

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ
«БАЙКОНУРСКИЙ ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ
ИМЕНИ М.И. НЕДЕЛИНА»

МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА
ОТКРЫТОГО УРОКА

по теме: «Принцип действия и устройство коллекторных машин постоянного
тока»

по междисциплинарному курсу: «Электрические машины»
группа Э-28

2 курс

специальность: «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования
промышленных и гражданских зданий»

Преподаватель: Изтаев Ж.М.

г.Байконур
2016 г.

РАССМОТРЕНО

на заседании предметной-цикловой
комиссии специальности 08.02.09.

«Монтаж, наладка и эксплуатация
электрооборудования
промышленных и гражданских
зданий»

протокол от _____ № _____
_____ Н.А. Просочкина

СОГЛАСОВАНО

Методист

_____ А.Н. Есенкулова
« _____ » _____ 2016 г.

Тема занятия: Принцип действия и устройство коллекторных машин постоянного тока.

Тип занятия: Комбинированный урок

Цели урока:

Обучающая цель:

- научить принципу действия и устройства коллекторных машин постоянного тока.

Развивающая цель:

- способствовать развитию коммуникативных навыков;
- способствовать развитию памяти, внимания, мышления, воображения;
- умение оценить свои знания;
- умение использовать полученные знания.

Воспитательная цель:- способствовать воспитанию познавательной активности;

- способствовать развитию коммуникативной культуры поведения и общения.

Методическая цель:

- методика организации самостоятельной работы студентов;
- активизация познавательной деятельности студентов в процессе работы с наглядными пособиями и дидактическим материалом;

Оборудование: проектор, ноутбук, карточки, макет и элементы коллекторных машин

Литература: М.М.Кацман. Электрические машины.М.Издательский центр «Академия», 2006.

План занятия:

- I. Организационный момент.
Сообщение темы и целей урока
- II. Актуализация опорных знаний.
 1. Фронтальный опрос.
 2. Вопросы по карточкам.
- III. Изучение нового материала:
 1. Объяснение новой темы «Принцип действия и устройство коллекторных машин постоянного тока.
- IV. Закрепление изученного материала:
 1. Беседа по вопросам.

2. Показ видеоролика.
- V. Итоги урока:
1. Выставление оценок.
 2. Домашнее задание.

Ход урока

I. Организационный момент.

1. Проверка готовности студентов к проведению занятия.
2. Сообщение темы и целей урока.

II. Актуализация опорных знаний

1. Фронтальный опрос:
 - Виды электростанций
 - Их различие
 - Что их объединяет?
 - Виды электрических машин
 - Что называется генератором?
 - Что называется двигателем?

2. Вопросы по карточкам.
 - правило левой руки
 - правило правой руки
 - правило «буравчика»

III. Изучение нового материала.

Знание работы коллекторных машин постоянного тока, необходимо для дальнейшего изучения материала предметов специальности.

1. Объяснение новой темы.

Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока.

Характерным признаком коллекторных машин является наличие у них коллектора – механического преобразователя переменного тока в постоянный и наоборот. Необходимость в таком преобразователе объясняется тем, что в обмотке якоря коллекторной машины должен протекать переменный ток, так как в этом случае в машине происходит непрерывный процесс электромеханического преобразования энергии.

Рассмотрим принцип действия коллекторного генератора постоянного тока. На рис 24.1 изображена упрощенная модель такого генератора: между полюсами N и S постоянного магнита находится вращающаяся часть генератора – якорь, вал которого посредством шкива и ременной передачи механически связан с приводным двигателем – источником механической энергии. В двух продольных пазах на сердечнике якоря расположена обмотка в виде одного витка $abcd$, концы

которого присоединены к двум медным изолированным друг от друга полукольцам, образующим простой коллектор. На поверхность коллектора наложены щетки А и В, осуществляющие скользящий контакт с коллектором и связывающие генератор с внешней цепью, куда включена нагрузка сопротивлением $R_{нг}$. Предположим, что приводной двигатель вращает якорь генератора против часовой стрелки, тогда в витке на якоре, вращающемся на магнитном поле постоянного магнита, находится ЭДС, мгновенное значение которой

$$e=2Blv,$$

а направление для положения якоря, изображенного на рис. 24.1 указано стрелками.

