

# Физика 16 группа на 7.04.2022 Андреева НИ

Запишите конспект и тест в тетрадь. Придете в техникум проверю и поставлю оценку.

## Синхронные машины.

### Общие сведения:

В синхронных машинах число оборотов ротора равно числу оборотов магнитного поля статора.

$$n = \frac{60 \cdot f}{p}$$

Синхронная машина обратима, т. е. может работать как генератором, так и двигателем.

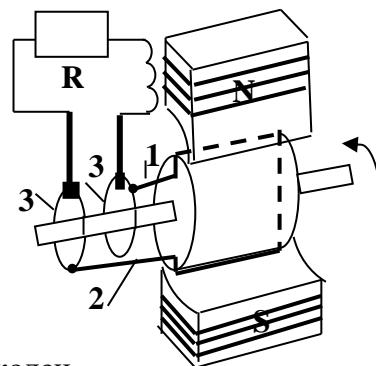
Достоинство: высокий коэффициент мощности.

Недостаток: потребность в источнике постоянного тока для питания обмотки возбуждения.

Если ротор вращается со скоростью  $n_2$ , равной скорости вращения МП ( $n_1 = n_2$ ), то такая скорость называется синхронной.

### Принцип действия синхронного генератора:

Простейшим генератором может быть виток из провода 1 и 2, вращающийся в магнитном поле. Магнитное поле возбуждается током обмотки возбуждения, помещенной на полюсах статора N – S. При вращении витка проводники 1 и 2 пересекают магнитные линии магнитного поля полюсов N – S, вследствие чего в витке будет индуцироваться ЭДС. Концы витка соединены с кольцами 3, вращающимися вместе с витком. Если на кольцах поместить неподвижные щетки и соединить их с приемником электрической энергии, то по замкнутой цепи, состоящей из витка, колец, щеток и приемника энергии, потечет электрический ток под действием ЭДС, созданной в витке.



### Устройство синхронного генератора:

Возникновение ЭДС в проводниках возможно как при перемещении этих проводников в неподвижном магнитном поле, так и при перемещении магнитных линий магнитного поля относительно неподвижных проводников.

В первом случае полюсы, т. е. индуцирующая часть машины, возбуждающая МП, помещаются на неподвижной части машины (на статоре), а индуцируемая часть (якорь), т. е. проводники, в которых создается ЭДС – на вращающейся части машины (на роторе).

Во втором случае полюсы помещаются на роторе, а якорь – на статоре.

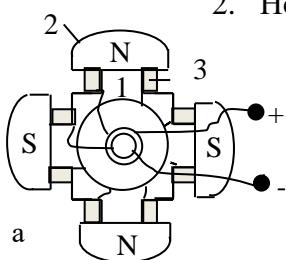
Ток возбуждения протекает по обмотке возбуждения, которая представляет собой последовательно соединенные катушки, помещенные на полюсы ротора.

Концы обмотки возбуждения соединены с контактными кольцами, которые крепятся на валу машины. На кольцах помещаются неподвижные щетки, посредством которых в обмотку возбуждения подводится постоянный ток от постороннего источника энергии – генератора постоянного тока, называемого возбудителем.

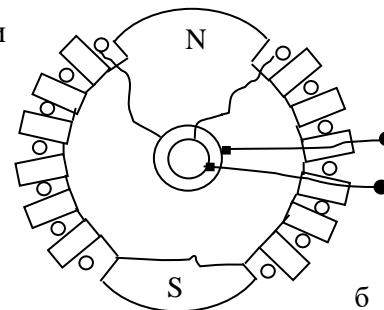
Устройство статора синхронного генератора аналогично устройству статора асинхронной машины.

### Виды ротора синхронного генератора:

1. Явно выраженным (выступающим) полюсами
2. Не явно выраженным полюсами.



Ротор синхронной машины:  
а) с явно выраженным полюсами;  
б) с неявно выраженным полюсами



Ротор синхронной машины с явно выраженным полюсами: используют в машинах с относительно малой скоростью вращения. Полюс состоит из сердечника 1, полюсного наконечника 2 и катушки обмотки возбуждения 3, помещаемой на сердечнике полюса.

Первичные двигатели синхронных генераторов с явно выраженным полюсами обычно представляют собой гидравлические турбины, являющиеся тихоходными машинами. Поэтому синхронные генераторы с явно выраженным полюсами называют гидрогенераторами.

