

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
СРЕДНЯЯ ШКОЛА № 73

# РЕФЕРАТ

по физике

Тема: "Генератор переменного тока"

**Выполнила:** ученица 11 Г класса

Зиганшина Лейла

Оренбург – 2001

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Устройство и принцип действия генератора переменного тока .....	4
2. Синхронная машина.....	6
3. Синхронный генератор.....	7
4. Принцип действия генератора трехфазного тока .....	8
Литература .....	11

## ВВЕДЕНИЕ

Электрический ток вырабатывается в генераторах – устройствах, преобразующих энергию того или иного вида в электрическую энергию. К генераторам относятся гальванические элементы, электростатические машины, термобатареи, солнечные батареи и т. п. Область применения каждого из перечисленных видов генераторов электроэнергии определяется их характеристиками. Так, электростатические машины создают высокую разность потенциалов, но неспособны создать в цепи сколько-нибудь значительную силу тока. Гальванические элементы могут дать большой ток, но продолжительность их действия невелика. Преобладающую роль в наше время играют *электрохимические индукционные генераторы переменного тока*. В этих генераторах механическая энергия превращается в электрическую. Их действие основано на *явлении электромагнитной индукции*. Такие генераторы имеют сравнительно простое устройство и позволяют получать большие токи при достаточно высоком напряжении.

*Генератор переменного тока* – это машина, преобразующая механическую энергию вращения в электрическую энергию переменного тока. Различают синхронные и асинхронные генераторы переменного тока. Асинхронные генераторы, имевшие ограниченное применение, главным образом в автономных системах электропитания, к 70-м годам 20 века практически полностью заменены синхронными генераторами. Наибольшее применение имеют трехфазные генераторы переменного тока; однофазные генераторы не получили распространения, так как их характеристики и эксплуатационные качества значительно хуже, чем у трехфазных. Мощные генераторы переменного тока устанавливают на электростанциях (турбогенератор, гидрогенератор); генераторы переменного тока относительно небольшой мощности работают в системах автономного энергоснабжения (дизельная электростанция, газотурбинная электростанция) и в преобразователях частоты (двигатель-генераторный агрегат).

# 1. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В настоящее время имеется много типов индукционных генераторов. Но все они состоят из одних и тех же основных частей. Это, во-первых, *электромагнит* или *постоянный магнит*, создающий магнитное поле, и, во-вторых, *обмотка*, в которой индуцируется переменная э. д. с..

Так как э. д. с., наводимые в последовательно соединенных витках, складываются, то амплитуда э. д. с. индукции в обмотке пропорциональна числу витков в ней. Она пропорциональна также амплитуде *переменного магнитного потока* через каждый виток:

$$\Phi = B \cdot S$$

Для получения большого магнитного потока в генераторах применяют специальную магнитную систему, состоящую из двух *сердечников*, сделанных из электротехнической стали. Обмотки, создающие магнитное поле, размещены в пазах одного из сердечников, а обмотки, в которых индуцируется э. д. с., - в пазах другого. Один из сердечников (обычно внутренний) вместе со своей обмоткой вращается вокруг горизонтальной или вертикальной оси. Поэтому он называется *ротором*. Неподвижный сердечник с его обмоткой называют *статором*. Зазор между сердечниками статора и ротора делают как можно меньшим. Этим обеспечивается наибольшее значение потока магнитной индукции. В больших промышленных генераторах вращается электромагнит, который является ротором, в то время как обмотки, в которых наводится э. д. с., уложены в пазах статора и остаются неподвижными. Дело в том, что подводить ток к ротору или отводить его из обмотки ротора во внешнюю цепь приходится при помощи скользящих контактов. Для этого ротор снабжается *контактными кольцами*, присоединенными к концам его обмотки. Неподвижные пластины – *щетки* – прижаты к кольцам и осуществляют связь обмотки ротора с внешней цепью. Сила тока в обмотках электромагнита, создающего магнитное поле, значительно меньше силы тока, отдаваемого генератором во внешнюю цепь.

Поэтому генерируемый ток удобнее снимать с неподвижных обмоток, а через скользящие контакты подводить сравнительно слабый ток к вращающемуся электромагниту. Этот ток вырабатывается отдельным генератором постоянного тока (*возбудителем*), расположенным на том же валу. В маломощных генераторах магнитное поле создается вращающимся постоянным магнитом. В таком случае кольца и щетки вообще не нужны. Появление э. д. с. в неподвижных обмотках статора объясняется возникновением в них вихревого электрического поля, порожденного изменением магнитного потока при вращении ротора.

