

151 Вопросы к обязательной контрольной работе №2 с краткими ответами

1 Принцип выполнения и основные типы обмоток статора

Обмотка статора бесколлекторных машин переменного тока укладывается в пазы сердечника. Требования к обмотке статора:

- а) наименьший расход обмоточной меди;
- б) удобство и минимальные затраты при изготовлении (технологичность);
- в) форма кривой ЭДС, наводимой в обмотке статора, должна быть практически синусоидальной.

Трёхфазная обмотка состоит из трёх фазных обмоток, каждая из которых занимает 1/3 пазов сердечника статора.

В однослойных обмотках каждая сторона катушки полностью заполняет паз сердечника. В двухслойной обмотке одна катушка занимает половину паза по его высоте, вторую половину паза занимает другая катушка.

2 Магнитодвижущая сила обмоток статора

МДС создаётся токами, протекающими по фазам обмотки. Она изменяется во времени и вместе с тем распределена по периметру статора. Её можно разложить в ряд, т.е. представить в виде суммы синусоидальных МДС. Полезный магнитный поток создаёт основная гармоника МДС, а высшие гармоники оказывают вредное действие.

В трёхфазной обмотке создаётся вращающаяся МДС, которая наводит токи в роторе и увлекает его за собой. Вращающееся магнитное поле может быть круговым – в трёхфазных машинах и эллиптическим – в однофазных.

Круговое вращающее поле может быть получено и посредством двухфазной обмотки статора. Для этого оси обмоток смешают на 90 эл. град. и питают эти обмотки токами, сдвинутыми по фазе на 90 °.

В трёхфазных электрических машинах магнитное поле будет эллиптическим, если обмотку статора включить в сеть с несимметричным напряжением или если обмотки статора имеют неодинаковые сопротивления или разное число витков.

3 Как устроен трёхфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором? В чём особенность двигателя с фазным ротором?

Двигатель состоит из неподвижной части – статора и подвижной части – ротора. Статор имеет сердечник в виде полого цилиндра из кольцевых пластин электротехнической стали в пазы которого уложена медная обмотка, состоящая из трёх секций. Сердечник ротора также собран из пластин. В его пазах находятся стержни роторной обмотки, по торцам соединённые кольцами (беличья клетка).

В фазном роторе в пазах сердечника ротора находится обмотка из медных проводов, соединённая с контактными кольцами

4 Как создаётся вращающееся магнитное поле? Почему ротор вращается?

При включении обмотки статора в сеть трёхфазного тока возникает вращающееся магнитное поле статора, частота вращения которого n_1 определяется выражением

$$n_1 = f_1 \cdot 60 / p$$

Вращающееся поле статора сцепляется как с обмоткой статора, так и с обмоткой ротора и наводит в них ЭДС. ЭДС ротора создает в стержнях обмотки ротора токи. Магнитное поле статора увлекает за собой ротор, который отстает от него (это называется скольжением s) и вращается со скоростью $n_2 = n_1 \cdot (1 - s)$.

5 Что такое двигательный режим машины? Генераторный режим? Режим торможения противовключением?

В соответствии с принципом обратимости электрических машин асинхронные машины могут работать как в двигательном, так и в генераторном режимах. Кроме того, возможен и режим электромагнитного торможения противовключением.

В двигательном режиме ротор следует за магнитным полем статора
 $0 < s < 1$.

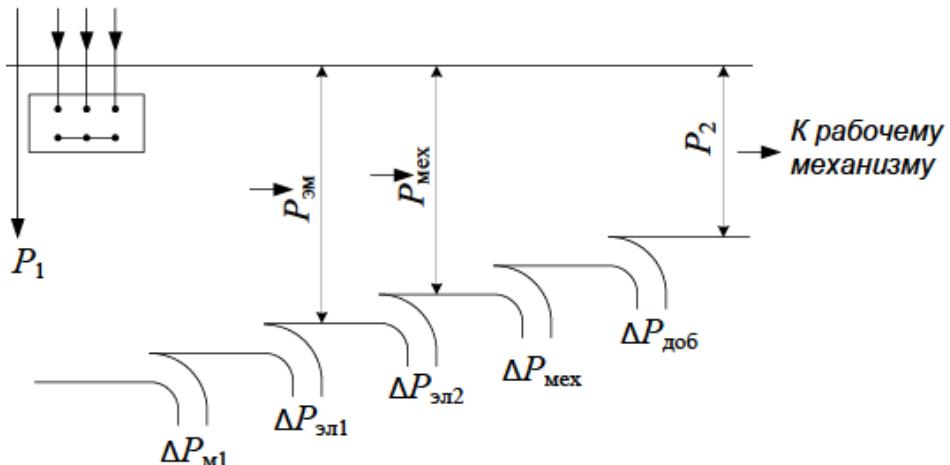
В генераторном режиме ротор обгоняет магнитное поле статора
 $-\infty < s < 0$