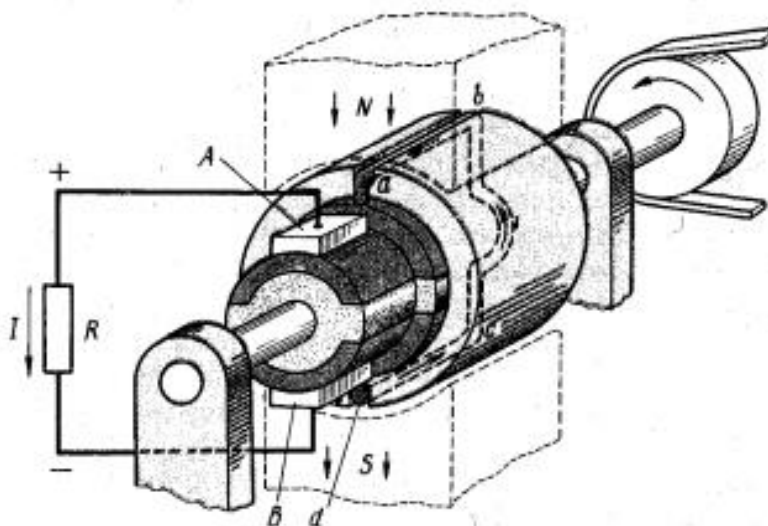


Рис. 24.1. Упрощенная модель коллекторной машины

В процессе работы генератора якорь вращается и виток $abcd$ занимает разное пространственное положение, поэтому в обмотке якоря находится переменная ЭДС. Если бы в машине не было коллектора, то ток по внешней цепи (в нагрузке R) был бы переменным, но посредством коллектора и щеток переменный ток обмотки якоря преобразуется в *пульсирующий* ток во внешней цепи генератора, т.е. ток, неизменный по направлению. При положении витка якоря показанном на рис. 24.1, ток по внешней цепи (в нагрузке) направлен от щетки А к щетке В. Известно, что ток во внешнем участке электрической цепи направлен от <плюса> к <минусу>, поэтому нетрудно определить, что щетка А является положительной, а щетка В – отрицательной. После поворота якоря на 180° направление тока в витке якоря изменится на обратное, так как проводники 1 и 2 поменяются местами. Однако полярность щеток, а следовательно, и направление тока по внешней цепи (в нагрузке) останутся неизменными. Объясняется это тем, что в тот момент, когда ток в витке якоря меняет свое направление, происходит смена коллекторных пластин под щетками. Таким образом, под щеткой А всегда находится пластина

соединенная с проводником, расположенным под северным магнитным полюсом N, а под щеткой В – пластина, соединенная с проводником, расположенным под южным полюсом S. Благодаря этому полярность щеток генератора остается неизменной независимо от пространственного положения витка якоря. Что же касается пульсаций тока во внешней цепи, то они намного ослабевают при увеличении числа витков в обмотке якоря при их равномерном распределении по поверхности якоря и соответствующим увеличении числа пластин в коллекторе.

