3225

МИНИСТРЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра электропривода

**СИНХРОННЫЕ МАШИНЫ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по курсу «Электрические машины»

И.Б. Битюцкий, Д.И. Шишлин, А.И. Бойков

Липецк

Липецкий государственный технический университет

2019

УДК 621.313 (07)

Б 666

**Рецензент:** Мещеряков В.Н., доктор технических наук, профессор

**Битюцкий, И.Б.**

Б 666 Cинхронные машины [Текст]: методические указания к лабораторным работам по курсу «Электрические машины» / И.Б. Битюцкий, Д.И. Шишлин, А.И. Бой­ков. – Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2019. – 24 с.

В методических указаниях рассмотрены генераторные и двигательные режимы синхронной машины. Представлена программа исследований, направ­ленная на получение характери­стик, которые отражают эксплуатационные свойства этого класса электриче­ских машин.

Предназначены для студентов направлений подготовки 13.03.02 «Элек­троэнергетика и электротехника» и 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

Табл. 9. Ил. 12. Библиогр.: 4 назв.

© ФГБОУ ВО «Липецкий госу­дарственный технический универ­ситет», 2019.

**Лабораторная работа № 11.**

**Исследование трехфазного синхронного генератора**

Цель работы – построение основных характеристик синхронного генера­тора, исследование влияния реакций якоря при различном характере его нагрузки и определение эксплуатационных параметров.

1. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Объектом исследования в лабораторной установке, полная электрическая схема которой показана на рис. 11.1, является трех­фазный неявнополюсный синхрон­ный генератор, который приводится во вращение двигателем постоян­ного тока.

 Рис. 11.1. Полная электрическая схема лабораторной установки

Обмотка возбуждения распределена на роторе генератора и через кон­тактные кольца питается постоянным током от независимого источника. Эдс индуктируется в трехфазной обмотке статора. Таким образом, ротор синхрон­ного генератора является индуктором, а статор – якорем.

Основная группа характеристик синхронного генератора при активной нагрузке по существу не отличается от характеристик генератора постоянного тока с независимым возбуждением. Однако при нагрузке индуктивного или ем­костного характера внешние и регулировочные характеристики синхронного генератора могут иметь немаловажные особенности, обуслов­ленные реакцией якоря, которая проявляет себя по-разному в зависимости от рода нагрузки. В качестве трехфазной симметричной нагрузки используются реостат, индукци­онный регулятор и батарея конденса­торов.

2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ

ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы соблюдать основные правила:

1) перед началом работы необходимо убедиться, что все выключатели пи­тания нахо­дятся в положении «отключено»;

2) при сборке схемы избегать натяжения проводов; обратить особое вни­ма­ние на количество соединенных проводов, там, где возможно, ставить нако­неч­ники проводов под зажим;

3) после сборки схемы убрать с рабочего стола лишние провода, приборы, книги и другие предметы, а также освободить проход к рабочему месту;

4) запрещается включать схему без проверки ее преподавателем или лабо­рантом;

5) убедиться перед включением схемы, что никто не касается ее токоведу­щих элементов или подвижных частей машин;

6) запрещается включать схему без предупреждения;

7) запрещается находиться напротив незакрытых вращающихся соедини­тельных муфт и дисков.

8) при возникновении каких-либо неисправностей немедленно отключить питание схемы и сообщить об этом преподавателю или лаборанту;

9) запрещается производить переключения проводов в схеме, если она находится под напряжением;

10) запрещается оставлять без присмотра включенные схемы.

После завершения работы в первую очередь отключить питание стенда, а затем разобрать схему.

3. ПРОГРАММА РАБОТЫ

3.1. Записать паспортные данные синхронного генератора.

3.2. Снять характеристику холостого хода,  при , .

3.3. Снять внешние характеристики, при ,  с активной нагрузкой R, индуктивной нагрузкой ωL, емкостной нагрузкой 1/ωС

3.4. Снять регулировочные характеристики,  при , при активной R, индуктивной ωL и емкостной нагрузке 1/ωС.

3.5. Определить изменение напряжения  при внезапном сбросе номи­нальной активно-индуктивной нагрузки.

3.6. Снять характеристики трех-, двух- и однофазного короткого замыка­ния,  при , .

4. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Одним из важнейших требований к синхронному генератору является стабильность частоты эдс  Поэтому после запуска агрегата необхо­димо, изменяя ток возбуждения приводного двигателя , установить но­минальную скорость вращения и в любом режиме поддерживать ее постоянной.

