

160 Вопросы к контрольной работе по синхронным машинам с краткими ответами

1 Принцип действия синхронных машин и их применение.

Принцип действия СМ основан на вращении магнитного поля. В генераторе это поле создаётся магнитом (электромагнитом) ротора, его силовые линии пересекают витки статорной обмотки, наводя в них ЭДС. В двигателе вращающееся магнитное поле создаётся токами, протекающими по статорной обмотке, и увлекает за собой магнит (электромагнит) ротора.

Магнитное поле и ротор вращаются с одинаковой частотой, поэтому машины называют синхронными. Синхронные машины широко применяются в народном хозяйстве как электрические генераторы и двигатели преимущественно большой мощности.

2 Классификация и устройство синхронных машин.

СМ, как и все электрические машины, обратима, т. е. она может работать как генератором, так и двигателем. Синхронная машина состоит из неподвижной части – статора, и вращающейся части – ротора.

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 конструкции ротора существуют СМ с явнополюсным и неявнополюсным ротором. Ток в обмотку возбуждения подаётся через контактные кольца и щётки. Бывают СМ с магнитоэлектрическим возбуждением (используются постоянные магниты).

3 Реакция якоря синхронного генератора.

При протекании по обмотке якоря тока нагрузки генератора создается собственное магнитное поле, которое воздействует на поле обмотки возбуждения. Влияние магнитного потока якоря Φ_a на поле обмотки возбуждения Φ_0 называется *реакцией якоря*.

При чисто *активной нагрузке* реакция якоря поперечная.

При *индуктивной нагрузке* ток I отстает от ЭДС на 90° , и реакция якоря будет продольной размагничивающей.

При *ёмкостной нагрузке* реакция якоря продольная подмагничивающая.

Для компенсации действия реакции якоря изменяют ток возбуждения, при активной и индуктивной нагрузке его увеличивают, при ёмкостной – уменьшают.

4 Характеристики СГ при автономной работе.

Характеристика холостого хода СГ представляет собой график зависимости напряжения на выходе генератора в режиме холостого хода от тока в обмотке возбуждения I_B . При увеличении I_B напряжение растёт.

Внешняя характеристика СГ определяет зависимость $U = f(I)$ при $I_B = \text{const}$, $\cos\varphi = \text{const}$, $f = f_H$ и показывает, как изменяется напряжение на зажимах генератора U при изменении нагрузки и неизменном токе возбуждения. При активной и индуктивной нагрузке напряжение падает.

Регулировочная характеристика определяет зависимость $I_B = f(U)$ при $U = U_H = \text{const}$, $\cos\varphi = \text{const}$, $f = \text{const}$ и показывает, как нужно регулировать ток возбуждения синхронного генератора, чтобы при изменении нагрузки его напряжение оставалось неизменным. При активной и индуктивной нагрузке I_B нужно увеличивать.

5 Параллельная работа синхронных генераторов.

Большинство синхронных генераторов работают в параллель с сетью.

Для включения синхронных трёхфазных генераторов на параллельную работу необходимо выполнить следующие условия:

- 1) равенство действующих значений напряжения сети U_C и напряжения (ЭДС) на зажимах генератора U_T включаемого в сеть;
- 2) напряжения сети U_C и генератора U_T в момент включения должны совпадать по фазе;
- 3) равенство частот генератора f_T и сети f_C которое достигается регулированием частоты вращения;
- 4) одинаковая последовательность чередования фаз сети и генератора.

Несоблюдение может вызвать серьёзную аварию и разрушение СГ.

6 Регулирование активной и реактивной мощности СГ.

Регулирование осуществляется изменением тока возбуждения. При небольших его значениях ток статорной обмотки достаточно велик, генератор потребляет из сети индуктивную мощность, Это режим недовозбуждения. По мере увеличения I_B ток статорной обмотки уменьшается, проходит минимум (режим нормального возбуждения), $\cos\varphi = 1$, и затем опять увеличивается – режим перевозбуждения – при нём генератор отдаёт в сеть ёмкостную реактивную мощность. Получается U -образная характеристика, минимум которой по мере увеличения активной нагрузки смещается в сторону больших I_B .

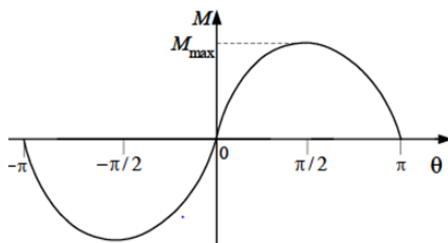
При изменении возбуждения генератора изменяется только его реактивная мощность, активная зависит от нагрузки.

7 Момент синхронного двигателя.