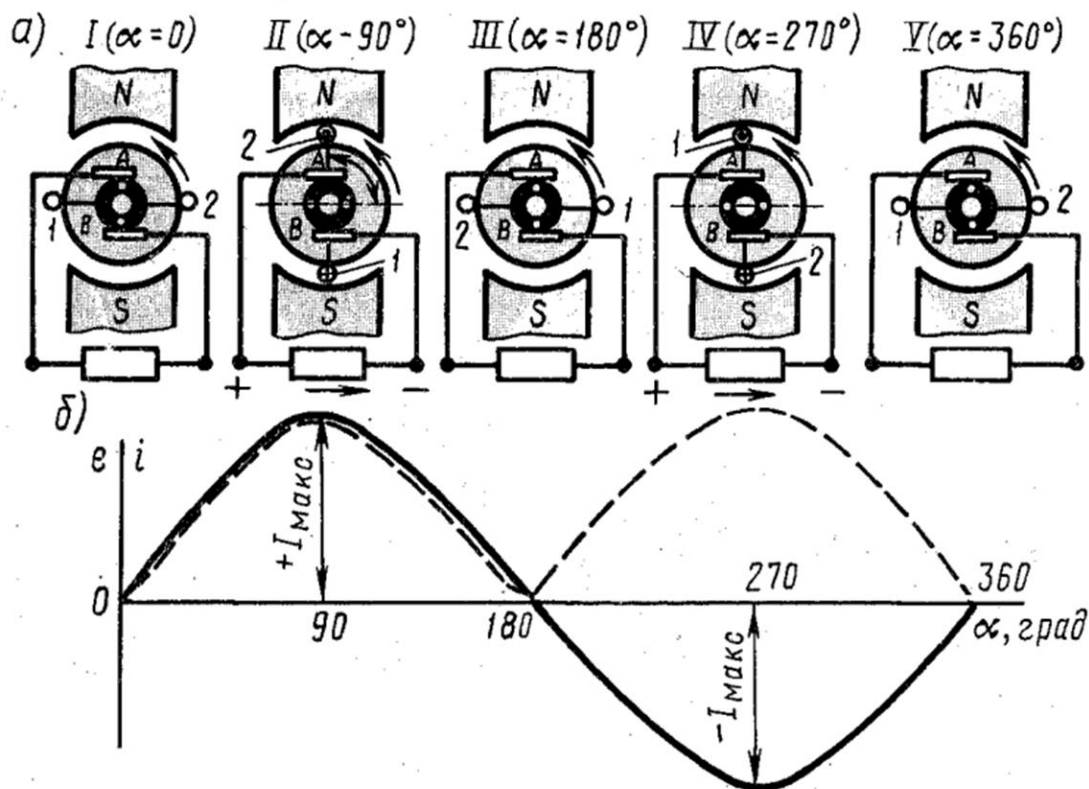


Рис. 24.2. К принципу действия генератора постоянного тока:
 _____ ЭДС и ток в обмотке якоря; _____ ЭДС и ток во
 внешней цепи генератора

В соответствии с принципом обратимости электрических машин упрощенная модель машины постоянного тока может быть использована в качестве двигателя постоянного тока. Для этого необходимо отключить нагрузку генератора R и подвести к щеткам машины напряжение от источника постоянного тока. Например, если к щеткам А подключить зажим <плюс>, а к щетке В <минус>, то в обмотке якоря появится ток I. В результате взаимодействия этого тока с магнитным полем постоянного магнита (после возбуждения) появятся электромагнитные силы $F_{эм}$. Совокупность этих сил создает на якоре электромагнитный момент M, приводящий якорь во вращение против часовой стрелки. После поворота якоря на 180° электромагнитные силы не изменяют своего направления, так как одновременно с переходом каждого проводника обмотки якоря из зоны одного магнитного полюса в зону другого полюса в этих проводниках меняется направление тока. Таким образом значение коллектора и щеток двигателя постоянного тока – изменять

направление тока в проводниках обмотки якоря при их переходе из зоны магнитного полюса одной полярности в зону полюса другой полярности.