*Возбудитель электрических машин* – это генератор постоянного или переменного тока для питания индуктора электрической машины, создающего в ней рабочий магнитный поток. В основном получили развитие возбудитель электрических машин в синхронных машинах, поскольку постоянный ток, необходимый для питания индуктора, самой машиной не вырабатывается. В качестве возбудителя обычно применяется коллекторный генератор постоянного тока с шунтовым или независимым возбуждением от подвозбудителя. В связи с ростом мощностей и повышением быстродействия системы управления синхронных машин, а также в специальных машинах начиная с 50-х годов 20 века применяются возбудители электрических машин, в которых переменное напряжение от основной машины (непосредственно или через трансформатор — самовозбуждение) или от вспомогательной синхронной машины (независимое возбуждение) подаётся на ионный или полупроводниковый выпрямитель, питающий индуктор основной машины. Регулирование осуществляется в силовой цепи возбуждения или воздействием на цепь возбуждения возбудителя. В другом типе возбудителя электрических машин переменное напряжение от вспомогательного генератора, якорь которого расположен на общем валу с индикатором синхронной машины, подаётся на выпрямитель, смонтированный на том же валу. Выпрямленное напряжение поступает непосредственно в обмотку индуктора. Основные достоинства таких возбудителей – отсутствие скользящих контактов, повышенная надёжность и высокое быстродействие.

Современный генератор электрического тока – это внушительное сооружение из медных проводов, изоляционных материалов и стальных конструкций. При размерах в несколько метров важнейшие детали генераторов изготавливаются с точностью до миллиметра. Нигде в природе нет такого сочетания движущихся частей, которые могли бы породить электрическую энергию столь же непрерывно и экономично.

## 2. СИНХРОННАЯ МАШИНА

Синхронная машина переменного тока – это машина (обычно трёхфазная), частота вращения которой  $n$  жестко связана с частотой сети  $f$  соотношением

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

где  $p$  — число пар полюсов машины.

В зависимости от режима работы синхронной машины различают синхронные генераторы (генераторы активной мощности), синхронные электродвигатели (двигатели с постоянной частотой вращения), а также компенсаторы синхронные (генераторы реактивной мощности).

Любая синхронная машина может работать во всех трёх режимах, но практически в конструкциях современных синхронных генераторов, двигателей и компенсаторов имеются определённые различия, обусловленные особенностями каждого из режимов.

Основные составные части синхронной машины — статор, несущий рабочую обмотку переменного тока, и явно- или неявнополюсный ротор, на котором размещается обмотка возбуждения, всегда питаемая постоянным током (через контактные кольца). Иногда в синхронной машине небольшой мощности (до 20 *квт*) обмотку переменного тока размещают на роторе, а обмотку возбуждения — на статоре. Конструкцию таких машин называют обращенной.

На статоре 2 (рис. 2.1) синхронной машины расположена трехфазная обмотка 1, на роторе 4 – электромагниты (полюса), питаемые постоянным током

через контактные кольца 3 и щетки. Обмотка 5 электромагнитов, создающая магнитный поток возбуждения машины, называется обмоткой возбуждения. Статор имеет три (в двухполюсной машине), шесть (в четырехполюсной) или большее количество катушек, сдвинутых одна относительно другой на соответствующие углы.

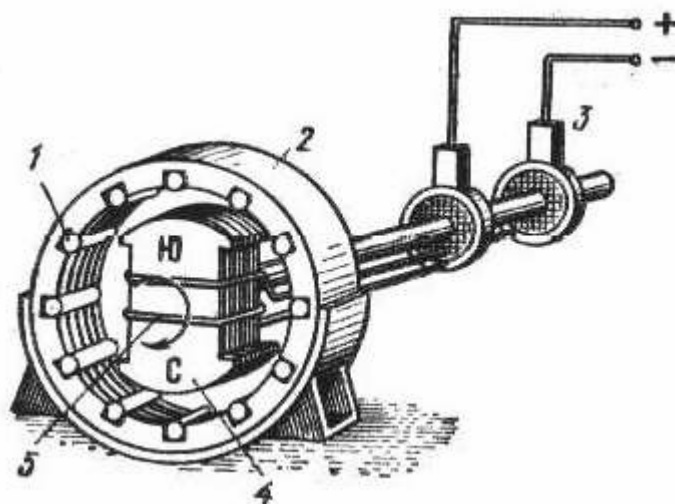


Рис. 2.1. Синхронная машина

### 3. СИНХРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР

Синхронный генератор – синхронная машина, работающая в генераторном режиме. Синхронные генераторы используют обычно в качестве источников переменного тока постоянной частоты и устанавливают на электростанциях, в электрических установках, на транспорте и т. д. Применение синхронных генераторов началось в 70-х годах 19 века в связи с изобретением свечи П. Н. Яблочкова. Наибольшее распространение имеют синхронные генераторы. Для получения тока промышленной частоты, роторы которых приводятся во вращение паровыми (турбогенератор) или водяными (гидрогенератор) турбинами. Синхронные генераторы строят также с приводом от газовых турбин, двигателей внутреннего сгорания, ветро- или электродвигателей. Обмотки ротора синхронного генератора питаются постоянным током от отдельного генератора –