К статору синхронного двигателя подводят трехфазный переменный ток, а к обмотке возбуждения ротора – постоянный. Вращающееся магнитное поле создаёт момент

$$M = 3 \cdot I \cdot U \cdot \cos \varphi / \omega_p = M_{\max} \cdot \sin \Theta,$$

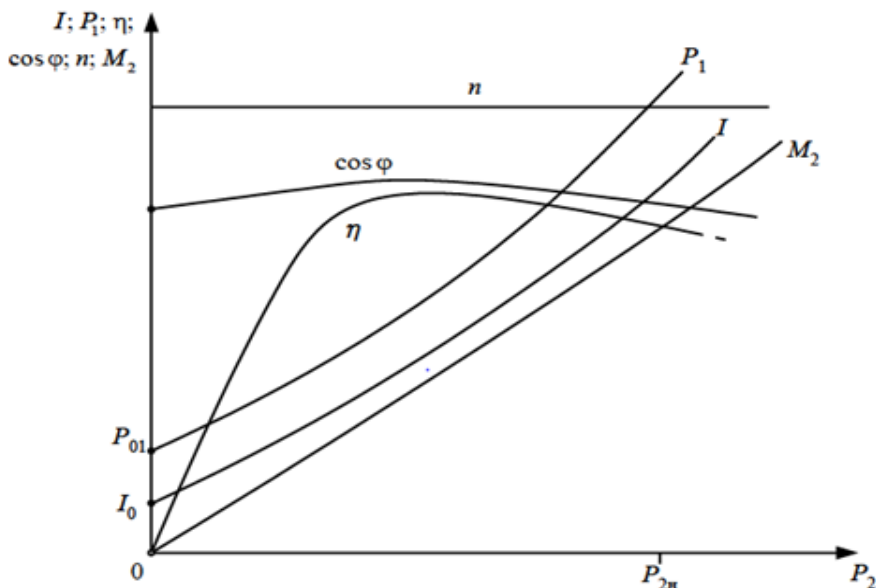
где Θ – угол рассогласования. При этом с увеличением нагрузки угол Θ увеличивается, момент возрастает по синусоидальному закону. Если момент нагрузки превысит M_{\max} , то поддержание синхронной частоты вращения ротора будет невозможно и машина выпадет из синхронизма.



Вращающий момент синхронного двигателя пропорционален приложенному напряжению, а в асинхронном – квадрату напряжения.

8 Рабочие характеристики СД.

Показывают как при увеличении полезной мощности на валу двигателя P_2 частота вращения ротора n остаётся постоянной, полезный вращающий момент M_2 увеличивается пропорционально, ток статора I и потребляемая из сети мощность P_1 возрастают от начальных значений с некоторым опережением, коэффициент мощности $\cos \varphi$ и КПД η увеличиваются, достигают максимума и затем уменьшаются. Снято при постоянных значениях напряжения сети U , частоты сети f и тока возбуждения I_B .



9 Пуск синхронного двигателя.

Пуск синхронного двигателя возможен лишь при условии предварительного разгона до частоты, равной синхронной или близкой к ней. Для синхронных двигателей обычно применяется асинхронный пуск, состоящий в том, что в начале пуска двигатель разгоняется как асинхронный. Для этого на роторе размещается пусковая обмотка.

При подключении обмотки статора к сети возникает вращающееся магнитное поле, которое индуцирует токи в пусковой обмотке ротора. В результате возникает вращающий момент, и двигатель разгоняется до некоторой установившейся частоты n_0 . В процессе асинхронного пуска обмотку возбуждения нельзя оставлять разомкнутой, на период разгона ротора её замыкают на активное сопротивление, примерно в десять раз большее сопротивления обмотки возбуждения.

После разгона обмотка возбуждения отключается от сопротивления и подключается к источнику постоянного тока. В результате возникает обычный для СМ момент взаимодействия вращающегося поля статора и полюсов ротора, и СМ втягивается в синхронизм, т. е. ротор начинает вращаться синхронно с полем.

10 Синхронные машины специального назначения.

Синхронные машины с постоянными магнитами (магнитоэлектрические) на роторе, имеют не обмотку, а постоянные магниты, Статор этих машин обычной конструкции с двух- или трёхфазной обмоткой.

Такие двигатели чаще всего изготовляют на небольшие мощности и применяют в приборостроении и устройствах автоматики.

Синхронные генераторы с постоянными магнитами применяют реже, главным образом в качестве автономно работающих генераторов повышенной частоты малой и средней мощности.

Шаговый (импульсный) двигатель — это электромеханическое устройство, которое преобразует импульсы напряжения в угловые или линейные дискретные (скачкообразные) перемещения (шаги). Наибольшее применение такие двигатели получили в электроприводах с программным управлением.

Синхронный реактивный двигатель — в котором момент создается за счёт неравномерной магнитной проводимости ротора вдоль продольной и поперечной осей, причем ротор не имеет ни обмоток возбуждения, ни постоянных магнитов. Его статор схож со статором обычных АД, а преимущества — простая и надёжная конструкция ротора без магнитов, низкие потери и высокая эффективность.