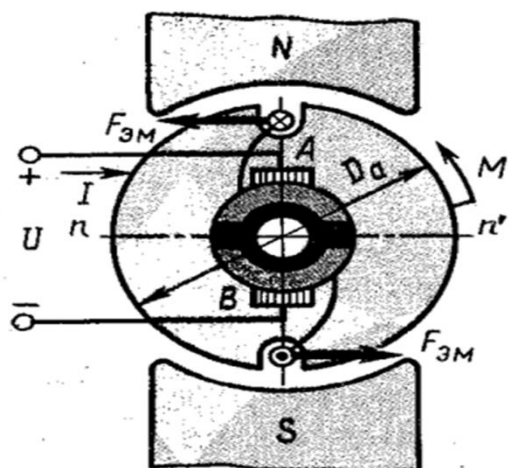


Рис. 24.3. К принципу действия двигателя постоянного тока

Рассмотренная упрощенная модель машины постоянного тока не обеспечивает двигателю устойчивой работы, так как при прохождении проводниками обмотки якоря геометрической нейтральной электромагнитные силы $F_{эм} = 0$ (магнитная индукция в середине межполюсного пространства равна нулю). Однако с увеличением числа проводников в обмотке якоря (при равномерном их распределении на поверхности якоря) и числа пластин коллектора вращения якоря двигателя становится устойчивым и равномерным. Обобщая изложенное, отметим, что щеточно-коллекторный узел (коммутатор), выполняющий функцию преобразователя тока, является неизменным элементом машины постоянного тока. И хотя рассматриваемые машины называют машинами постоянного тока, для непрерывного процесса электрохимического преобразования энергии в обмотке якоря этих машин должен протекать переменный ток.

Устройство коллекторной машины постоянного тока.

В настоящее время электромашиностроительные заводы изготавливают машины постоянного тока, предназначенные для работы в самых различных отраслях промышленности, поэтому отдельные узлы этих машин могут иметь разную конструкцию, но общая конструктивная схема машин одинакова. Неподвижную часть машины постоянного тока называют статором, вращающуюся часть – якорем (рис 24.4).

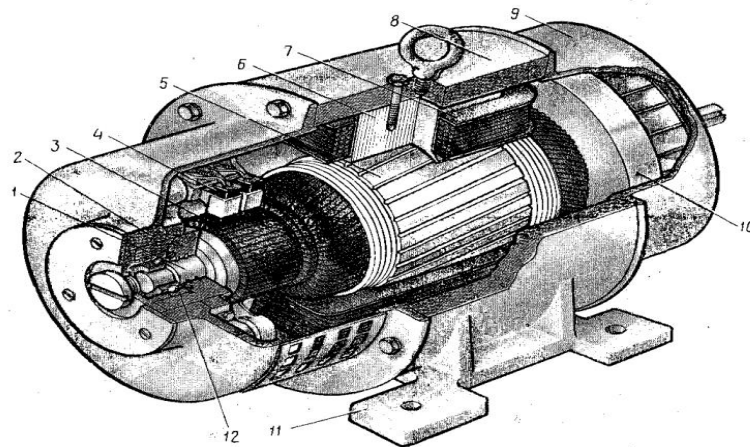


Рис. 24.4. Устройство машины постоянного тока

Статор состоит из станины 6 и главных полюсов 4. Станина служит для крепления полюсов и подшипниковых щитов и является частью магнитопровода, так как через нее замыкается магнитный поток машины. Станину изготавливают из стали – материала, обладающего достаточной механической прочностью и большой магнитной проницаемостью. В нижней части станины имеются лапы 11 для крепления машин к фундаментной плите, а по окружности станины расположены отверстия для крепления сердечников главных полюсов 4. Обычно станину делают цельной из стальной трубы либо сварной или листовой стали, за исключением машин с весьма большим наружным диаметром, у которых станину делают разъемной, что облегчает транспортировку и монтаж машины в месте ее установки.

