

Тема №1. Теоретические основы построения систем вооружения зенитных ракетных войск

Занятие № 8. Преобразователи электроэнергии и электрические машины, используемые в системах вооружения ЗРВ

Учебные вопросы

1. Назначение, состав и принцип работы электрических машин.
2. Назначение, состав и принцип работы преобразователей электроэнергии.

1. Назначение, состав и принцип работы электрических машин.

Электрической машиной называется электромагнитное устройство, предназначенное для взаимного преобразования механической и электрической энергии.

В зависимости от вида преобразования различают следующие виды электрических машин:

генераторы – машины, преобразующие механическую энергию, подводимую к валу, в электрическую;

двигатели – машины, преобразующие электрическую энергию в механическую;

преобразователи – машины, преобразующие электрическую энергию одних параметров в электрическую энергию других параметров.

В зависимости от рода тока, в цепи которого работает электрическая машина, они подразделяются на машины постоянного и переменного тока. Основными их элементами являются неподвижный статор и подвижный (вращающийся) ротор.

Часть электрической машины, в которой создается ЭДС (для генератора) или протекает рабочий ток (для двигателя) называется *якорем*. Часть электрической машины, создающая основной магнитный поток,

называется *индуктором*. В качестве индуктора могут использоваться постоянные магниты, но чаще применяют электромагниты. И якорь, и индуктор могут располагаться как на статоре, так и на роторе.

Принцип действия электрических машин основан на законах электромагнитной индукции и электромагнитных сил.

Сущность закона электромагнитной индукции заключается в том, что при движении под воздействием механической силы $F_{\text{мех}}$ проводника в магнитном поле и пересечении им магнитных силовых линий в проводнике индуцируется электродвижущая сила (ЭДС) (рис.1,а). Такой же эффект будет при пересечении неподвижного проводника изменяющимся магнитным полем.

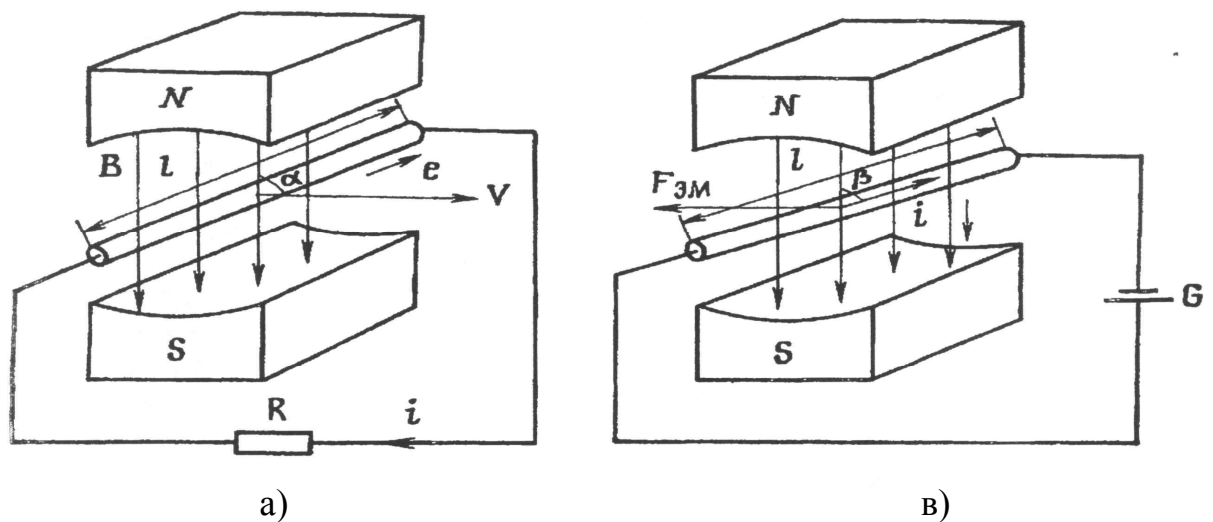


Рис.1. Получение э.д.с. (а) и электромагнитной силы (в) проводника

Численное значение ЭДС определяется выражением:

$$E = BVl \sin \alpha,$$

где: B – величина индукции магнитного поля;

V – линейная скорость движения проводника;

l – длина проводника, находящегося в поле;

α – угол между направлениями векторов B и V .

Направление ЭДС определяется по правилу правой руки. Его суть в следующем: Если правую руку расположить так, чтобы магнитные силовые линии входили в ладонь, а отведенный большой палец совместить с направлением перемещения проводника, то сомкнутые четыре пальца покажут направление ЭДС.

Сущность закона электромагнитных сил заключается в том, что на проводник с током, расположенный в магнитном поле (рис.1,в), действует электромагнитная сила. Численное значение силы определяется выражением:

$$F_{\text{эм}} = Bilsin\beta,$$

где: B – величина индукции магнитного поля:

i – сила тока, протекающего по проводнику;

l – длина проводника, находящегося в поле;

β – угол между направлениями векторов B и i .

Направление действия электромагнитной силы определяется по правилу левой руки: Если левую руку расположить так, чтобы магнитные силовые линии входили в ладонь, а сомкнутые четыре пальца совпадали с направлением протекания тока в проводнике, то отведенный в сторону большой палец покажет направление действия электромагнитной силы.

Если при этом замкнуть внешнюю цепь проводника, то в нем будет протекать ток и возникнет электромагнитная сила, уравновешивающая механическую силу: $F_{\text{эм}} = F_{\text{мех}}$.

Для случая, когда $\alpha = \beta = 90^\circ$, можно записать:

$$F_{\text{мех}} V = F_{\text{эм}} V = Bile/Bl = ei \quad \text{или} \quad P_{\text{мех}} = P_{\text{эм}}.$$

Это равенство выражает принцип *взаимного превращения механической и электрической энергии* и означает, что любая электрическая машина обратима, то есть может работать и в качестве двигателя, и в качестве генератора.

Рассмотрим состав и принципы работы основных электрических машин, используемых в вооружении и военной технике ЗРВ.

Асинхронным двигателем называется машина, преобразующая электрическую энергию переменного тока в механическую.