4.2. Для снятия характеристики холостого хода следует при разомкнутом выключателе, изменяя ток возбуждения генератора **i***,* установить эдс , а затем плавно снижать **i** до нуля. Результаты измерений записать в табл. 11.1.

Таблица 11.1

**Результаты измерений опыта холостого хода при** , 

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| i [A] |  |  |  |  |  |  |  |
| E [B] |  |  |  |  |  |  |  |

4.3. Для снятия внешней характеристики с активной нагрузкой сначала необходимо при разомкнутых **В**, **В1**, **В2** и **В3** установить номинальное напря­жение на зажимах генератора . Величину тока возбуждения **i**, соответствую­щую , записать и поддерживать в опыте постоянной. Затем замкнуть **B**и**B1** и при  постепенно увеличивать ток нагрузки генератора в пределах . Результаты измерений записать в табл. 11.2.

При том же значении  опыты следует повторить с индуктивной нагрузкой, когда разомкнуты **B1** и **B3**, и с емкостной нагрузкой, когда разо­мкнуты**B1** и **B2**. После опыта с емкостной нагрузкой батарею конденсаторов следует раз­рядить на реостат. Для этого необходимо при разомкнутом **B** за­мкнуть **B1** и **B3**. Результаты измерений записать в табл. 11.2.

Таблица 11.2

**Результаты измерений внешней характеристики** **при** , 

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Z = R; φ = 0 | | | | | | | |
| I [A] |  |  |  |  |  |  |  |
| U [B] |  |  |  |  |  |  |  |
| Z = ωL; φ = π/2 | | | | | | | |
| I [A] |  |  |  |  |  |  |  |
| U [B] |  |  |  |  |  |  |  |
| Z = 1/ωC; φ = –π/2 | | | | | | | |
| I [A] |  |  |  |  |  |  |  |
| U [B] |  |  |  |  |  |  |  |

4.4. Для снятия регулировочных характеристик необходимо сначала при холо­стом ходе генератора установить заданное преподавателем значение напряжения (обычно ). Затем включить нагрузочный реостат и посте­пенно увеличивать ток якоря генератора **I** до номинального значения; напряже­ние поддерживать посто­янным, изменяя **i**. При том же значении напряжения опыты повторить с индуктивной и с емкостной нагрузкой. После опыта с емко­стью конденсаторы следует разрядить на реостат. Результаты измерений запи­сать в табл. 11.3.

Таблица 11.3

**Результаты измерений регулировочной характеристики** **при** , 

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Z = R; φ = 0 | | | | | | | |
| I [A] |  |  |  |  |  |  |  |
| i [A] |  |  |  |  |  |  |  |
| Z = ωL; φ = π/2 | | | | | | | |
| I [A] |  |  |  |  |  |  |  |
| i [A] |  |  |  |  |  |  |  |
| Z = 1/ωC; φ = –π/2 | | | | | | | |
| I [A] |  |  |  |  |  |  |  |
| i [A] |  |  |  |  |  |  |  |

4.5. Для определения величины  необходимо установить номиналь­ный режим гене­ратора при активно-индуктивной нагрузке: **fн**, **Uн**, **Iн**, **cos φн**. За­тем замкнуть **B** и установить , измерить эдс **Еон** на зажимах генератора. Ре­зультат измере­ний записать в табл. 11.4.

Таблица 11.4

**Результаты измерений для определения величины **

**(;** ; ; )

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| IR [A] | IL [A] | i [A] | cos φ | Eон [B] | ΔU%расч. | ΔU%опыт. |
|  |  |  |  |  |  |  |

4.6. Схема соединений обмоток статора в опытах трех-, двух- и однофаз­ного короткого замыкания показаны на рис. 11.2.



Рис. 11.2. Схемы соединений обмоток статора при коротком замыкании

Перед каждым опытом необ­ходимо устанавливать . Магнитная цепь машины в режиме короткого замыка­ния не насыщена. Поэтому при снятии ха­рактеристик в любом случае достаточно трех замеров в пределах . Результат измерений записать в табл. 11.5.