Ротор синхронной машины с неявно выраженным полюсами: используют в машинах с большой скоростью вращения, так как необходимо обеспечить механическую прочность. Сердечник роторов с неявно выраженным полюсами обычно изготавливают из цельных поковок, на поверхности которых фрезеруются пазы. После укладки обмоток возбуждения на роторе пазы его забиваются клиньями, а лобовые соединения обмотки возбуждения укрепляются стальными бандажами, помещенными на торцовых частях ротора. Для генераторов с неявно выраженным полюсами двигателями обычно являются паровые турбины, принадлежащие к числу быстроходных машин. Поэтому синхронные генераторы с неявно выраженным полюсами называются турбогенераторами.

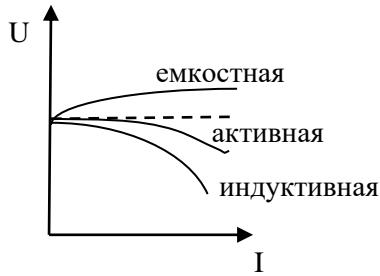
### **Работа синхронного генератора под нагрузкой.**

Если синхронный генератор не нагружен, т. е. работает в холостую, то тока в обмотках статора нет. Магнитный поток полюсов, созданный током возбуждения, индуцирует в трехфазной обмотке статора ЭДС.

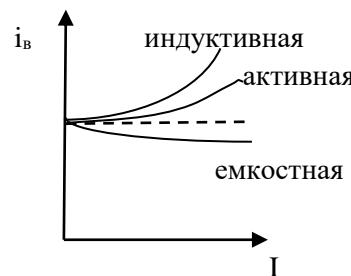
При нагрузке генератора в обмотке статора протекает ток. Токи статора создают вращающееся магнитное поле, скорость вращения которого

$$n_1 = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60}{p} \cdot \frac{n \cdot p}{60} = n$$

Т.е. магнитное поле, созданное токами в обмотке статора, вращается синхронно с магнитным полем полюсов. В обмотке статора синхронного генератора создается ЭДС, величина которой зависит от магнитного потока полюсов. Если магнитный поток полюсов очень мал, то и ЭДС также мала. При увеличении магнитного потока возрастает и ЭДС машины. Т.о. при постоянной скорости вращения ротора ЭДС пропорциональна магнитному потоку, который возбуждается постоянным током, протекающим по проводникам обмотки возбуждения. Если повысить ток в обмотке возбуждения, то возрастет и магнитный поток полюсов, что вызовет увеличение ЭДС машины. Следовательно, изменение тока в обмотке возбуждения вызывает соответствующее изменение ЭДС машины и позволяет регулировать напряжение на зажимах генератора. При нагрузке генератора ток в обмотке статора не равен нулю и, следовательно, напряжение на зажимах генератора не равно ЭДС, так как в сопротивлении обмотки статора возникает падение напряжения. Кроме того, токи, протекающие по обмоткам статора, создают поток реакции якоря, который воздействует на поток полюсов, так что при нагрузке магнитный поток не будет равен магнитному потоку полюсов при холостой работе генератора. Поэтому изменение нагрузки, т.е. тока в статоре генератора, будет вызывать изменение напряжения на зажимах генератора в случае, если ток в обмотке возбуждения останется неизменным. На рисунке изображены внешние характеристики синхронного генератора на активной и реактивной нагрузках.



Внешние характеристики синхронного генератора при различных характеристиках нагрузки.



Регулировочные характеристики синхронного генератора.

Любой приемник электрической энергии требует постоянства напряжения сети. Чтобы обеспечить постоянное напряжение сети при изменении нагрузки в синхронном генераторе, изменяют и ток возбуждения.

Зависимость показывающая, каким образом необходимо изменить ток в обмотке возбуждения для того, чтобы при изменении нагрузки генератора напряжение на его зажимах осталось неизменным называется регулировочной характеристикой (см. рис.).

При активной нагрузке увеличение тока в статоре вызывает незначительное понижение напряжения, так как реакция якоря незначительно уменьшает магнитный поток. При этой нагрузке требуется незначительно увеличить ток возбуждения для обеспечения постоянства напряжения.