Принцип ее действия показан на рис.2. Если замкнутую рамку поместить в магнитное поле и вращать полюса магнита по ходу часовой стрелки с числом оборотов n_1 , то по закону электромагнитной индукции в рамке будет наводиться ЭДС. Так как рамка замкнута, то под воздействием ЭДС в ней будет протекать ток. Этот ток будет создавать магнитный поток, который, взаимодействуя с вращающимся магнитным полем (ВМП) полюсов, вызовет действие на рамку электромагнитных сил $F_{эм}$. Поскольку эти силы в верхней и нижней частях рамки направлены в противоположные стороны, то возникает вращающий момент, под воздействием которого рамка будет вращаться в сторону ВМП с числом оборотов n_2 , меньшим n_1 .

Вращение рамки будет не одновременное (синхронное) с исходным магнитным полем, а асинхронное, вследствие чего и машины названы *асинхронными*.

Вращающееся магнитное поле может быть создано механически путем вращения постоянного магнита вокруг рамки или, чаще всего, электрически с помощью катушек, питающихся одно-, двух- или трехфазной системой ЭДС.

Условие $n_2 < n_1$ является обязательным для работы асинхронных двигателей, так как ротор не имеет собственного магнитного поля. Оно является индуктированным и возникает благодаря пересечению ротора полем статора при $n_2 < n_1$.

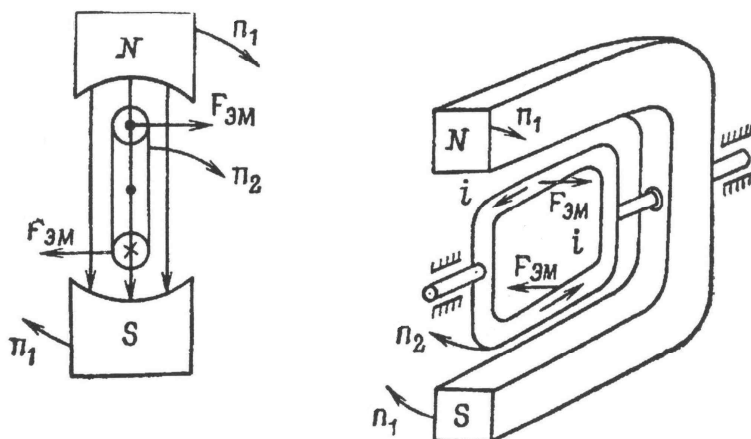


Рис. 2. Принцип действия асинхронного двигателя

Относительное отставание ротора от поля статора называют скольжением. Оно может быть определено из выражения:

$$s = (n_1 - n_2) / n_1 ,$$

или в процентах

$$s = (n_1 - n_2) / n_1 \cdot 100\% .$$

В момент пуска двигателя ротор неподвижен и, соответственно, скольжение равно единице. При холостом ходе скольжение составляет доли процента. При номинальной нагрузке скольжение асинхронного двигателя в зависимости от мощности составляет несколько процентов.

Скольжение $s_{кр}$, при котором вращающий момент $M_{вр}$ является максимальным, называется критическим.

Область работы двигателя при $0 < s < s_{кр}$ называется областью устойчивой работы. При этом вращающий момент $M_{вр}$ двигателя уравнивается тормозным моментом нагрузки $M_{нагр}$ и двигатель вращается равномерно.

Равенство моментов устанавливается автоматически. Так, при увеличении $M_{нагр}$ обороты двигателя n_2 уменьшаются, а скольжение s растет. Увеличение скольжения вызывает увеличение вращающего момента до равенства $M_{вр} = M_{нагр}$. При уменьшении $M_{нагр}$ обороты двигателя n_2 возрастают, а скольжение s падает. Уменьшение скольжения вызывает уменьшение вращающего момента двигателя $M_{вр}$ до равенства $M_{вр} = M_{нагр}$.

Область работы двигателя при $s_{кр} < s < 1$ называется областью неустойчивой работы. При этом равенство $M_{вр} = M_{нагр}$ не выполняется и двигатель или переходит в область устойчивой работы, или останавливается.

Так, при увеличении $M_{нагр}$ обороты двигателя n_2 падают, а скольжение s растет. Это приводит к уменьшению вращающего момента $M_{вр}$ и

дополнительному падению числа оборотов двигателя. И так до полной остановки двигателя. Если в этом случае не отключить питающее напряжение, двигатель выйдет из строя из-за перегрева обмоток статора большими токами.

Асинхронные двигатели состоят из двух основных частей – статора и ротора, между которыми имеется воздушный зазор. Неподвижный статор состоит из станины, магнитопровода (сердечника) и обмоток (рис.3,а).

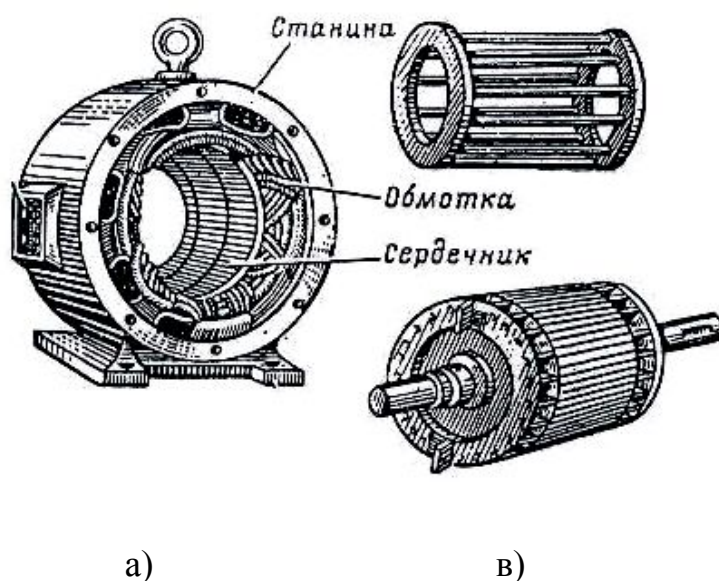


Рис.3. Устройство основных элементов асинхронного двигателя

Станина выполнена из чугуна или стали. На ее внутренней стороне расположен магнитопровод из электротехнической стали, в пазах которого находятся фазные обмотки. Их количество отражается в названии двигателя. Так, у трехфазного асинхронного двигателя их три. Они выполнены одинаково и расположены под углом 120° относительно друг друга.

