|  |
| --- |
| **Приводы тяговых электрических аппаратов**  Любой электрический аппарат разделяется на неподвижную часть и подвижную, которая шарнирно соединяется с неподвижной. Перемещение подвижных частей осуществляется под воздействием приводов, которые могут быть непосредственными или косвенными, а также индивидуальными или групповыми.  В *непосредственном приводе* усилие к подвижной части аппарата прикладывается машинистом с помощью рукоятки или педали. Непосредственный (ручной) привод имеют кнопки, разъединители, рубильники и другие аппараты, рассчитанные на малые токи и напряжения или переключаемые без тока. Непосредственный привод имеют так же и контроллеры машиниста, используемые на ЭПС с косвенной системой управления.  Силовые контроллеры, рассчитанные на относительно большие токи и напряжения, как правило, выполняют с *косвенным приводом.* Косвенный привод имеют также индивидуальные контакторы и реле.  На ЭПС наиболее распространены следующие виды косвенного привода: электропневматический, электромагнитный и электродвигательный.  В *индивидуальном приводе* с помощью одного усилия перемещаются подвижные части одного аппарата, а в *групповом —* с помощью одного усилия — подвижные части нескольких аппаратов одновременно или в определенной последовательности. Косвенные индивидуальные приводы выполняют большей частью электромагнитными или электропневматическими, а групповые — электропневматическими или электродвигательными.  Общим для всех типов приводов является его питание напряжением от аккумуляторной батареи ЭПС и закрепление привода на деталях электрического аппарата.  **Электропневматические приводы**применяют очень широко, что вызвано их благоприятными характеристиками: произвольной величиной хода, отсутствием ударов и вибраций при включении. В сравнении с электромагнитными приводами они имеют лучшие массогабаритные показатели при заметно меньшем расходе цветных металлов. Для этих приводов необходимы меньшие токи в цепях управления, что позволяет уменьшить площадь сечения поездных проводов и проводов цепей управления. Имеет значение и то, что на ЭПС имеется сжатый воздух для тормозов, т.е. его можно использовать для электроаппаратов.  По ГОСТ 9219-88 для электропневматических тяговых аппаратов установлено номинальное давление сжатого воздуха *р* = = 500 кПа (5 Атм) с допустимыми отклонениями (0,7—1,35)/? ном. Без повреждений пневматический привод аппарата должен выдерживать давление 1,5/)  Электропневматический привод применяют как для индивидуальных, так и для групповых коммутационных аппаратов. В состав каждого электропневматического привода входят исполнительное пневматическое устройство и управляющие им электропневматические вентили, впускающие воздух в исполнительное устройство и выпускающие его по сигналам цепей управления.  По количеству фиксированных позиций приводы можно разделить на одно-, двух-, трех- и четырехпозиционные.  В качестве исполнительной части *однопозиционных пневматических приводов* в большинстве аппаратов используют поршневые устройства упрощенной конструкции (рис. 4.18, *а).*  В таком устройстве цилиндр *8* имеет крышку *1,* прикрепленную к фланцу цилиндра через прокладку *13* болтами. Поршень *6*  Цилиндр пневматического привода с кожаной (а) и резиновой (б) манжетами и модернизированный привод (в)  Рис. 4.18. **Цилиндр пневматического привода с кожаной *(а)* и резиновой (*б*) манжетами и модернизированный привод *(в)***  С пружиной 7 насажен на шток *9.* Гайка *2* с пружинной шайбой *10*через шайбу *3,* тарельчатую разрезную пружину *4* из фосфористой бронзы закрепляет манжету 5, а также поршень *6* на конце штока *9.* Кроме нажатия пружины, уплотнение поршня *6* создается также давлением сжатого воздуха на кромку манжеты *5.*  Поршневые приводы особенно неустойчиво работает в условиях сильных морозов, когда уплотнения теряют упругость и пропускают сжатый воздух, а в местах переходов сечений образуются ледяные пробки. Более совершенная конструкция предусматривает применение специальных профильных резиновых манжет 5 (рис. 4.18, *б)* и войлочных колец *11* для уплотнения и направления поршня в цилиндре. Поршень *6* со штоком *9* соединен через медное кольцо *12.*  На современном подвижном составе, таком как ЭД4МК, ЧС2К, 2ЭС4, на электропневматических контакторах установлены модернизированные пневматические приводы с двумя резиновыми манжетами (рис. 4.18, *в).* При этом пружина 7 опирается на шайбу *14*и сжата гайкой *2.