Таблица 11.5

**Результаты измерений опыта короткого замыкания при** , .

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трехфазное короткое замыкание | | | | | |
| i [A] |  |  |  |  |  |
| I [A] |  |  |  |  |  |
| Двухфазное короткое замыкание | | | | | |
| i [A] |  |  |  |  |  |
| I [A] |  |  |  |  |  |
| Однофазное короткое замыкание | | | | | |
| i [A] |  |  |  |  |  |
| I [A] |  |  |  |  |  |

5. ОБРАБОТКА ОПЫТНЫХ ДАННЫХ

5.1. На рис. 11.3. показаны внешние характеристики синхронного генера­тора при активной, индуктивной и емкостной нагрузке, совмещенных для удоб­ства сравнения.



Рис. 11.3. Внешние характеристики синхронного генератора

5.2. Регулировочные характеристики также необходимо совместить. Вид этих характеристик показан на рис. 11.4.



Рис. 11.4. Регулировочные характеристики синхронного генератора

5.3. На рис. 11.5 совмещены характеристики одно-, двух- и трехфазного короткого замыкания (соответственно кривые 1, 2 и 3).



Рис. 11.5. Характеристики короткого замыкания синхронного генератора

5.4. Расчетная величина  вычисляется графическим методом. Для этого необходимо воспользоваться характеристиками холостого хода и трех­фазного короткого замыкания, совмещенными на рис. 11.6.



Рис. 11.6. Совмещение характеристик холостого хода и

короткого замыкания синхронного генератора

Здесь **i1** – ток возбуждения, необходимый для создания **Iн** в режиме ко­роткого замыкания. Ток якоря **Iн** вызывает падение напряжения **Iнхs** на индук­тивном сопротивлении рассеяния **хs**; для создания соответствующей эдс  необходим ток возбуждения **i2**. Отрезок  в масштабе тока возбуждения равен намагничивающей силе, компенсирующей реакцию якоря, обусловленную током **Iн**.

Выбрав масштабы напряжения, тока якоря и намагничивающий силы, следует построить векторную диаграмму, соответствующую режиму работы генератора перед внезапным сбросом нагрузки, которая называется диаграммой Потье (рис. 11.7).



Рис. 11.7. Диаграмма Потье синхронного генератора

Вектор **Uн** отклады­вается на плоскости произвольно, а вектор **Iн** ***–*** под из­вестным углом **φ**. Затем к вектору  достраиваются векторы паде­ний напряже­ния  и  для получения вектора эдс , которая на рис. 11.6 соответствует намагничи­вающей силе  в масштабе тока возбуждения. На векторной диа­грамме эта намагничивающая сила опережает вектор  по фазе на угол .

Для полу­чения намагничивающей силы обмотки возбуждения  в мас­штабе **i**, необхо­димо к вектору  достроить вектор , находящийся в противо­фазе с векто­ром . На рис. 11.6 намагничивающей силе  – соответ­ствует эдс холостого хода . На векторной диаграмме эта эдс отстает по фазе от  на угол . Изменение напряжения генератора  является относи­тельной вели­чиной. Для ее расчета достаточно при известной длине вектора  подставить найден­ную длину вектора  в формулу . По этой же формуле вычисляется  на основе опытных данных. Полу­ченные результаты следует записать в табл. 11.4.

6. ВЫВОДЫ

Следует оценить достоверность расчета  на основе характеристики холостого хода и трехфазного короткого замыкания.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

7.1. Для допуска к работе:

а) знать наизусть схему лабораторной установки;

б) знать назначение каждого элемента схемы;

в) знать вид любой из характеристик синхронного генератора и последо­вательность действий при ее снятии.

7.2. Для отчета по лабораторной работе:

а) уметь объяснить вид любой из характеристик, снятых в работе;

б) знать диаграмму Потье и уметь ее использовать для расчета .

**Лабораторная работа № 12.**

**Исследование параллельной работы трехфазной синхронной машины с мощной сетью**

1. ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

Полная электрическая схема установки показана на рис. 12.1. Неявнопо­люсная синхронная машина (СМ) испытывается в генераторном и двигатель­ном режимах. Сочлененная с ней машина постоянного тока работает либо как приводной двигатель син­хронного генератора, либо как нагрузочный генератор синхронного двигателя. Источником питания обмотки воз­буждения синхрон­ной машины является сеть постоянного тока.



Рис. 12.1. Полная электрическая схема лабораторной установки

Чтобы избежать броска тока при включении синхронного генератора на параллельную работу с сетью, необходимо выполнить определенные требова­ния. Благоприятный момент для такого включения можно определить с помо­щью простейшего синхроноскопа, состоящего из трех ламп накаливания.