Вращающийся ротор двигателя представляет собой стальной цилиндр, в пазах которого также располагается своя обмотка (рис.3,в). Он может быть короткозамкнутым или фазным. В первом случае в пазы заливается медь или алюминий, образующие обмотку в виде стержней, замкнутых по торцам между собой (так называемая «беличья клетка»). Фазный ротор имеет обмотки, выполненные из медного провода по типу статорных с таким же

числом фаз. Концы фаз соединяются с контактными кольцами, которые через щетки подсоединяются к пускорегулирующему реостатному устройству.

Для уменьшения потерь на вихревые токи статоры и роторы электрических машин делают не литыми, а набирают в виде пакетов из отдельных изолированных друг от друга листов электротехнической стали толщиной 0,2 – 0,5 мм. Вид асинхронного двигателя в сборе показан на рис.3,с).

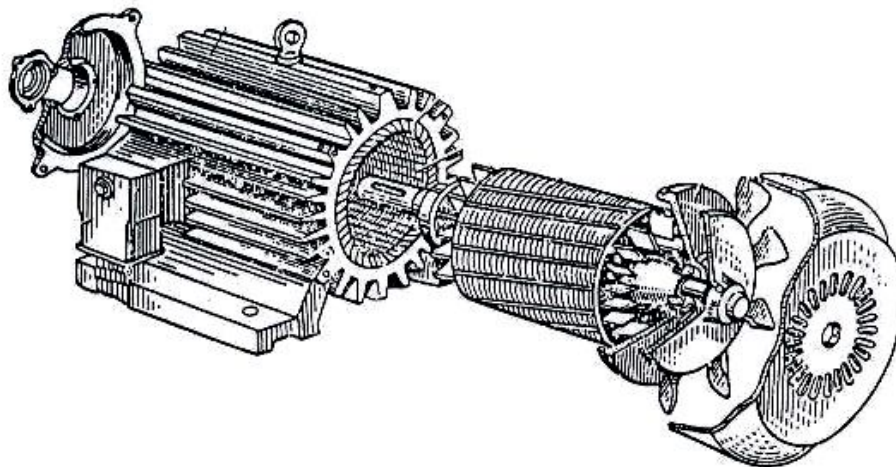


Рис. 3,с. Асинхронный двигатель в сборе

Если подключить статорные обмотки двигателя к сети трехфазного переменного тока, то внутри статора возникнет вращающееся магнитное поле, пересекающее одновременно обмотки и статора, и ротора. Частота его вращения n_1 определяется как:

$$n_1 = 60 \cdot f / p,$$

где: n_1 – число оборотов, об/мин:

f – частота переменного тока, Гц:

p – число пар полюсов.

В соответствии с законом электромагнитной индукции это поле будет наводить в обмотках двигателя электродвижущие силы. Под их воздействием в роторных обмотках начнут протекать токи, которые, взаимодействуя с ВМП статора, создадут вращающий момент, увлекающий ротор в сторону вращения поля статора. Скорость вращения ротора n_2 всегда будет отличаться от скорости вращения поля статора n_1 .

Впервые конструкция трехфазного асинхронного двигателя была предложена русским инженером М.О. Доливо - Добровольским в 1896 году и с небольшими изменениями сохранилась до сих пор.

Синхронные электрические машины применяются в технике прежде всего как генераторы, то есть источники электрической энергии переменного тока. Название «синхронные» отражает основную особенность этого вида машин переменного тока: ротор машины вращается с той же скоростью, что и вращающееся магнитное поле.

Работа синхронных генераторов основана на законе электромагнитной индукции. Рассмотрим их на примере генератора индукторного типа, в котором индуктирование ЭДС осуществляется пульсирующим магнитным полем.

Принцип работы подобного генератора показан на рис.4,а.

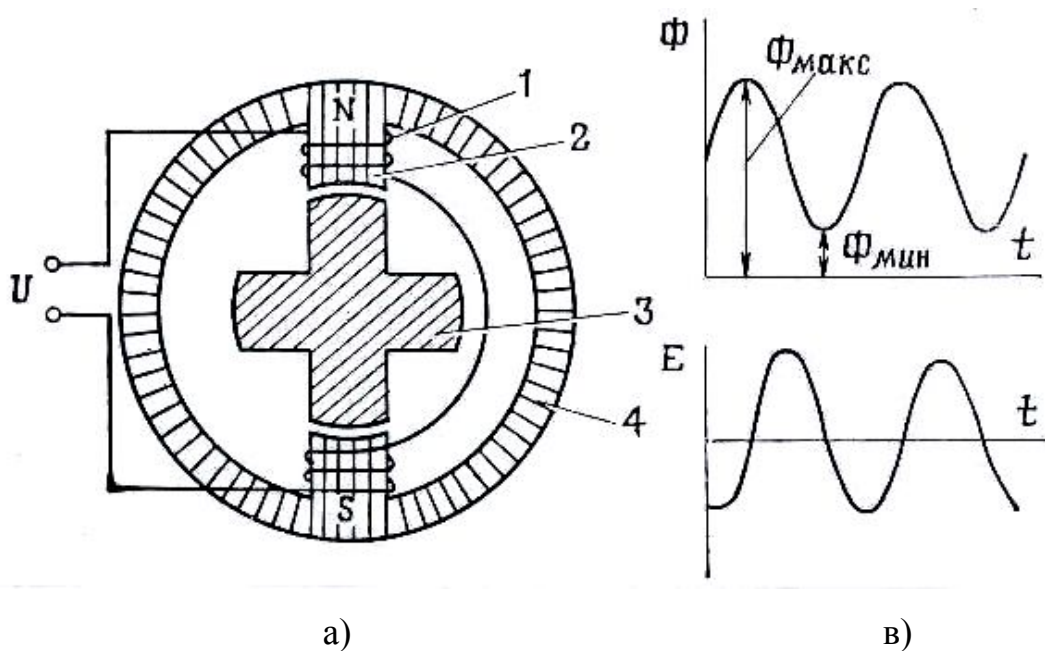


Рис.4. Устройство генератора индукторного типа (а) и принцип изменения магнитного потока его индуктора (в)