Главные полюсы предназначены для создания в машине магнитного поля возбуждения. Главный полюс состоит из сердечника 4 и полюсной катушки 5. Со стороны, обращенной к якору, сердечник полюса имеет полюсный наконечник, который обеспечивает необходимое распределение магнитной индукции в зазоре машины. Сердечники главных полюсов делают шихтованными из листовой конструкции стали толщиной 1 – 2 мм или из тонколистовой электротехнической анизотропной холоднокатаной стали, например, марки 3411. Штампованной пластины главных полюсов специально не изолируют, так как тонкая пленка оксида на их поверхности достаточна для значительного ослабления вихревых токов, наводимых в полюсных наконечниках, за счет пульсации магнитного потока, вызванных зубчатостью сердечника якоря. Анизотропная сталь обладает повышенной магнитной проницаемостью вдоль проката, что должно учитываться при штамповке пластин и их сборке в пакет. Пониженная магнитная проницаемость поперек проката способствует ослаблению реакции якоря и уменьшению потока рассеяния главных и добавочных полюсов.

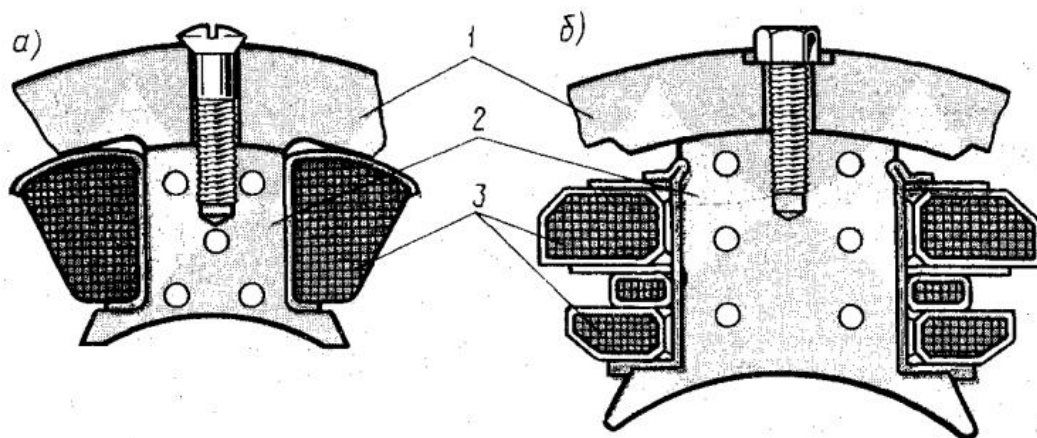


Рис. 24.5. Главные полюсы с бескаркасной (а) и каркасной (б) полюсными катушками:

1 — станина; 2 — сердечник полюса; 3 — полюсная катушка

В машинах постоянного тока небольшой мощности полюсные катушки делают бескаркасными – намоткой медного обмоточного провода непосредственно на сердечник полюса, предварительно наложив на него изоляционную прокладку. В большинстве машин (мощностью 1 кВт и более) полюсную катушку делают каркасной: обмоточный провод наматывают на каркас (обычно пластмассовый), а затем надевают на сердечник полюса. В некоторых конструкциях машин полюсную катушку для более интенсивного охлаждения разделяют по высоте на части, между которыми оставляют вентиляционные каналы. **Якорь** машины постоянного тока (рис. 24.4) состоит из вала 10, сердечника 3 и коллектора 1. *Сердечник* якоря имеет шихтованную конструкцию и набирается из штампованных пластин тонколистовой электротехнической стали. Листы покрывают изоляционным лаком, собирают в пакет и запекают. Готовый сердечник напрессовывают на вал якоря. Такая конструкция сердечника якоря позволяет значительно ослабить в нем вихревые токи, возникающие в результате его перемагничивания в процессе вращения в магнитном поле. На поверхности сердечника якоря имеются продольные пазы, в которые укладывают обмотку якоря.

Обмотку выполняют из медного круглого или прямоугольного сечения. Пазы якоря после заполнения их проводами обмотки обычно закрывают клиньями (текстолитовыми или гетинаксовыми). В некоторых машинах пазы не закрывают клиньями, а накладывают на поверхность якоря бандаж из проволоки или стеклоленты с предварительным натягом. Лобовые части 9 обмотки якоря крепят к обмоткодержателям бандажом.