* В данном приводе смена манжет 5 на поршне *6*занимает значительно меньше времени.  Одно из направлений совершенствования узла привело к созданию беспоршневых приводов с относительно малым ходом перемещения (до 50 мм) на основе диафрагм различных видов (рис. 4.19).  В диафрагменном приводе сжатый воздух под давлением через отверстие *9* поступает в полость, заключенную между крышкой 7 и диафрагмой *6,* выполненной из резины или резинотканевого материала. Диафрагма прижата крышкой 7 к корпусу *4* она прогибается, оказывая воздействие на диск *8* и шток *2.* Шток, перемещаясь, сжимает возвращающие пружины 5 и воздействует на подвижную часть аппарата. Корпус *4* крепится к аппарату болтами *1.* Опора *3* служит для центрирования пружины 5. Диафрагменные приводы просты в изготовлении, не имеют трущихся частей и требуют меньшего ухода в эксплуатации. Однако габариты данного привода больше, чем поршневого, поскольку перемещение диафрагмы ограничено ее упругостью.  Диафрагменный привод  Рис. 4.19. **Диафрагменный привод**  Преимуществом пневматических приводов является возможность гашения кинетической энергии при срабатывании аппарата без жесткого включения и вибрации контактов.  *Двухпозиционные пневматические приводы,* применяемые в аппаратах с групповым приводом, имеют два поршня, связанных между собой штоком или зубчатой рейкой. Такой привод имеет 2 фиксированных положения, определяемые подачей сжатого воздуха в ту или иную полость цилиндра. Большинство приводов такого исполнения имеют однотипные детали, отличающиеся лишь размерами.  Так двухпозиционный привод реверсоров (рис. 4.20), тормозных и групповых переключателей электровозов ВЛ10, ВЛ11 унифицирован по конструкции и имеет цилиндр *2* с двумя поршнями *3,* соединенными зубчатой рейкой 5. На поршне закреплены две резиновых манжеты *6* и войлочное кольцо 7. Торцы цилиндра закрыты крышками *1.* Ход поршневой системы и фиксация позиций обеспечивается упором *4* и давлением воздуха, прижимающего поршень *3*к упору. Кинетическая энергия гасится силами трения в приводе и торможением сжатым воздухом, выпускаемым через узкие проходные отверстия. Управление приводом осуществляется вентилями,  Двухпозиционный привод переключателя ПКГ-040  Рис. 4.20. **Двухпозиционный привод переключателя ПКГ-040**  Пневматически соединенными с полостями цилиндра *2* и обеспечивающими подачу воздуха через крышки *1.*  У реверсора 18МР электровоза ЧС2 пневматический привод (рис. 4.21) состоит из чугунного цилиндра *2,* закрытого с обеих сторон крышками 5. Внутри цилиндра помещены два поршня *1* с резиновыми уплотнениями *9.* Поршни связаны между собой зубчатой рейкой *3,* сцепленной с зубчатым сектором *8,* укрепленным на конце вала 7 барабана реверсора.  Для уплотнения рабочих камер привода между цилиндром и крышками проложены прокладки *4* из пропитанной в парафине бумаги. Для смягчения ударов поршня о внутренние поперечные стенки цилиндра служат кожаные шайбы *6.* Трубки, подводящие сжатый воздух в цилиндры, ввинчивают в отверстия в крышках. При впуске сжатого воздуха в одну из рабочих камер цилиндра поршень *2* вместе с рейкой 5 перемещается и поворачивает сектор *8,* а с ним и барабан реверсора из одного крайнего положения в другое.  Хотелось бы отметить, что на электровозах серии ЭП-1М применяется двухпозиционный пневматический привод, в конструкции которого всего один вентиль. Одно из фиксированных положений обеспечивает пружина, постоянно воздействующая на систему привода.  Пневматический привод реверсора 18МР электровоза ЧС2  Рис. 4.21. **Пневматический привод реверсора 18МР электровоза ЧС2**  Особенностью *трехпозиционного привода,* применяемого в групповом переключателе ПКГ-013 (рис. 4.22) для перехода с одного соединения на другое, является разный диаметр поршней и три камеры с вентилями различного типа. Так, при последовательном («С») соединении все вентили обесточены и сжатый воздух поступает в камеру *Л,* перемещая поршневую систему в крайнее правое фиксированное положение. При переходе на последовательно-параллельное соединение («СП») получает питание вентиль ВВ2, подавая сжатый воздух в камеру *В.