При индуктивной нагрузке создается продольное размагничивающее поле реакции якоря, уменьшающее поток полюсов. Поэтому, чтобы создать постоянство напряжения, необходимо более значительно увеличить ток возбуждения для компенсации размагничивающего поля реакции якоря. При емкостной нагрузке происходит усиление магнитного поля и для постоянства напряжения необходимо уменьшить ток возбуждения при увеличении тока в статоре.

### **Синхронные двигатели.**

Синхронный двигатель не имеет принципиальных конструктивных отличий от синхронного генератора. Так же как и в генераторе, на статоре синхронного двигателя помещается трехфазная обмотка, при включении которой в сеть трехфазного переменного тока будет создано вращающееся магнитное поле, число оборотов в минуту которого

$$n_1 = \frac{60 \cdot f}{p}$$

На роторе двигателя помещена обмотка возбуждения, включаемая в сеть источника постоянного тока. Ток возбуждения создает магнитный поток полюсов. Вращающееся магнитное поле, полученное токами обмотки статора, увлекает за собой полюса ротора. При этом ротор может вращаться только с синхронной скоростью, т.е. со скоростью, равной скорости вращения поля статора. Таким образом, скорость синхронного двигателя строго постоянна, если неизменна частота тока питающей сети.

Достоинства: 1) возможность работы с потребителем опережающего тока, т.е. двигатель может представлять собой емкостную нагрузку для сети. Такой двигатель повышает  $\cos \phi$  всего предприятия, компенсируя реактивную мощность других приемников энергии.

2) меньшая, чем у асинхронных, чувствительность к изменению напряжения питающей сети.

Выполняют: преимущественно с явно выраженным полюсами.

Возбуждение синхронные двигатели получают либо от возбудителя, либо от сети переменного тока через полупроводниковые выпрямители.

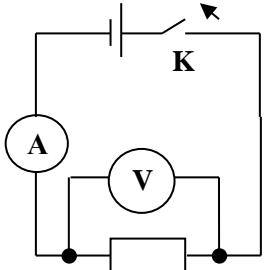
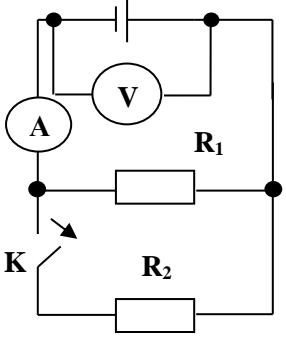
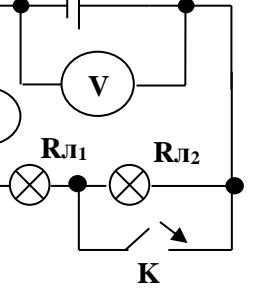
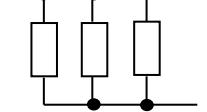
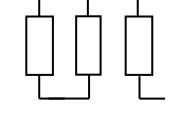
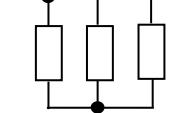
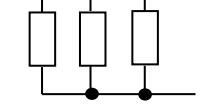
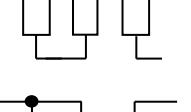
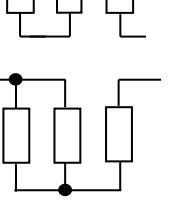
**Уровень выполнения теста выбираете сами.**

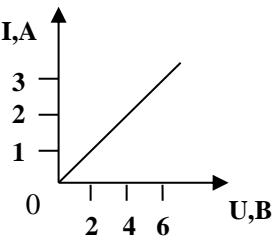
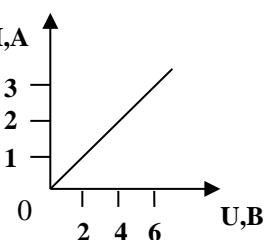
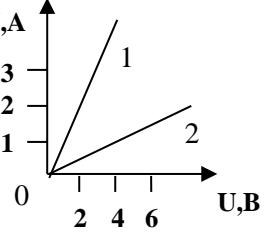
**Но учтите, на 3 без ошибок (с ошибками 2),**