Коллектор 1 является одним из сложных узлов машины постоянного тока. Основными элементами коллектора являются пластины трапецеидального сечения из твердотянутой меди, собранные таким образом, что коллектор приобретает цилиндрическую форму. В зависимости от способа закрепления коллекторных пластин различают два основных типа коллекторов: со стальными конусными

шайбами и на пластмассе. На рис.24.6а показано устройство коллектора со стальными конусными шайбами. Нижняя часть коллекторных пластин 6 имеет форму <ласточника хвоста>. После сборки коллектора эти части пластин оказываются зажатыми между стальными шайбами 1 и 3, изолированными от медных пластин миканитовыми манжетами 4. Конусные шайбы стянуты винтами 2. Между медными пластинами расположены миканитовые изоляционные прокладки. В процессе работы машины рабочая поверхность коллектора постепенно истирается щетками. Чтобы при этом миканитовые прокладки не выступали над рабочей поверхностью коллектора, что вызвало бы вибрацию щеток и нарушение работы машины, между коллекторными пластинами фрезеруют пазы (дорожки) на глубину до 1,5 мм. Верхняя часть 5 коллекторных пластин, называемая петушком, имеет узкий продольный паз, в который закладывают проводники обмотки якоря и тщательно припаивают.

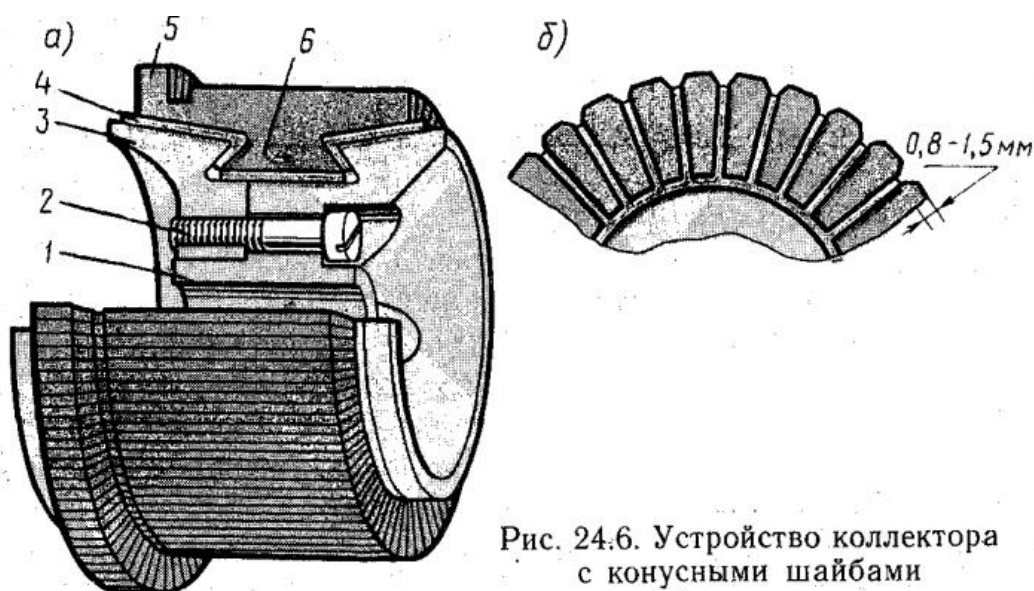


Рис. 24.6. Устройство коллектора с конусными шайбами

В машинах постоянного тока малой мощности часто применяют *коллекторы на пластмассе*, отличающейся простотой в изготовлении. Набор медных и миканитовых пластин в таком коллекторе удерживается пластмассой, запрессованной в пространство между набором пластин и стальной втулкой 4 и образующей корпус коллектора. Иногда с целью увеличения прочности коллектора эту пластмассу 2 армируют стальными кольцами 3. В этом случае миканитовые прокладки должны иметь размеры большие, чем у медных пластин 1, что исключит замыкание пластин стальными (армирующими) кольцами 3. Электрический контакт с коллектором осуществляется посредством щеток, располагаемых в щеткодержателях 4.