* За счет большего диаметра правого поршня вся система перемещается влево в среднее положение до упора поршня в прилив цилиндра привода. При параллельном соединении («П») включаются все вентили, воздух поступает  Пневматический привод группового переключателя 18КН  Рис. 4.23. **Пневматический привод группового переключателя 18КН**  Трехпозиционный привод переключателя ПКГ-013  Рис. 4.22. **Трехпозиционный привод переключателя ПКГ-013**  В камеры *Б и В, и* привод занимает крайне левое положение. Вентили привода обеспечивают автоматический переход на исходную позицию (соединение «С») при потере питания в цепях управления. Это исключает броски тока при восстановлении напряжения и фиксации привода в других положениях. В двух крайних положениях привод фиксируется концевыми упорами, а в среднем — штоком поршня большего диаметра.  Примером конструкции *четырехпозиционного привода* является привод переключателей электровозов серии ЧС (рис. 4.23).  Кулачковый вал главного переключателя поворачивается с позиции на позицию пневматическим приводом 15NP. Основными элементами привода (рис. 4.24, *а)* является чугунный картер 7 для масла и литая чугунная верхняя коробка *12,* к которой шпильками 77 прикреплены четыре (два парных) цилиндра *6* диаметром по 72 мм с крышкой 5. Двойные цилиндры расположены под углом 90° один к другому. Коленчатый вал *2* вращается в шариковых подшипниках *16* и *19,* которые запрессованы в боковые стенки корпуса и закрыты крышками 75 и *20.* На коленчатый вал че-  Конструкция пневматического привода (а) и схема его работы (б)  Рис. 4.24. **Конструкция пневматического привода *(а)* и схема его работы *(б)***  Через распорную втулку *14* и шпонку *21* напрессована шестерня *13,*передающая вращающий момент на редуктор.  В цилиндрах *6* помещены четыре поршня *8* с резиновыми уплотняющими кольцами *9.* Поршни связаны с коленчатым валом *2*при помощи поршневых пальцев *10,* шатунных болтов *3* и шатунов *4,* в которые впрессованы втулки 7. Поршни имеют ход 100 мм. Масло для смазки трущихся частей привода наливается до уровня, ограниченного отверстием, закрываемым пробкой *18.* Отработавшее масло выпускается из картера через нижнее отверстие, закрытое коротким болтом *17.* Для предотвращения утечки масла все болты и пробки имеют латунные прокладки, а в местах выхода коленчатого вала *2* из корпуса с наружной стороны подшипников в крышках установлены уплотняющие кольца типа Gufero. Для поддержания при работе механизма атмосферного давления внутри корпуса в него ввернута пробка *22* с отверстием для прохода воздуха.  Впуск и выпуск сжатого воздуха в цилиндры производятся электромагнитными вентилями через воздухораспределители и каналы крышек цилиндров, обеспечивая четыре фиксированных положения (рис. 4.24, *б):*   * — на нулевой позиции переключателя ни один из вентилей (сх. № 047 и 048) не включены и полости цилиндров 2 и 3 сообщаются с атмосферой. В цилиндры 1 и 4 подается сжатый воздух и привод занимает положение I; * — для перевода привода в фиксированное положение II подается питание на вентиль 047, и сжатый воздух поступает в полость 2. Полость 4 сообщается с атмосферой, что приводит к повороту коленчатого вала на 90°; * — в III положении питание подается сразу на оба вентиля: 047 и 048. При этом полость цилиндра 1 сообщается с атмосферой, а в цилиндр 3 подается сжатый воздух; * — при снятии напряжения с вентиля 047 полость цилиндра 2 сообщается с атмосферой, а в цилиндр 4 подается сжатый воздух. При этом привод занимает IV положение; * — при снятии напряжения с обоих вентилей привод занимает I положение.   В дальнейшем процесс поочередной подачи и снятия напряжения на вентили повторяется, что приводит к вращению коленвала привода. Переход на каждую фиксированную позицию приводит к повороту коленчатого вала на 90°. Меняя порядок подачи питания на вентили, можно получить реверсивное вращение вала, что является достоинством конструкции данного типа привода.  В электромагнитном приводе за счет магнитного потока катушки создается сила притяжения якоря к сердечнику электромагнита или сила, перемещающая якорь внутри сердечника против усилия отключающей пружины. В зависимости от расположения якоря и сердечника различают электромагниты клапанного (рис. 4.25, *а)*и соленоидного (плунжерного) типа (рис. 4.25, *б).* Наибольшее распространение получили аппараты клапанного типа с поворотным якорем.  По конструкции электромагнитный привод состоит из магнитопровода (ярма) *1* с сердечником *3,* на котором закрепляется включающая катушка *2.* За счет отключающей пружины 5 якорь *4* находится в выключенном положении. При подаче напряжения на катушку *2* создается магнитный поток, который притягивает якорь *4*к сердечнику *3,* аппарат при этом включается. Изменения в работе цепей управления происходит за счет переключения блок-контактов *6.* Отключение происходит при снятии напряжения с катушки за счет выключающей пружины 5.  