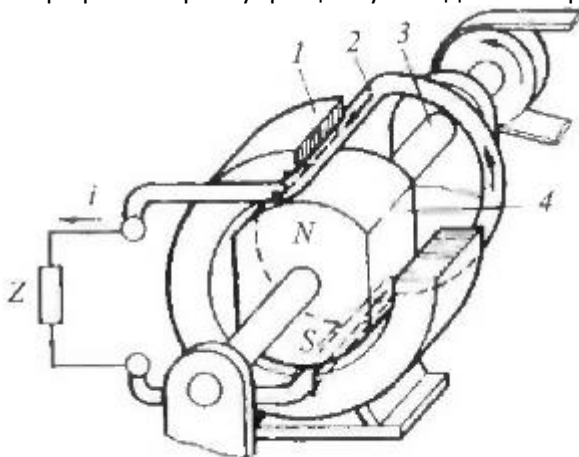


31 Принцип действия, применение, классификация и устройство синхронных машин

Принцип действия Для изучения принципа действия синхронного генератора рассмотрим упрощённую модель синхронной машины



1. Упрощенная модель синхронного генератора

Неподвижная часть машины, называемая статором, представляет собой полый шихтованный цилиндр 1 (сердечник статора) с двумя продольными пазами на внутренней поверхности. В этих пазах расположены стороны витка 2, являющегося обмоткой статора. Во внутренней полости сердечника статора расположена вращающаяся часть машины — ротор, представляющий собой постоянный магнит 4 с полюсами N и S , закреплённый на валу 3. Вал ротора посредством ременной передачи механически связан с приводным двигателем (на рисунке не показан). В реальном синхронном генераторе в качестве приводного двигателя может быть использован двигатель внутреннего сгорания либо турбина. Под действием вращающего момента приводного двигателя ротор генератора вращается с частотой n против часовой стрелки. При этом в обмотке статора в соответствии с явлением электромагнитной индукции наводится ЭДС, направление которой показано на рисунке стрелками. Так как обмотка статора замкнута на нагрузку Z , то в цепи этой обмотки появится ток I .

В процессе вращения ротора магнитное поле постоянного магнита также вращается с частотой n , поэтому каждый из проводников обмотки статора попеременно оказывается в зоне то северного N , то южного S

магнитного полюса. При этом каждая смена полюсов сопровождается изменением направления ЭДС в обмотке статора. Таким образом, в обмотке статора синхронного генератора наводится переменная ЭДС, а поэтому ток I в этой обмотке и в нагрузке Z также переменный.

Синхронная машина (СМ) – это электрическая машина переменного тока, частота вращения ротора которой равна частоте вращения магнитного поля статора $n = 60f/p$, где f – частота переменного тока, p – число пар полюсов. СМ, как и все электрические машины, обратима, т. е. она может работать как генератором, так и двигателем.

Синхронные машины широко применяются в народном хозяйстве как электрические генераторы и двигатели преимущественно большой мощности. На современных электростанциях электроэнергия вырабатывается синхронными генераторами (СГ), которые обычно соединяются с приводными двигателями без промежуточных редукторов.

Приводными двигателями для мощных синхронных генераторов служат гидротурбины, паровые и газовые турбины и относительно редко – двигатели внутреннего сгорания. СГ также служат источниками автономного электропитания на транспорте, в передвижных электростанциях.

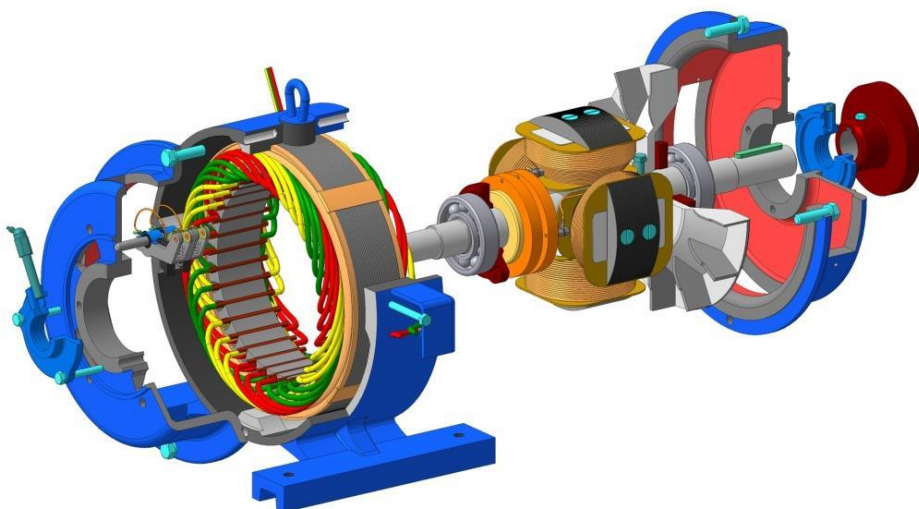
Синхронные двигатели (СД) применяются там, где требуется постоянная частота вращения. Мощные синхронные двигатели используются в качестве электроприводов на металлургических заводах, холодильных и компрессорных установках, нефтеперекачивающих станциях магистральных трубопроводов, для привода некоторых станков, насосов вентиляторов и т. д.

Весьма ценным свойством СД является их способность работать при токе, опережающем по фазе питающее напряжение. Это свойство используется для увеличения коэффициента мощности сети ($\cos\varphi$).