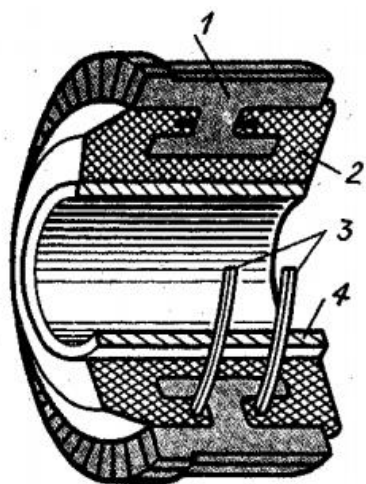


Рис. 24.7. Устройство коллектора на пластмассе

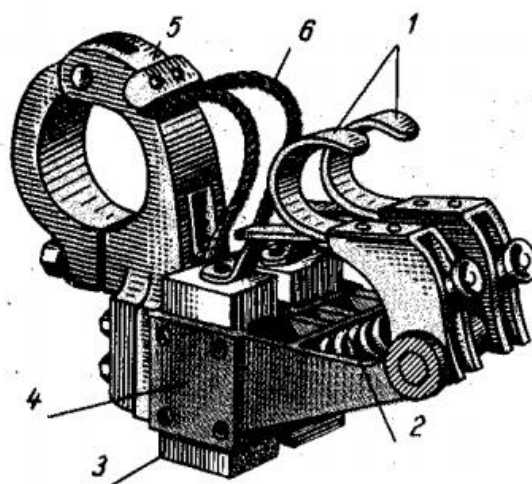


Рис. 24.8. Щеткодержатель (сдвоенный) машины постоянного тока

Щеткодержатель состоит из обоймы 4, в которую помещают щетку 3, курка 1, представляющего собой откидную деталь, передающую давление пружины 2 на щетку. Щеткодержатель крепят на пальце зажимом 5. Щетка снабжается гибким тросиком 6 для включения ее в электрическую цепь машины. Все щеткодержатели одной полярности соединены между собой сборными шинами, подключенный к выводам машины. Одно из основных условий бесперебойной работы машины – плотный и надежный контакт между щеткой и коллектором. Давление на щетку должно быть отрегулировано, так как чрезмерный нажим может вызвать преждевременный износ щетки и перегрев коллектора, а недостаточный нажим – искрение на коллекторе.

Помимо указанных частей, машина постоянного тока имеет два подшипниковых щита: передней 12 (со стороны коллектор) и задней 7. В центральной части щита имеется расточка под подшипник. На переднем подшипниковом щите имеется смотровое окно (люк) с крышкой, через которое можно осмотреть коллектор и щетки, не разбирая машины. Концы обмоток выведены на зажимы коробки выводов. Вентилятор 8 служит для самовентиляции машины: воздух поступает в машину обычно со стороны коллектора, омывает нагретые части (коллектор, обмотки и сердечники) и выбрасывается с противоположной стороны через решетку.

Из рассмотрения принципа действия и устройства коллекторной машины постоянного тока следует, что неизменным элементом этой машины, включенным между обмоткой якоря и внешней сетью, является щеточно-коллекторный узел – механический преобразователь рода тока. Таким образом, коллекторные машины сложнее бесколлекторных машин переменного тока (асинхронной и синхронной) и, следовательно, уступают им (особенно асинхронной машине) в надежности и имеют более высокую стоимость.

IV. Закрепление темы.

1. Беседа по вопросам:

- Каково назначение коллектора в генераторе и двигателе?
- Почему станину машины постоянного тока делают из стали?
- Каково назначение конусных шайб в коллекторе?

2. Показ видеоролика.

V. Итоги занятия.

1. Оценка студентов.

2. Домашнее задание. Изучить пройденный материал.