В режиме торможения противовключением ротор движется напротив движения магнитного поля статора

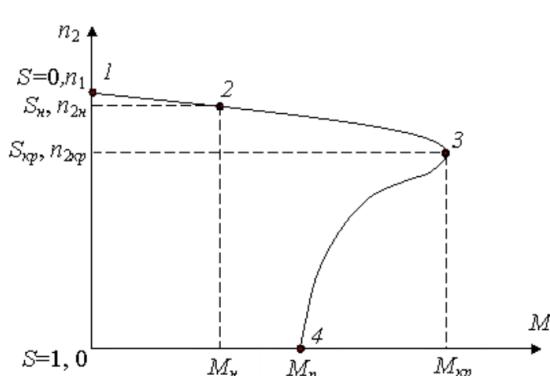
$$1 < s < +\infty.$$

6 Что показывает энергетическая диаграмма двигателя?

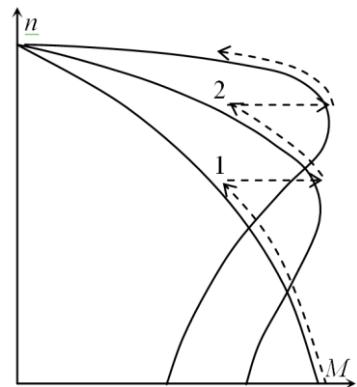
Процесс преобразования электрической энергии P_1 в механическую P_2 сопровождается потерями: $\Delta P_{\text{м}1}$, $\Delta P_{\text{э}1}$, $\Delta P_{\text{э}2}$, $\Delta P_{\text{м}2}$, $\Delta P_{\text{доб}}$.



7 Как выглядят механическая характеристика асинхронного двигателя? В чём особенности механической характеристики двигателя с фазным ротором?



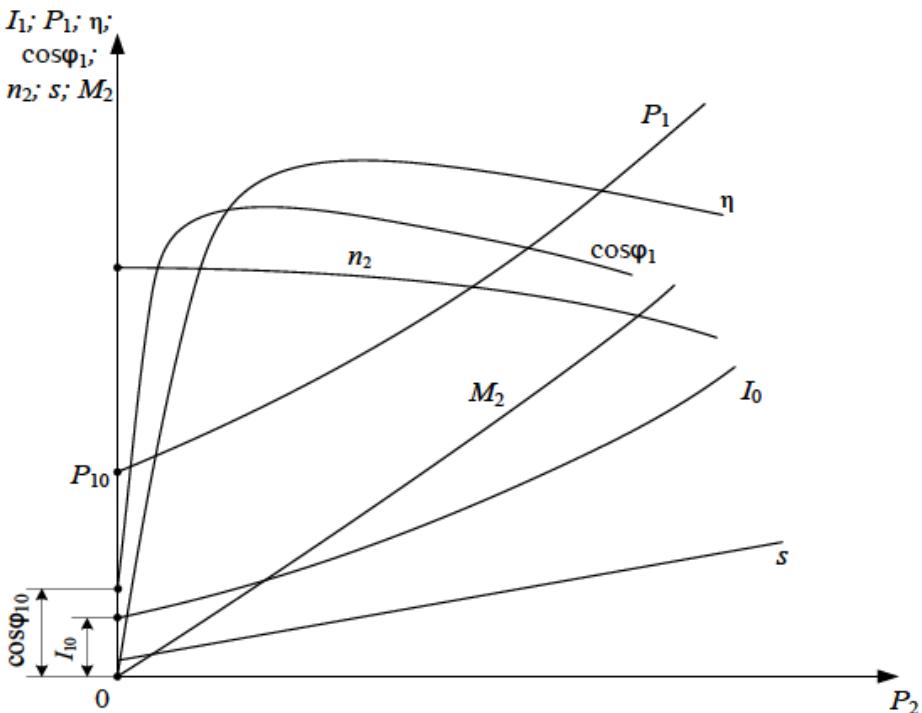
Механическая характеристика АД с КЗР



Характеристики АД с ФР

У двигателя с фазным ротором несколько механических характеристик в зависимости от включенных пусковых реостатов. Он переходит с 1 характеристики на 2, а затем на короткозамкнутую по мере разгона.