Синхронный двигатель при номинальной частоте подведенного напряже­ния не развивает пускового момента. Поэтому в двигательный режим синхрон­ную машину можно перевести либо непосредственно из генераторного, либо методом асин­хронного пуска.

Стробоскопическое устройство позволяет установить связь электромаг­нитной мощности с углом сдвига **θ** между осями результирующего магнитного поля в воздушном зазоре синхронной машины и полюсов ее ротора.

Из этой схемы видно, что напряжение трехфазной сети попадает на за­жимы синхронной машины через лампы синхроноскопа даже при разомкнутом **Р1**. Поэтому полная безопасность при пересоединениях в цепи статора син­хрон­ной машины возможна только при отключенном **В2** и неподвижном ро­торе.

Одним из важнейших свойств синхронной машины является способность поддерживать синхронизм с мощной сетью в известных пределах изменения тока возбужде­ния и момента на валу. Синхронная машина будет отдавать в сеть или потреб­лять активный ток, если изменять величину и направление момента, приложен­ного к ее валу. Если же изменять ток возбуждения, то будут изме­няться вели­чина и характер реактивной составляющей тока статора.

2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ

ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы соблюдать основные правила:

1) перед началом работы необходимо убедиться, что все выключатели пи­тания нахо­дятся в положении «отключено»;

2) при сборке схемы избегать натяжения проводов; обратить особое вни­ма­ние на количество соединенных проводов, там, где возможно, ставить нако­неч­ники проводов под зажим;

3) после сборки схемы убрать с рабочего стола лишние провода, приборы, книги и другие предметы, а также освободить проход к рабочему месту;

4) запрещается включать схему без проверки ее преподавателем или лабо­рантом;

5) убедиться перед включением схемы, что никто не касается ее токоведу­щих элементов или подвижных частей машин;

6) запрещается включать схему без предупреждения;

7) запрещается находиться напротив незакрытых вращающихся соедини­тельных муфт и дисков.

8) при возникновении каких-либо неисправностей немедленно отключить питание схемы и сообщить об этом преподавателю или лаборанту;

9) запрещается производить переключения проводов в схеме, если она находится под напряжением;

10) запрещается оставлять без присмотра включенные схемы.

После завершения работы в первую очередь отключить питание стенда, а затем разобрать схему.

3. ПРОГРАММА РАБОТЫ

3.1. Записать паспортные данные синхронной машины и машины посто­янного тока.

3.2. Включить синхронный генератор на параллельную работу с сетью.

3.3. Снять регулировочные характеристики  при генерировании в сеть активной (), индуктивной () и ёмкостной  мощности. Коэффициент мощности при реактивной нагрузке задается препода­вателем.

3.4. Снять угловую характеристику  при с переводом синхронной машины из генераторного режима в двигательный.

3.5. Осуществить асинхронный пуск синхронного двигателя.

3.6. Снять рабочие характеристики синхронного двигателя: , ,  при , .

3.7. Снять U-образные характерcтики синхронного двигателя: ,  при постоянном значении нагрузки , заданном преподавате­лем.

4. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Перед запуском агрегата необходимо полностью вывести реостат **r** и вве­сти **R**, рубильники **P1** и **P2** разомкнуть, потенциометр **П** поставить на "0". За­пустив приводной двигатель, включить **B2** и **B3**. Увеличивая ток возбужде­ния генератора , довести показания вольтметра **V2** приблизительно до . За­тем, уменьшая ток возбуждения двигателя **i**, увеличить скорость вращения агре­гата так, чтобы частота мигания ламп синхроноскопа была по возможности ми­нимальной. Если при этом лампы гаснут одновременно, то изменением  сле­дует добиться равенства показаний **V2** и **V1** и в середине периода погасания ламп замкнуть **P1**.

Если лампы синхроноскопа гаснут поочередно, то **P1** замыкать нельзя. В этом случае необходимо остановить агрегат, отключить все выключатели, по­ставить реостаты и потенциометр в исходное положение и поменять местами два любых провода на верхних зажимах **P1**. Затем повторить запуск и синхро­низацию генератора с сетью. После замыкания **P1** отрегулировать **i**и  таким образом, чтобы получить . Полученные значения **i**и  записать и в дальней­шем считать номинальными (соответственно и ). Этим заканчивается про­цесс включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью.