Статор машины (4) является якорем, на полюсах (2) которого размещена якорная обмотка (1). Ротор генератора (3), выполняющий роль индуктора, обмотки не имеет и представляет собой магнитопровод зубчатой формы. При его вращении изменяется магнитное сопротивление магнитной

системы машины, в результате чего магнитный поток индуктора будет изменяться (рис.4,в). Пульсирующий магнитный поток, пересекая витки якорной обмотки, расположенной на статоре, наводит в ней переменную ЭДС с частотой

$$f = z_p n / 60,$$

где: z_p – число зубцов ротора;

n – число оборотов ротора.

На практике магнитное поле подобных генераторов создается не полюсами постоянного магнита, а с помощью специальной обмотки возбуждения, также размещаемой на статоре. Кроме того, роторы таких машин имеют несколько пар зубцов, что позволяет использовать их для создания ЭДС повышенной частоты. Поперечный разрез подобного генератора показан на рис.5, где цифрами отмечены: статор (1), якорная обмотка (2), обмотка возбуждения (3) и зубец ротора (4).

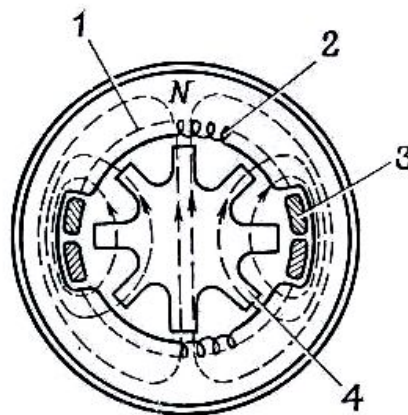


Рис.5. Устройство генератора индукторного типа повышенной частоты

Наряду с генераторами переменной ЭДС в различных системах автоматики и электропривода радиоэлектронных средств ЗРВ широко применяются *генераторы постоянного тока*. Они представляют собой электрические машины, преобразующие механическую энергию вращения вала первичного двигателя в электрическую энергию постоянного тока. Принцип работы такого генератора показан на рис.6.

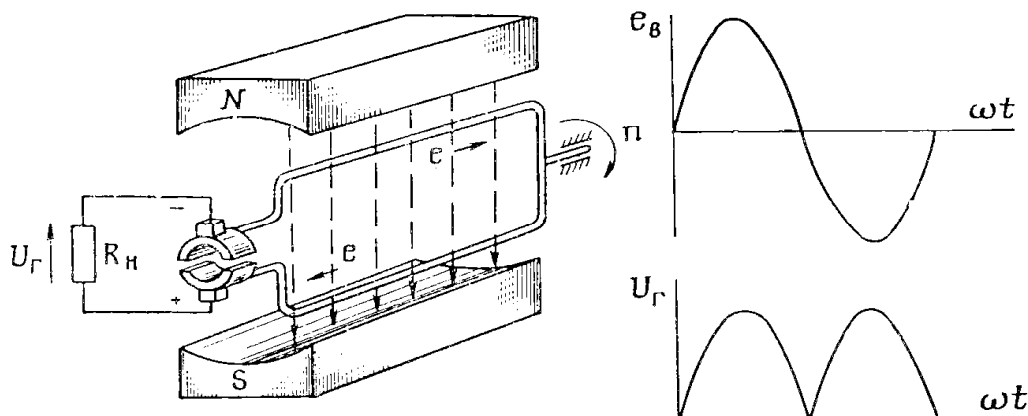


Рис.6. Принцип работы генератора постоянного тока

Если виток проводника поместить в магнитное поле, то при вращении витка в его активных проводниках будет наводиться ЭДС, направление которой будет определяться правилом правой руки. Если концы проводников подсоединить к коллектору, представляющего собой полукольца, скользящие по специальным щеткам, то при вращении витка к каждой щетке все время будет подсоединяться проводник, имеющий ЭДС одного знака. Вследствие этого направление протекания тока и полярность напряжения во внешней цепи будут оставаться постоянными.

Таким образом, коллектор работает как двухполупериодный выпрямитель и обеспечивает на выходе пульсирующее напряжение одного знака.

Внешний вид элементов подобного генератора показан на рис.7.

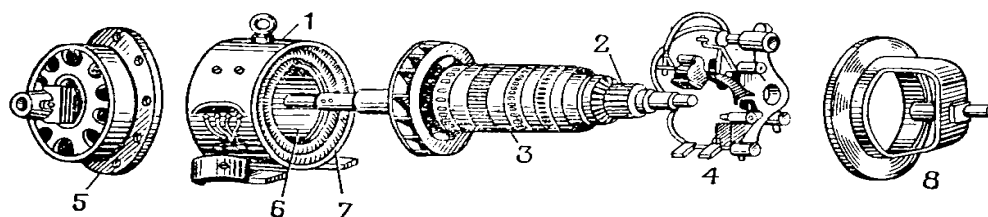


Рис. 7. Основные элементы генератора постоянного тока

В корпусе статора (1) находится сердечник (6), в пазах которого расположена обмотка возбуждения (7). При протекании по ней тока внутри статора возникает рабочее магнитное поле. Таким образом, статор выполняет роль индуктора.

Якорем генератора является вращающийся ротор (3), в пазах которого уложена якорная обмотка. Для уменьшения пульсаций выходного напряжения генератора, а также для обеспечения надежной работы, она содержит большое число витков, разделенных на отдельные секции.

На валу ротора находится коллектор (2), представляющий собой цилиндр, состоящий из ряда клиновидных медных пластин, изолированных друг от друга. К каждой пластине припаивается вывод одной секции якорной обмотки.