Специальные СД, предназначенные для увеличения $\cos\varphi$, называются синхронными компенсаторами. Они устанавливаются на крупных промышленных предприятиях и на трансформаторных подстанциях энергосистемы.

По назначению СМ можно разделить на генераторы, двигатели и специальные машины.

Синхронная машина состоит из неподвижной части – статора, и вращающейся части – ротора, которая представляет собой электромагнит.



В обмотки возбуждения ротора через щетки и кольца подается постоянный ток от возбудителя – машины постоянного тока или выпрямителя.

Якорем называется часть электрической машины, в которой индуцируется ЭДС (в СМ якорь чаще всего располагается на статоре).

Устройство статора СМ принципиально не отличается от устройства статора асинхронной машины; существенные отличия имеются только в машинах большой мощности. Статор СМ состоит из чугунной станины – корпуса, внутри которого находится сердечник статора, собранный из отдельных, изолированных между собой листов электротехнической стали. В пазы сердечника укладывают обмотку статора из медного изолированного провода.

По способу возбуждения различают СМ с электромагнитным и магнитоэлектрическим (используются постоянные магниты) возбуждением.

По конструкции ротора существуют СМ с явнополюсным и неявнополюсным ротором. Конструкции различных роторов представлены на рисунке 3.2.

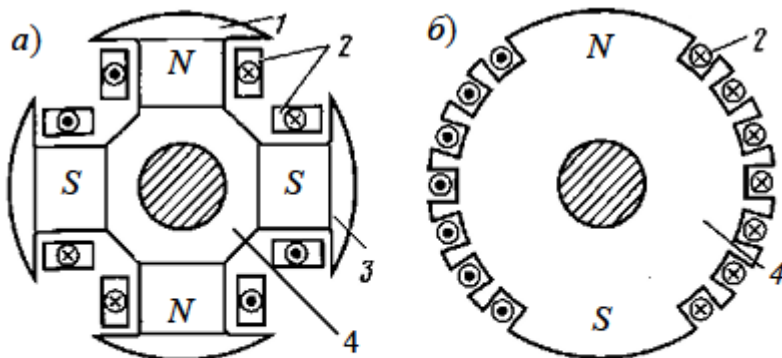


Рисунок 3.2 – Конструкции ротора явнополюсной (а) и неявнополюсной (б) синхронной машины:

1 – полюсный наконечник; 2 – виток обмотки возбуждения; 3 – сердечник полюса; 4 – сердечник

Явнополюсный ротор, имеющий выступающие полюсы, применяется для тихоходных машин с частотами вращения меньше 1000 об/мин. Для быстроходных мощных машин с частотами 1500 – 3000 об/мин явнополюсный ротор конструктивно невыполним из-за сложности надежного крепления полюсов при больших центробежных силах. Поэтому для быстроходных машин применяется неявнополюсный ротор, имеющий вид цилиндра без выступающих полюсов.

При электромагнитном возбуждении ротор представляет собой электромагнит, обмотка которого питается постоянным током через два изолированных контактных кольца, укрепленных на валу машины и вращающихся вместе с ротором. Этот ток подводится к ротору извне от дополнительного генератора постоянного тока небольшой мощности (возбудителя, рисунок 3.3).

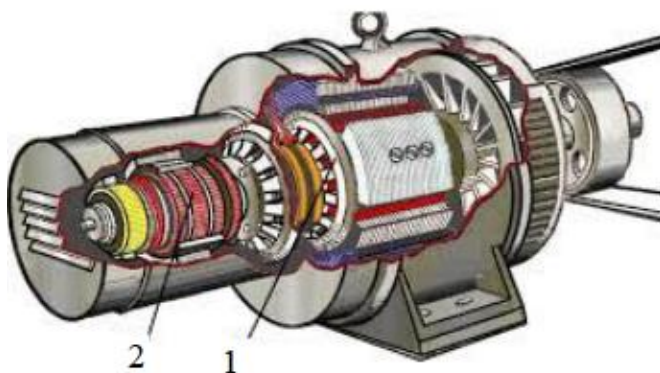


Рисунок 3.3– Расположение возбудителя (2) и генератора (1) в синхронной машине

Питание цепи возбуждения также можно осуществить от промышленной сети, используя управляемый тиристорный выпрямитель. В последние годы выпускаются синхронные машины с бесщеточным возбуждением. Обмотка ротора таких машин питается от полупроводникового выпрямителя, вращающегося вместе с ротором. Выпрямитель, в свою очередь, получает питание от возбудителя, в качестве которого выступает синхронный генератор небольшой мощности с якорем, размещённым на роторе, вал которого является продолжением вала основного генератора. Наведенная во вращающемся якоре возбудителя ЭДС, по проводникам, проложенным внутри полого вала ротора, подается на выпрямитель и далее на обмотку возбуждения основного генератора.

Сердечники полюсов большей частью изготовляют из литой стали, а обмотку полюсов – из медных изолированных проводов. Для создания синусоидально изменяющейся ЭДС необходимо получить синусоидальное распределение магнитной индукции в воздушном зазоре. Это достигается неравномерностью воздушного зазора между наконечником полюса и сталью магнитопровода статора: по краям полюсных наконечников воздушный зазор больше, чем под их серединой.

Существует прямое и обратное исполнение синхронной машины.

Прямое исполнение – обмотка возбуждения расположена на роторе, а обмотка переменного тока – на статоре. Обратное исполнение – обмотка возбуждения расположена на статоре, а рабочая обмотка – на роторе.