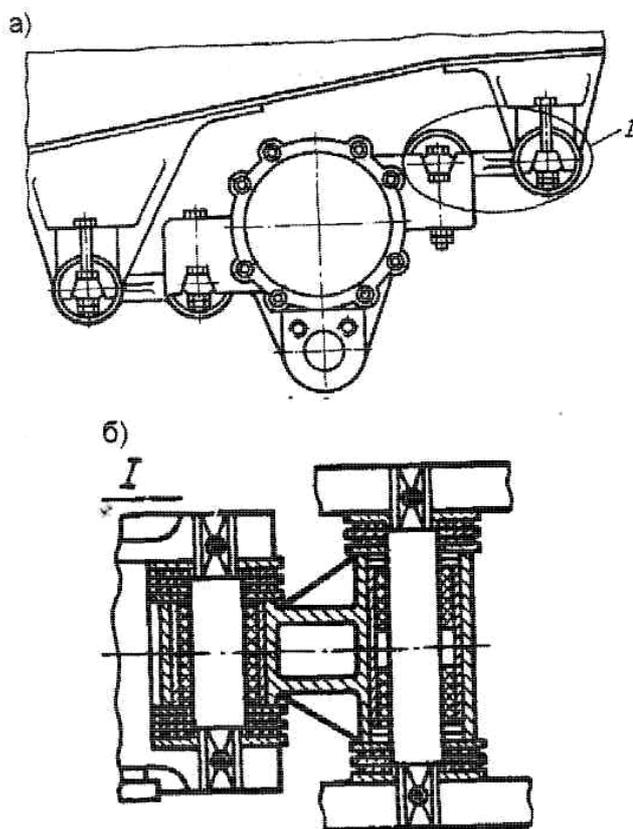


Рис. 4.8. Поводковая букса

На подвижном составе на буксах первой (последней) колесных пар с правой стороны установлены приводы скоростемера.

На электровозах с электродинамическим торможением (реостатным или рекуперативным) устанавливаются датчики скорости в виде тахогенераторов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подвижной состав и основы тяги поездов/ П.И. Борцов, А.И. Валетов, П.И. Кельперис и др. - М.Транспорт, 1976.
2. Магистральные электровозы: Общие характеристики. Механическая часть/ В.И. Бочаров, И.Ф. Козинцев, А.И. Кравченко и др.-М.: Машиностроение, 1991. - 224 с: ил.
3. Подвижной состав электрических железных дорог. Конструкция и динамика. В.Б. Медель учебник для ин-тов ж.-д. транспорта, изд. 4-е, перераб. М.: «Транспорт», 1974 г. 232 с.
4. Электрические железные дороги: Учебное пособие для студентов специальности 180700 «Электрический транспорт (железных дорог)»/ Под ред. Профессора Просвинова Ю.Е. - Самара: СамИ-ИТ, 1997. - 192 с.
5. Электроподвижной состав железных дорог. В.К. Калинин, Н.М. Михайлов, В.Н. Хлебников - М: Транспорт, 1972 - 536 с.
6. Покровский СВ., Хомяков Б.И., Коссов Е.Е. Технический уровень и перспективы совершенствования тягового подвижного состава / Тезисы доклада на локомотивной секции Научно-технического совета МПС, М.: НТС МПС РФ, 2001. - 18 с.
7. Сидоров Н.И., Сидорова Н.П. Как устроен и работает электровоз. - 5-е изд., перераб., доп. - М.: Транспорт, 1988. - 223 с.
8. Механическая часть тягового подвижного состава: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / И.В. Бирюков, А.Н. Савоськин, Г.П. Бурчак и др.; Под ред. И.В. Бирюкова. - М.Транспорт, 1992. - 440 с.
9. Калинин В.К. Электровозы и электропоезда. - М.: Транспорт, 1991.-480 с.