Для отвода ЭДС генератора во внешнюю цепь используется щеточный механизм, состоящий из траверсы (4) щеткодержателей и самих щеток, прижимаемых пружинами к поверхности коллектора. С торцов машина закрыта передней (8) и задней (5) крышками.

Широкое распространение в различных системах военного назначения получили специальные электрические машины, к которым относятся, например, сельсины. Они входят в состав электрических следящих систем, служащих для одинакового углового перемещения двух или нескольких механически не связанных между собой валов.

С их помощью может осуществляться передача на расстояние показаний измерительных приборов, например, контролирующих положение антенны РЛС, а также производиться управление поворотом антенной системы в целом.

Сельсин представляет собой маломощную индукционную электрическую машину переменного тока. Его принципиальная схема представлена на (рис.8,а). Первичная обмотка, называемая обмоткой возбуждения, является однофазной и чаще всего располагается на статоре. Вторичная, называемая обмоткой синхронизации, состоит из трех

одинаковых обмоток, соединенных «звездой» и сдвинутых между собой в пространстве на угол 120° . Она располагается на роторе. Угол, образованный осью первой фазы обмотки синхронизации с осью обмотки возбуждения, называется углом поворота ротора α .

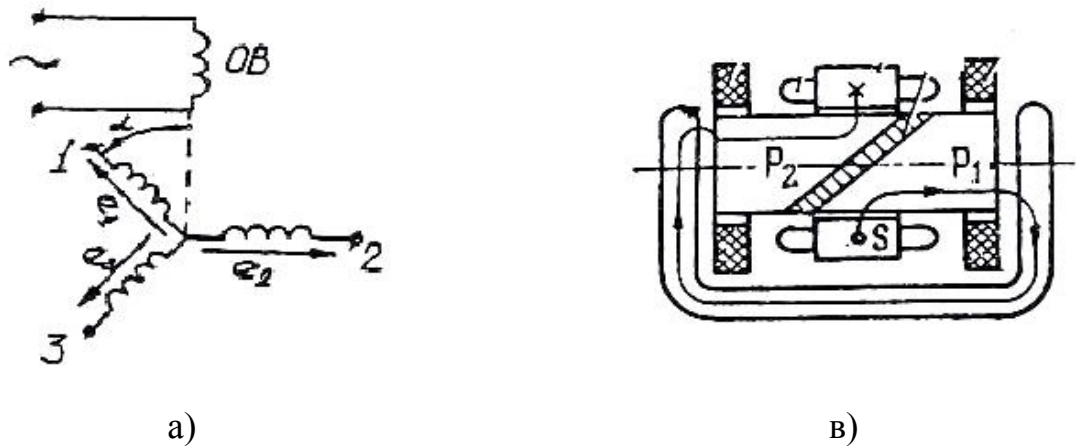


Рис.8. Принципиальная схема (а) и устройство бесконтактного (в) сельсина

Принцип действия сельсина, как любой электрической машины, основан на законе электромагнитной индукции. Переменный ток, протекая по однофазной обмотке возбуждения сельсина, создает вокруг нее переменное магнитное поле. Это поле пересекает обмотку синхронизации и наводит в ее фазах переменные ЭДС E_1, E_2, E_3 .

Амплитуда каждой из них различна и зависит от взаимного положения обмоток. При синусоидальном распределении магнитного потока под полюсами и при условии, что обмотки 1, 2, 3 совершенно идентичны, действующие значения ЭДС будут определяться соотношениями:

$$E_1 = E \cos \alpha;$$

$$E_2 = E \cos(\alpha - 120^\circ);$$

$$E_3 = E \cos(\alpha - 240^\circ).$$

Несмотря на многообразие решаемых задач и особенности различных сельсинов, основным их классификационным признаком является способ

токоподвода. В соответствии с этим признаком сельсины делятся на контактные и бесконтактные.

Основным недостатком контактных сельсинов является наличие на роторе скользящих контактов «щетка-кольцо», создающих значительный момент трения и не обеспечивающих достаточной надежности работы.

В бесконтактном сельсине (рис.7,в) обмотка синхронизации располагается на статоре, а обмотка возбуждения размещена на торцевых крышках сельсина и состоит из двух тороидальных катушек, включенных последовательно. Ротор сделан из двух стальных половинок, разделенных немагнитной втулкой. Благодаря этой втулке магнитный поток обмотки возбуждения, проходя в одну из половинок ротора, меняет свое направление на 90° и попадает в статорное кольцо, пронизывает обмотку синхронизации и возвращается в ротор через вторую его половинку. При повороте вала сельсина на некоторый угол, на такой же угол поворачивается и магнитное поле возбуждения.

В результате неподвижные обмотки синхронизации пересекаются изменяющимся магнитным полем, что приводит к возникновению в них индуктированной ЭДС.

Недостатком бесконтактных сельсинов является меньший по величине поток обмотки возбуждения и, следовательно, меньший момент на валу.

Конструкция и теория работы бесконтактных сельсинов были разработаны в 1938 году советскими учеными А. Г. Иосифьяном и Д. В. Свечарниковым.

Особенностью применения сельсинов в синхронных передачах является использование их в паре (рис.9). При этом первый из них, связанный через редуктор с осью антенны, называется *сельсин - датчиком*, а второй, на оси которого расположена стрелка прибора индикации азимута, *сельсин – приемником*. Если роторы обоих сельсинов занимают одинаковые положения относительно статорных обмоток, то в соответственных фазах датчика и приемника будут наводиться одинаковые по амплитуде, но

противоположные по направлению ЭДС. Ток в цепи статорных обмоток протекать не будет.