4.2. Для получения регулировочной характеристики при генерировании в сеть активной мощности необходимо, уменьшая ток воз­буждения двигателя **i**, довести ток статора генератора  приблизительно до номинальной величины. Затем отрегулировать **i** и ток возбуждения генератора  так, чтобы при  получить . Регулировочную характеристику сни­мать, снижая  до нуля и одновременно изменяя  таким образом, чтобы сохранялось равенство . Результаты измерений записать в таб­л. 12.1.

Получение характеристик при генерировании в сеть ин­дуктивной и ёмкост­ной мощностей выполняется в такой же последовательно­сти с той лишь раз­ницей, что значения  устанавливаются при  и поддерживаются по­стоян­ными по заданию преподавателя. Результаты измере­ний при  и  следует записать в соответствующие разделы табл. 12.1.

Таблица 12.1

**Результаты измерений регулировочных характеристик**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | | |
| Ic [A] |  |  |  |  |  |  |  |
| ic [A] |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | |
| Ic [A] |  |  |  |  |  |  |  |
| ic [A] |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | |
| Ic [A] |  |  |  |  |  |  |  |
| ic [A] |  |  |  |  |  |  |  |

4.3. Для снятия угловой характеристики необходимо установить номи­наль­ный ток возбуждения синхронного генератора и поддерживать его постоян­ным. Изменяя ток возбуждения приводного двигателя **i**, установить , а середину шкалы стробоскопического устройства выставить против риски, изображающей ось одного из полюсов ротора. Уменьшая **i**, довести ток нагрузки синхронного генератора до номинальной величины , а затем посте­пенно снижать его, снимая показания ваттметра  и угломера стробоскопа **θ** в зависимости от .

При  поставить переключатель пускового резистора на «0». Синхрон­ная машина перей­дет в двигательный режим, а машина постоянного тока станет нагрузоч­ным генератором. При этом знаки  и **θ** изменятся. Зависи­мости  и **θ** от  продолжать снимать, постепенно увеличивая нагрузку на валу синхронного двигателя. Для этого замкнуть **Р2** и выводить **R**. Когда реостат **R** полностью вы­веден, нагрузку синхронного двигателя можно увеличивать, повышая **i**. При  установку отключить. Результат измере­ний ,  и **θ** записывать в табл. 12.2 с учетом режима работы синхронной ма­шины.

Таблица 12.2

**Результаты измерений угловой характеристики**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Генератор | | | | | | | Двигатель | | | | | | |
| Ic [A] | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рс | дел |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| [Вт] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| θ**°** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| рмс [Вт] | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| рос + рмс [Вт] | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рэм [Вт] | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечание: цена деления ваттметра С = … х 3 Вт.

4.4. Перед асинхронным пуском синхронного двигателя следует полно­стью ввести реостат **R**, рубильники **Р1** и **Р2** разомкнуть, а потенциометр **П** по­ставить в такое положение, при котором сопротивление цепи возбуждения син­хронной машины макси­мально. Затем включить **В2**, замкнуть **Р1** и после раз­гона синхронной машины вывести **П** на «0». Чтобы двигатель вошел в синхро­низм с сетью, необходимо включить **В3** и до­вести ток возбуждения  до номи­нальной величины.

4.5. Для снятия рабочих характеристик синхронного двигателя необхо­димо поставить переключатель пускового реостата в положение «0», а затем, вклю­чив **В1**, установить и поддерживать . Рубильник **Р2** замкнуть и увели­чивать нагрузку , выводя **R** В пределах  снять 6-7 точек и записать в табл. 12.3.

Таблица 12.3

**Результаты измерений рабочих характеристик**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ic [A] | |  |  |  |  |  |  |  |
| Р1 | дел |  |  |  |  |  |  |  |
| [Вт] |  |  |  |  |  |  |  |
|  | |  |  |  |  |  |  |  |
| U [B] | |  |  |  |  |  |  |  |
| I [A] | |  |  |  |  |  |  |  |
| [Вт] | |  |  |  |  |  |  |  |
| рм [Вт] | |  |  |  |  |  |  |  |
| рщ [Вт] | |  |  |  |  |  |  |  |
| [Вт] | |  |  |  |  |  |  |  |
| Р2 [Вт] | |  |  |  |  |  |  |  |
| η [%] | |  |  |  |  |  |  |  |

Примечание: цена деления ваттметра С = … х 3 Вт.