8 Приведите и опишите рабочие характеристики асинхронного двигателя.



9 Как осуществляется пуск в ход асинхронных двигателей? Как осуществляется реверс?

Основными показателями пусковых свойств асинхронных двигателей являются пусковой момент M_p и пусковой ток I_p .

Практически используют следующие способы пуска:

- непосредственное подключение обмотки статора к сети (прямой пуск);
- понижение напряжения, подводимого к обмотке статора при пуске: (переключение со «звезды» на «треугольник»; пуск через реактор; пуск через автотрансформатор);
- подключение к обмотке ротора пускового реостата (для фазного ротора);
- частотный пуск. Требуется специальный источник питания с регулируемой частотой.

Реверс – это изменение направления вращения ротора. Определяется изменением порядка чередования фаз подводимого

напряжения с помощью применения двух контакторов и двух кнопок «Пуск» (вперёд и назад).

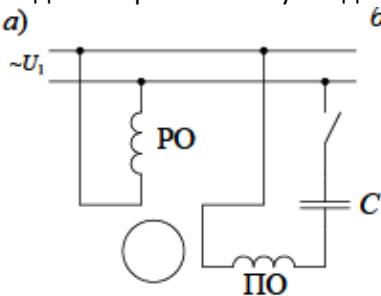
10 Как можно регулировать частоту вращения асинхронных двигателей?

Частоту вращения двигателя можно регулировать следующими способами: изменением частоты f_1 питающего напряжения, числа пар полюсов p и величины скольжения s и изменения величины питающего напряжения.

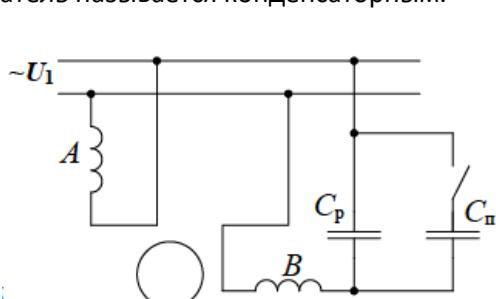
- Частотное регулирование требует преобразователя частоты.
- Способ изменения числа пар полюсов статорной обмотки требует особого её устройства.
- Изменение скольжения путём включения в цепь ротора добавочного активного сопротивления применяется в двигателях с фазным ротором.
- Для регулирования частоты вращения за счёт изменения питающего напряжения нужен тиристорный регулятор напряжения

11 В чём особенности конструкции и работы однофазных асинхронных двигателей?

У однофазного двигателя две обмотки. Одна из обмоток является рабочей, вторая может быть пусковой и использоваться только во время пуска (рис. *a*), а может, как и первая, быть рабочей, включенной через конденсатор. В этом случае двигатель называется конденсаторным.



Однофазный двигатель



Конденсаторный двигатель

12 Какие вы знаете асинхронные машины специального назначения?

В чём их особенности?

Индукционный регулятор напряжения (поворотный автотрансформатор) и фазорегулятор (поворотный трансформатор).

Машины для двух видов систем синхронной связи: системы «электрического вала» (синхронного вращения) и системы «передачи угла» (синхронного поворота) – сельсины.

Исполнительные двигатели, на статоре которых расположена двухфазная обмотка. Одна из фазных обмоток — обмотка возбуждения (ОВ) — постоянно включена в сеть, а на другую — обмотку управления (ОУ) — напряжение (сигнал управления) подаётся лишь при необходимости включения двигателя.

Линейные асинхронные двигатели с бегущим магнитным полем; применяют для привода заслонок, ленточных конвейеров, подъёмно-транспортных механизмов, а также на транспорте в качестве тяговых двигателей.

13 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.

14 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).

15 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.

16 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 $I_B = f(I)$ 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.

17 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_f включаемого в сеть;

2) напряжения сети U_c и генератора U_f в момент включения должны совпадать по фазе;

3) равенство частот генератора f_f и сети f_c которое достигается регулированием частоты вращения;

4) одинаковая последовательность чередования фаз сети и генератора.

Несоблюдение может вызвать серьезную аварию и разрушение СГ.

18 Регулирование активной и реактивной мощности СГ.

Регулирование активной мощности осуществляется изменением мощности привода. Регулирование реактивной мощности 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), $\cos\phi = 1$, 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.