возбудителя, размещаемого обычно на общем валу с синхронным генератором и приводимого совместно с ним во вращение, или от выпрямительного устройства. При вращении ротора его магнитное поле наводит в трёхфазной обмотке статора переменную э. д. с., частота которой

$$f = p \cdot n ,$$

где  $p$  и  $n$  — соответственно число пар полюсов и частота вращения ротора.

Быстроходные синхронные генераторы (турбогенераторы) имеют малое число пар полюсов ( $p = 1, 2$ ), а в тихоходных (гидрогенераторах)  $p$  достигает нескольких десятков. Величина э. д. с. регулируется изменением тока в обмотке ротора. В синхронных генераторах малой мощности иногда применяют конструкции, в которых обмотка переменного тока расположена на роторе, а обмотка возбуждения — на статоре. Особый класс составляют синхронные генераторы с увеличенным числом пар полюсов — для получения тока повышенной частоты (генераторы повышенной частоты).

#### 4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ГЕНЕРАТОРА ТРЕХФАЗНОГО ТОКА

Трёхфазная система переменного тока получила широкое распространение во всем мире, так как она обеспечивает наиболее выгодную передачу энергии и позволяет использовать надежные в работе и простые по устройству асинхронные электродвигатели.

В настоящее время на всех электрических станциях России электрическая энергия вырабатывается генераторами трехфазного переменного тока. Простейший генератор трехфазного тока (рис. 1) отличается от генератора однофазного тока тем, что на статоре его расположены три отдельные обмотки (фазные обмотки), оси которых сдвинуты одна относительно другой на угол  $120^\circ$ . Каждую из обмоток трехфазного генератора вместе с присоединенной к ней внешней цепью принято называть фазой. Согласно ГОСТу фазы обозначаются буквами А, В и С.



Ротор генератора представляет собой постоянный магнит или электромагнит, который вращается каким-либо двигателем. При вращении ротора в трех фазных обмотках статора индуцируются синусоидальные э. д. с.  $e_A$ ,  $e_B$  и  $e_C$  одной и той же частоты и имеющие одинаковые амплитуды. Но так как магнитное поле вращающегося ротора пересекает эти обмотки не одновременно, то э. д. с.  $e_A$ ,  $e_B$  и  $e_C$  будут сдвинуты по фазе по отношению друг к другу на  $1/3$  периода (рис. 2, а), чему соответствует угол  $120^\circ$ .

Следовательно, мгновенные значения э. д. с., индуцируемые в трех обмотках генератора:

$$e_A = E_m \sin \omega t$$

$$e_B = E_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$e_C = E_m \sin(\omega t - 240^\circ)$$

Такая система трехфазных э. д. с. называется симметричной. Особенностью ее является то, что сумма э. д. с. всех трех фаз в любой момент времени равна нулю:

$$e_A + e_B + e_C = E_m [\sin \omega t + \sin(\omega t - 120^\circ) + \sin(\omega t - 240^\circ)] = 0$$

Векторное изображение системы трехфазных э. д. с. показано на рис. 2, б.

Любая из фазных обмоток генератора трехфазного тока является самостоятельным источником электрической энергии и к ней может быть подключен свой приемник. Таким образом, получается несвязанная трехфазная система, имеющая для передачи электрической энергии шесть проводов. На практике такие системы не применяют. Обычно фазные обмотки трехфазного генератора и приемники электрической энергии соединяют по схеме «звезда» или «треугольник».