**на 4 без ошибок (с ошибками 3, 2),**

**на 5 без ошибок (с ошибками 4,3,2),**

## Постоянный электрический ток № 1

<b>Основные знания</b>	<b>1 уровень На 3</b>	<b>2 уровень На 4</b>	<b>3 уровень На 5</b>
1. Электрический ток, сила тока	Укажите основное выражение для определения силы тока: 1) $\frac{U}{R}$ 2) $\frac{q}{t}$ 3) $\frac{\varepsilon}{R+r}$	Рассчитайте силу тока в проводнике, если за 2 мин через его поперечное сечение прошло 600 Кл электричества	Какое из действий тока сопровождает его всегда?
2. Электрическая цепь, ее элементы и их условные обозначения. Изменения в цепи.	Из каких элементов состоит цепь? Разомкнули ключ К. Что в цепи изменилось? Что покажут амперметр и вольтметр?  	Какие элементы входят в эту цепь? Разомкнули ключ К. Что в цепи изменилось? Будут ли иными показания амперметра?  	В цепи замкнули ключ К. Изменится ли накал ламп? Какая из ламп будет гореть ярче? Почему? Подтвердите свой ответ расчетом, полагая, что U=220В; $R_{L1} = R_{L2} = 400 \Omega$  
3. Соединение проводников. Расчет сопротивления цепи.	Укажите, где изображено смешанное соединение резисторов  1  2  3 	Какая из приведенных цепей обладает большим сопротивлением? Произведите расчет. Сопротивления отдельных резисторов равны.  1  2  3 	Как соединены три резистора, если сопротивление каждого равно 21 Ом, а эквивалентное сопротивление цепи 7 Ом? Каким станет общее сопротивление цепи, если: а) один резистор отсоединить? б) концы одного резистора замкнуть медным проводником?
4. Закон Ома для участка цепи	По какой из приведенных формул можно рассчитать сопротивление участка цепи? 1) $R = I \cdot U$ 2) $R = \frac{U}{I}$ 3) $R = \frac{I}{U}$	Можно ли включить в сеть напряжением 220 В реостат, на котором написано: 40 Ом, 0,5 А.	Какова длина никромовой проволоки в резисторе, если при подключении его в сеть с напряжением 127 В сила тока равна 3,2 А? Сечение проволоки 0,5 мм <sup>2</sup> .

<p>5. Графическое выражение зависимости между напряжением и силой тока.</p>	<p>Какой закон изображает этот график?</p> 	<p>По графику рассчитайте сопротивление цепи.</p> 	<p>Чем отличаются электрические цепи, характеризуемые графиками 1 и 2? Какая цепь имеет большее сопротивление? Докажите: а) расчетом, б) пользуясь графиком</p> 
<p>6. Мощность электрического тока. Единицы мощности.</p>	<p>По какой из приведенных формул можно рассчитать мощность тока?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>P = I^2 \cdot U</math></li> <li>2) <math>P = \frac{U^2}{R}</math></li> <li>3) <math>P = \frac{I^2}{U}</math></li> </ol>	<p>На электрической лампе написано: 40 Вт, 220 В. Какова сила тока в цепи накала при этих параметрах?</p>	<p>Электрическая лампа мощностью 300 Вт рассчитана на напряжение 100 В. Определите, какое дополнительное сопротивление нужно для включения ее в сеть с напряжением 127 В. Изменится ли при этом мощность тока в лампе? Если изменится, то как? Если не изменится, то почему?</p>
<p>7. Закон Джоуля - Ленца</p>	<p>Укажите закон Джоуля – Ленца:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>Q = I^2 \cdot R \cdot t</math></li> <li>2) <math>Q = \frac{U^2}{R} \cdot t</math></li> <li>3) <math>Q = I \cdot U \cdot t</math></li> </ol>	<p>Какое количество теплоты выделится при нагревании спиралей электрической плитки за 4 с, если плитка рассчитана на напряжение 220 В и силу тока 10 А.</p>	<p>Какова должна быть сила тока в нагревателе сопротивлением 100 Ом, чтобы в течение 1 с нагрелся 1 г воды от точки плавления до точки кипения?</p>
<p>8. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи.</p>	<p>Укажите закон Ома для полной цепи:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>I = \frac{Q}{U \cdot t}</math></li> <li>2) <math>I = \frac{\varepsilon}{R + r}</math></li> <li>3) <math>I = \frac{P}{U}</math></li> </ol>	<p>К источнику с ЭДС 36 В и внутренним сопротивлением 3 Ом подключен реостат, сопротивление которого 15 Ом. Найти силу тока в цепи и напряжение на зажимах источника.</p>	<p>В проводнике сопротивлением 5 Ом, подключенному к элементу с ЭДС 2,1 В, сила тока равна 0,3 А. Какова сила тока при коротком замыкании элемента?</p>