Электромагнитный привод применяют не только для перемещения подвижных контактов, но и для других целей. Так, в некоторых аппаратах используется механизм свободного расцепления, удерживающая защелка которого освобождается электромагнитом.  Электромагнитный привод клапанного (а) и соленоидного (б) типов  Рис. 4.25. **Электромагнитный привод клапанного *(а)* и соленоидного (б) типов**  Основным преимуществом **электродвигательных приводов**является равномерность и постоянство частоты вращения, тогда как у пневматических приводов она меняется в зависимости от состояния манжет, качества смазки и температуры. Электродвигательные приводы надежнее в эксплуатации, не требуют частых ревизий. Кроме того, используя их, легче создавать схемы управления.  Двигатель привода обладает высокой частотой вращения, в связи с чем необходимо применять редукторы с большими передаточными отношениями (от 25 до 340 и более) между двигателем привода и кулачковым валом. Такие передаточные отношения можно обеспечить, лишь применяя многоступенчатые зубчатые или червячные передачи, при которых затрудняется фиксация положений привода на позициях. Чтобы обеспечить фиксацию позиций, применяют мальтийские кресты и электродинамическое торможение (на главных контроллерах ЭКГ-60/20 и ЭКГ-8 электровозов ВЛ80, ВЛ60), червячные редукторы и электромагниты (на вагонах Е метрополитена) и др.  Схема электродвигатель- ного привода  Рис. 4.26. **Схема электродвигательного привода**  В передаче с мальтийским крестом (рис. 4.26) серводвигатель вращает ведущий барабан *А,* поводок. *В* которого входит в паз ведомого креста С и поворачивает его на угол а. При дальнейшем вращении ведущего барабана крест запирается в фиксированном положении секторным выступом *D.*  В системе электродвигательного привода главного контроллера ЭКГ-8 использован серводвигатель *1* (рис. 4.27), вал которого связан с валом *19* червяка *21*через шестерню *23,* промежуточную шестерню *2,* укрепленную на валу ручного привода *22,* и предохранительную муфту *4.* Муфта с калеными боковыми поверхностями через два фланца со шпонками передает вращение валу *19* благодаря силам трения. Изменяя натяжение пружины *3,* регулируют момент срабатывания муфты *4.*  От вала *19* через червяка *21* и червячное колесо *20* вращающий момент передается на вал *6,* на котором находится двухцевочный  Кинематическая схема главного контроллера ЭКГ-8 с электродви-  Рис. 4.27. **Кинематическая схема главного контроллера ЭКГ-8 с электродвигательным приводом**  Поводок *18.* Цевка (палец) поводка, входя в паз шестипазового мальтийского креста 7, поворачивает его. Каждому повороту червячного колеса и поводка на 180° соответствует поворот вала *8* на 60°. На валу *8* расположен одноцевочный поводок 9, связанный с шестипазовым мальтийским крестом *15.* От вала *8* через зубчатую передачу приводится во вращение кулачковый вал *10* контакторов с дугогашением, от вала креста *15 —* валы *11* и *13* контакторов без дугогашения. Передача вращения от вала *11* к валу *13* осуществляется через промежуточный редуктор *12.* При вращении валов редуктора одновременно поворачиваются валы блок-контактов 5 и *16,* а также сельсин-датчик *17.* Поворот валов ограничивает механический упор *14.*  Тепловой привод с биметаллической пластиной  Рис. 4.28. **Тепловой привод с биметаллической пластиной**  К особому типу приводов относится тепловой привод,основу которого составляет биметаллическая пластинка, состоящая из двух слоев различных металлов, жестко связанных по всей поверхности соприкосновения и имеющих разные температурные коэффициенты линейного расширения.  Слой металла с большим коэффициентом линейного расширения *1* (рис. 4.28) называется термоактивным слоем в отличие от слоя *3* с меньшим коэффициентом линейного расширения, называемого термопассивным.  При нагревании пластины проходящим через нее током или за счет тепла нагревательного элемента (косвенный подогрев) происходит различное удлинение обоих слоев, и пластина изгибается в сторону термопассивного слоя.  При таком изгибе могут непосредственно замыкаться или размыкаться контакты *2,* соединенные с пластиной, или же освобождаться защелка рычага электрического аппарата, который затем отключается пружинами. Данный тип привода нашел широкое применение в тепловых реле. |

**Иванова Галина Васильевна, преподаватель**

**Салыков Радмир Жандосович, обучающийся**

**Тайгинский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения»**