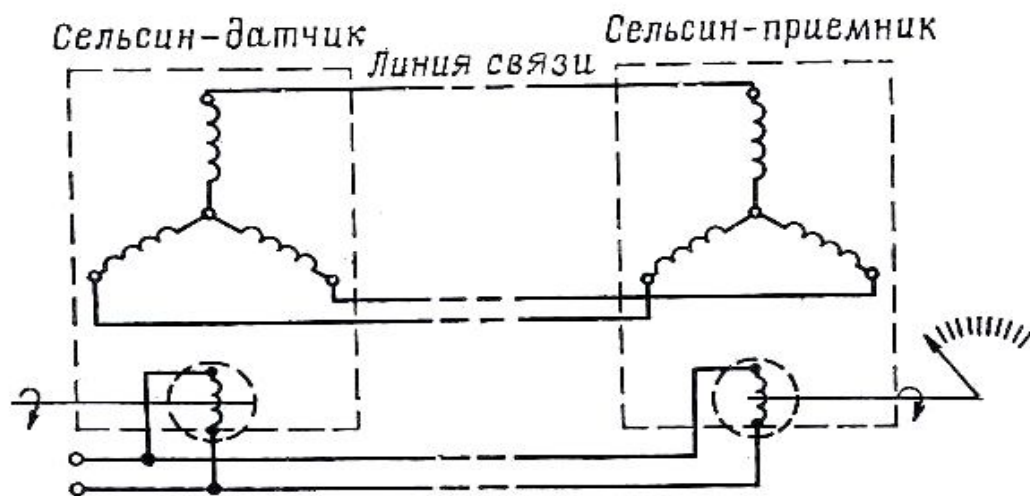


Рис. 9. Синхронная передача на сельсинах

При повороте антенны и связанного с ней ротора сельсин-датчика на некоторый угол θ в соответственных фазах обмоток синхронизации индуцируются неодинаковые по амплитуде ЭДС. Так как цепи этих обмоток замкнуты, то в них возникнут уравнивающие токи, которые вызовут возникновение противоЭДС. В результате на роторы сельсинов начнут действовать встречные вращающие моменты с тем, чтобы устранить возникшее рассогласование. Однако положение ротора сельсин-датчика зафиксировано вращающим его механизмом. Поэтому вращаться будет только ротор сельсин-приемника. Это вращение прекратится лишь после поворота оси ротора и, соответственно, стрелки прибора индикации азимута на угол θ .

Сельсин-приемник индикаторной синхронной передачи создает на своем валу очень небольшое усилие, достаточное лишь для поворота стрелки прибора. Если же необходимо повернуть какой-то агрегат или устройство, то применяется *силовая синхронная передача*, называемая *следящей системой*. В общем случае в ее состав входят (рис.10): сельсин-датчик, ротор которого связан со стрелкой индикаторного устройства, сельсин-приемник, ротор

которого жестко связан с валом рабочего механизма, усилитель мощности и исполнительный двигатель.

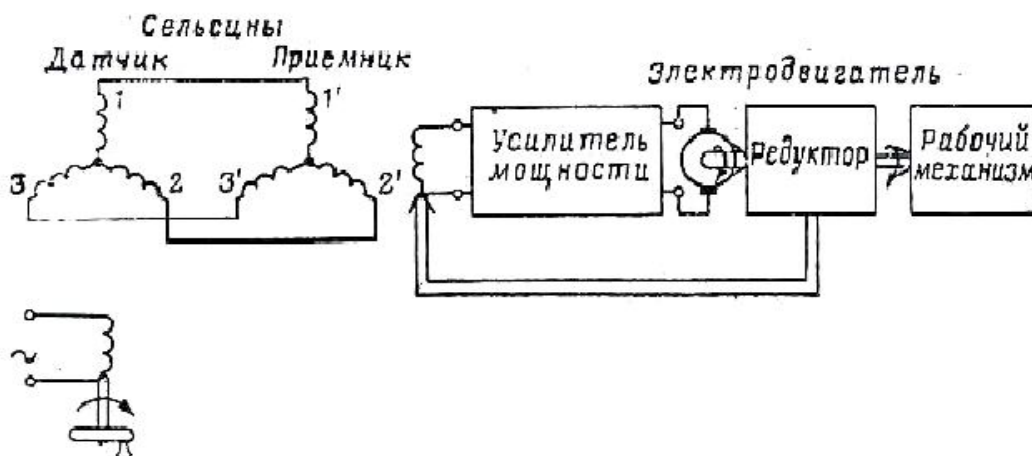


Рис. 10. Структурная схема следящей передачи на сельсинах

Следящая система работает следующим образом. В исходном состоянии роторы сельсин-датчика и сельсин-приемника расположены взаимно перпендикулярно. Магнитное поле статорной обмотки сельсин-приемника перпендикулярно обмотке его ротора, следовательно, ЭДС в роторной обмотке отсутствует. Сигнала на входе усилителя нет, исполнительный двигатель не вращается.

При повороте ротора сельсин-датчика на некоторый угол на такой же угол повернется и магнитный поток статорной обмотки сельсин-приемника. Он будет пересекать роторную обмотку, наводя в ней переменную ЭДС. Амплитуда ЭДС будет тем больше, чем на больший угол повернется ротор сельсин-датчика.

ЭДС, наводимая в обмотке ротора сельсин-приемника, подается на вход усилителя мощности, усиливается им и приводит во вращение вал исполнительного двигателя. Двигатель через редуктор поворачивает вал рабочего механизма и одновременно ротор сельсин-приемника. Вращение будет продолжаться до тех пор, пока ротор сельсин-приемника опять не встанет перпендикулярно к ротору сельсин-датчика. При этом сигнал на

входе усилителя станет равным нулю и двигатель остановится. Рабочий механизм окажется повернут на такой же угол, что и ротор сельсин-датчика.

В качестве усилителя мощности в следящих передачах обычно используются электромашинные усилители (ЭМУ).

Электромашинный усилитель представляет собой генератор постоянного тока специальной конструкции, имеющий два каскада усиления.

Ротор генератора представляет собой вращающуюся часть ЭМУ и выполняет роль якоря. Он состоит из сердечника, обмотки и коллектора. Особенностью ЭМУ является наличие двух пар щеток. Одна пара (А-А') расположена на геометрической нейтрали якоря и во внешней цепи замкнута накоротко, а другая (В-В') расположена перпендикулярно ей на оси полюсов. С нее снимается выходное напряжение, которым управляется исполнительный двигатель. Входом усилителя являются управляющие обмотки возбуждения, а выходом – обмотка якоря.

Принцип работы ЭМУ состоит в следующем.