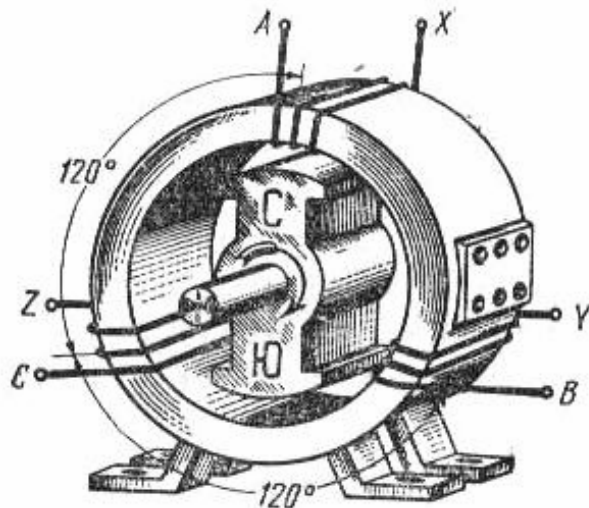


Рис. 1. Генератор трехфазного тока

**Асинхронный генератор** – асинхронная электрическая машина, работающая в генераторном режиме. Ротор в асинхронном генераторе вращается приводным двигателем в том же направлении, что и магнитное поле, но с большей скоростью. При этом скольжение ротора становится отрицательным, на валу машины возникает тормозящий момент и она работает генератором, отдавая энергию в сеть. А. г. потребляет намагничивающий ток значительной силы и требует наличия в сети генераторов реактивной мощности в виде синхронных машин. Несмотря на простоту обслуживания, асинхронные генераторы применяют сравнительно редко, в основном как вспомогательные источники небольшой мощности и как тормозные устройства.

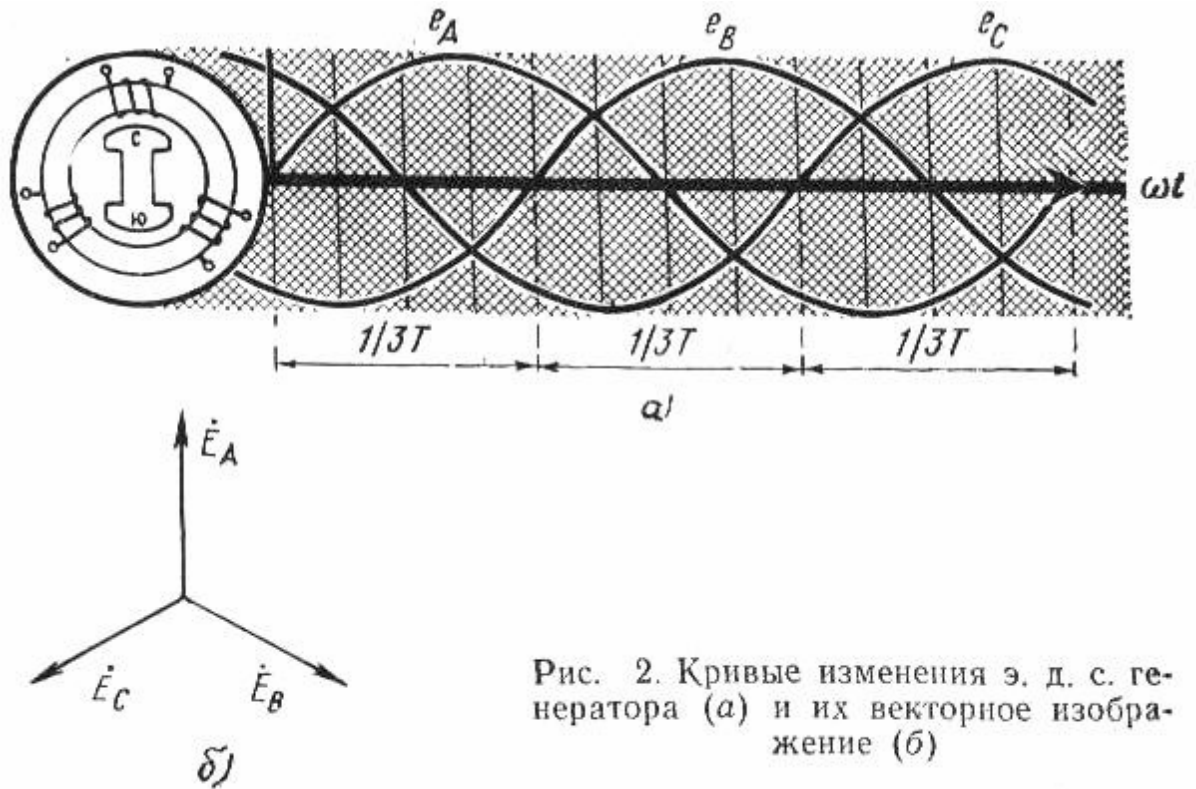


Рис. 2. Кривые изменения э. д. с. генератора (а) и их векторное изображение (б)

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вольдек А. И., Электрические машины, 2 изд., Л., 1974.
2. Зорохович А. В., Калинин В. К. Электротехника с основами промышленной электроники, М., 1975.
3. Костенко М. П., Пиотровский Л. М., Электрические машины, 3 изд., ч. 2, Л., 1973.
4. Петров Г. Н., Электрические машины, ч. 2, М.-Л., 1963.