4.6. Для снятия U-образных характеристик необходимо довести  до  установить заданное значение мощности , а затем постепенно сни­жать  до выхода двигателя из синхронизма. При выходе синхронной машины из синхронизма установку немедленно отключить. Результаты следует записать в табл. 12.4.

Таблица 12.4

**Результаты измерений U-образных характеристик**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | | | | | | |  | | | | | | |
| ic [A] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ic [A] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

5. ОБРАБОТКА ОПЫТНЫХ ДАННЫХ

5.1. Регулировочные характеристики синхронного генератора следует по­стро­ить по данным табл. 12.1 и для удобства сравнения совместить, как это по­казано на рис.12.2.



Рис. 12.2. Регулировочные характеристики синхронного генератора

5.2. Угловой характеристикой синхронной машины обычно называется за­ви­симость электромагнитной мощности  от угла **θ** при постоянном токе возбуж­дения  В табл. 12.2  потери холостого хода синхронной машины, а  потери в меди статора. Электромагнитная мощность  в генера­торном режиме больше мощности , отдаваемой в сеть на вели­чину . В двигательном режиме  меньше потребляемой мощно­сти  на величину . Вид графика  при ,  и , постро­енного по дан­ным табл. 12.2, показан на рис. 12.3.



Рис. 12.3. Угловая характеристика синхронной машины

5.3. В табл. 12.3 мощность  на валу синхронного двигателя складыва­ется из полезной мощности генератора  и потерь в генераторе . Здесь  – потери холостого хода машины постоян­ного тока, , ,  **В**.

Коэффициент полезного действия . Рабочие характеристики син­хронного двигателя, построенные по данным табл. 12.3, приведены на рис. 12.4.

5.4. U-образные характеристики синхронного двигателя строятся по дан­ным табл. 12.4. Вид этих характеристик показан на рис. 12.5. Здесь кривые 1 и 2 изображают соответственно зависимости  и  от  при холостом ходе агрегата, а 3 и 4 – при номинальной нагрузке  на валу двигателя.



Рис. 12.4. Рабочие характеристики синхронного двигателя



Рис. 12.5. U-образные характеристики синхронного двигателя

В общем случае полезная мощность.

6. ВЫВОДЫ

В этом разделе работы следует проанализировать регулировочные воз­можности и энергетические показатели синхронной машины в сравнении с ма­шиной асинхронной.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Для допуска к работе:

1. знать наизусть схему для испытания синхронной машины;
2. знать назначение элементов схемы и последовательность действий при включении машины на параллельную работу;
3. знать вид любой из снимаемых характеристик синхронной машины.

6.2. Для отчета по лабораторной работе:

1. знать электромагнитные процессы в синхронной машине при парал­лельной работе с мощной сетью;
2. уметь объяснить вид любой из характеристик, снятых в работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вольдек, А.И. Электрические машины [Текст] : учеб. для студ. высш. техн. учеб. заведений / А.И. Вольдек. – Ленинград: Энергия, 1978. – 832 с.

2. Костенко, М.П. Электрические машины. Часть 2. Машины переменного тока [Текст] : учеб. для студ. высш. техн. учеб. заведений / М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский. – Ленинград: Энергия, 1973. – 648 с.

3. Петров, Г.Н. Электрические машины [Текст] : учеб. для студ. высш. техн. учеб. заведений /  Г.Н. Петров. – Москва – Ленинград: Госэнергоиздат, 1963. – 416 с.

4. Нюрнберг, Вернер. Испытание электрических машин [Текст] / пер. с нем. В. Ф. Кулыманова [и др.] ; под общ. ред. Г. Н. Петрова. - Москва; Ленин­град: Госэнергоиздат, 1959. – 336 с.

**СИНХРОННЫЕ МАШИНЫ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по курсу «Электрические машины»

**Битюцкий** Игорь Борисович

**Шишлин** Денис Иванович

**Бойков** Андрей Игоревич

Редактор Е.Н. Черникова

Подписано в печать Формат 60Х84 1/16. Бумага офсетная.

Ризография. Печ. Л. 1,5. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство Липецкого государственного технического университета.

Полиграфического подразделение Издательства ЛГТУ.

398600 Липецк, ул. Московская, 30.