Ротор приводится во вращение приводным двигателем с постоянной скоростью ω . При протекании по обмоткам управления тока возбуждения возникает магнитный поток $\Phi_1 = \alpha_1 i_1$, который пересекает обмотки вращающегося якоря. Плоскость короткозамкнутой обмотки расположена вдоль магнитных силовых линий потока Φ_1 и, следовательно, при вращении ротора активные проводники этой обмотки наиболее интенсивно пересекают магнитные силовые линии потока Φ_1 , испытывая наибольшее воздействие с его стороны. На щетках А-А' возникает максимальная ЭДС E_2 , величина которой пропорциональна скорости вращения ω : $E_2 = c_1 \omega \Phi_1$. Так как эти щетки замкнуты во внешней цепи, то по ним будет протекать максимальный ток - ток короткого замыкания i_2 , который существенно превосходит по величине ток обмоток управления i_1 . Это первая ступень усиления, обусловленная конструкцией ЭМУ.

При протекании по короткозамкнутой обмотке тока i_2 , перпендикулярно ее плоскости возникает магнитный поток $\Phi_2 = \alpha_2 i_2$, который

воздействует на обмотку, соединенную со щетками В-В', так же, как поток Φ_1 на обмотку, соединенную со щетками А-А'. Он формирует в ней выходную ЭДС $E_3 = c_1 \omega \Phi_2 = c_1^2 \alpha_1 \alpha_2 \omega^2 i_1$. Поскольку поток Φ_2 существенно больше по величине потока Φ_1 , то и ЭДС E_3 существенно больше E_2 .

В этом суть второй ступени усиления ЭМУ.

Таким образом, ЭДС E_3 на выходе ЭМУ пропорциональна току i_1 в обмотке управления и квадрату скорости вращения ω . В связи с этим для вращения ротора ЭМУ применяются высокоскоростные двигатели. В тоже время ЭМУ больше, чем обычные генераторы, чувствительны к изменениям скорости вращения, что приводит к необходимости более точного поддержания постоянства скорости вращения приводных двигателей. Кроме того, выходная ЭДС обратно пропорциональна сопротивлению короткозамкнутой обмотки, что требует более тщательного ухода за коллектором.

Сущность усиления состоит в том, что при всяком изменении величины и направления тока в цепи возбуждения, в цепи якоря (через нагрузку) будет происходить такое же по характеру изменение тока. При этом выделяемая на нагрузке мощность в сотни и тысячи раз больше той мощности, которая затрачивается на управление в цепи возбуждения. Усиление сигнала по мощности происходит за счет механической энергии, сообщаемой двигателем, приводящим во вращение якорь генератора.

3. Назначение, состав и принцип работы преобразователей электроэнергии.

Современное вооружение зенитных ракетных войск представляет собой сложные радиоэлектронные и технические комплексы, потребляющие в процессе функционирования электроэнергию различных параметров (мощности, напряжения, тока, частоты, числа фаз). В то же время базовым источником питания является, как правило, один источник. Им может быть,

например, аккумуляторная батарея или государственная линия переменного тока промышленной частоты. Следовательно, возникает задача преобразования электроэнергии. Для ее решения в системах энергоснабжения ВВТ ЗРВ широко используются устройства преобразования параметров электроэнергии. В зависимости от назначения они разделяются на инверторы, конверторы (умформеры) и циклоконверторы.

Инвертор – устройство, преобразующее напряжение постоянного тока в напряжение переменного тока.

Конвертор – устройство, преобразующее напряжение постоянного тока одной величины в напряжение постоянного тока другой величины.

Циклоконвертор (преобразователь частоты) - устройство, преобразующее напряжение переменного тока одной величины в напряжение переменного тока другой величины.

По принципу действия преобразователи делятся на электромашинные и статические.

Исторически первыми были разработаны и созданы электромашинные преобразователи. Они позволяют достаточно просто реализовать процесс преобразования электроэнергии путем механического соединения в одном корпусе различных электрических машин. Кроме того, они способны выдерживать большие перегрузки и кратковременные короткие замыкания. Поэтому подобные устройства широко распространены в системах энергоснабжения вооружения ЗРВ.

Наибольшее применение из них нашли преобразователи частоты серии ПСЧ (Преобразователь, Синхронный, Частоты), обеспечивающие преобразование трехфазного электрического тока частотой 50 Гц в трехфазный электрический ток частотой 400, 800 или 1000 Гц.

Преобразователи этой серии выпускаются на мощность 15, 30, 50 и 100 кВт.

Применение повышенных частот в системах электропитания РЭС позволяет:

уменьшить габариты и вес электрических машин и другой аппаратуры - трансформаторов, магнитных усилителей, выпрямителей;

создать высокоскоростные асинхронные и синхронные электродвигатели;

использовать подобные двигатели в системах запуска гироскопов для повышения их кинетического момента.

Блок-схема преобразователя частоты серии ПСЧ представлена на рис. 11.

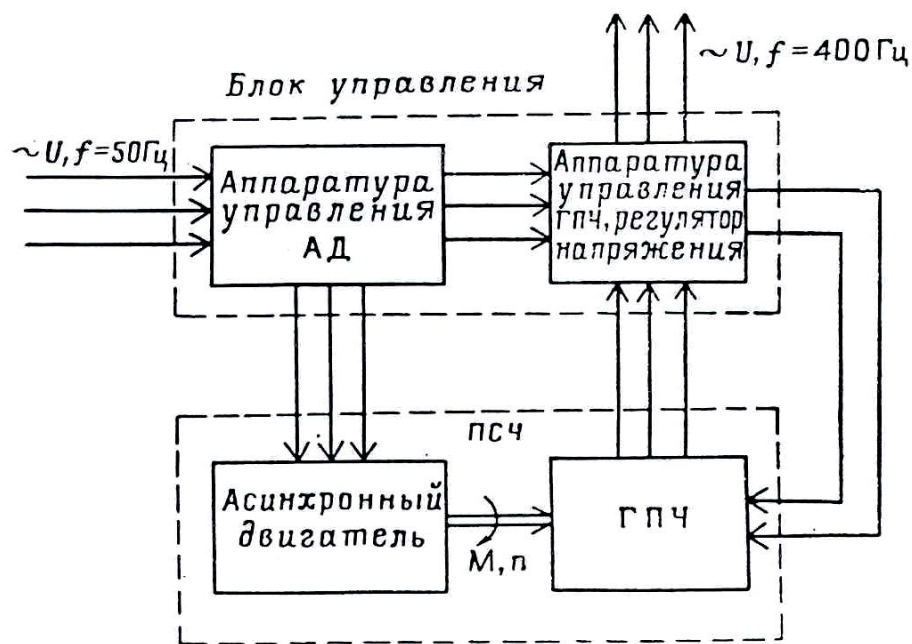


Рис.11. Блок-схема преобразователя частоты серии ПСЧ

В составе ПСЧ конструктивно выделяют блок управления и собственно преобразователь. В состав блока управления входят аппаратура управления асинхронным двигателем и генератором, а также пусковая, защитная и измерительная аппаратура. Схема управления ГПЧ предусматривает ручное и автоматическое регулирование напряжения.

Внешний вид и устройство основных элементов преобразователя представлены на рис.12.

Преобразователь состоит из основного агрегата и статической системы возбуждения.

Основной агрегат выполнен в виде однокорпусной электрической машины (рис.12,а), состоящий из приводного трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором (4) и трехфазного синхронного генератора повышенной частоты индукторного типа (3).

В качестве основных элементов агрегата выделяют: статор генератора (рис. 12,в), статор двигателя (рис. 12,с), ротор преобразователя (рис. 12,д) и подшипниковые щиты.

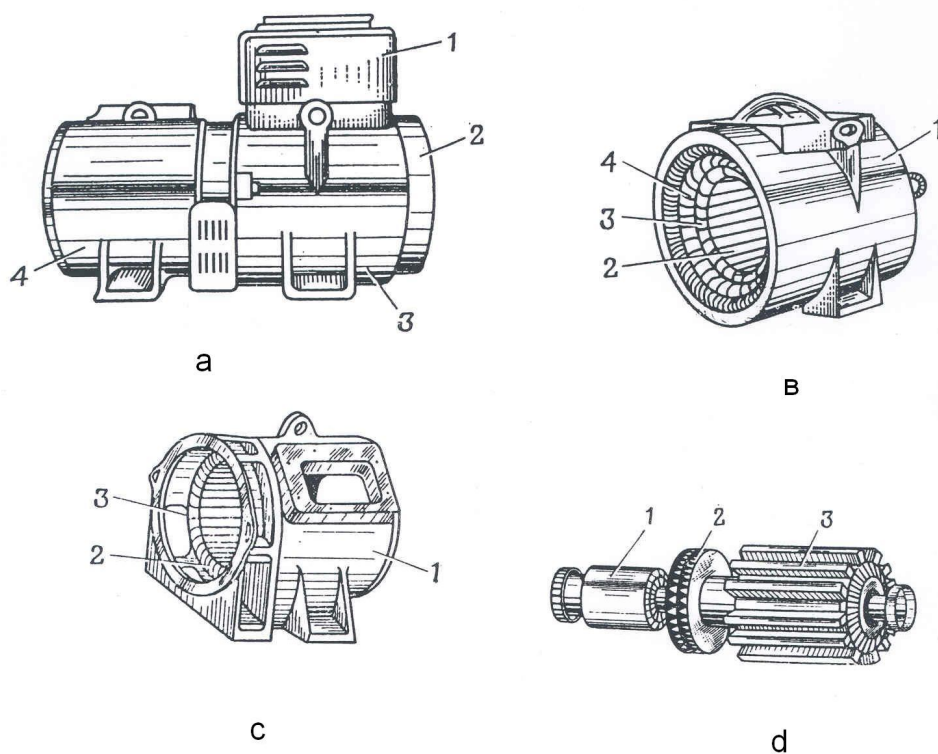


Рис.12. Основные элементы преобразователя

Статическая система возбуждения предназначена для питания обмотки возбуждения генератора постоянным током и поддержания выходного напряжения неизменным. В ее состав входят блок питания (1), расположенный на станине генератора и блок управления, который находится на распределительном щите питающей электростанции.

На подшипниковом щите, расположенном на торце генератора, находится силовой выпрямитель (2) блока питания системы возбуждения.

Генератор состоит из двух основных частей: статора, являющегося якорем, и ротора, выполняющего роль индуктора. Статор (рис.12,в) состоит из корпуса (1), внутри которого размещается сердечник (2), набранный из листов электротехнической стали. В малых пазах сердечника располагается трехфазная якорная обмотка (3), состоящая из соединенных между собой секций. Концы каждой фазы выведены на клеммную коробку. В больших пазах находится обмотка возбуждения (4), состоящая из двух катушек.

Статор двигателя (рис. 12,с) имеет аналогичную конструкцию. Внутри его корпуса (1) расположен магнитопровод из электротехнической стали (2), в пазах которого находятся трехфазная обмотка (3). С целью уменьшения пускового тока обмотка выполнена в виде отдельных секций. При пуске двигателя они соединяются последовательно, а после разгона – параллельно. Переключение обмоток производится автоматически с помощью блоков ступенчатого пуска.

Ротор преобразователя (рис. 12,d) состоит из вала, на котором расположены гладкий ротор двигателя (1), вентилятор (2) и индуктор генератора (3), имеющий 8 зубцов, равномерно распределенных по окружности.

Блок управления предназначен для начального возбуждения синхронного генератора. Для этого питающее напряжение от сети переменного тока частотой 50 Гц подается через трансформатор начального возбуждения на выпрямитель, а с него на обмотку возбуждения генератора для создания рабочего магнитного потока.

После начального возбуждения генератор переходит на самовозбуждение. При этом напряжение с выхода генератора через силовой автотрансформатор поступает на силовой выпрямитель. С его выхода постоянное напряжение подается на обмотку возбуждения генератора.

Блок регулирования обеспечивает автоматическое и ручное регулирование выходного напряжения с заданной точностью.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ

Повторить материал занятия, подготовиться к контрольной работе