**Липецкий государственный технический университет**

Факультет автоматизации и информатики

Кафедра электропривода

Лабораторная работа № 11

«Исследование трёхфазного синхронного генератора»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент  Группа ЭП 19-2  Руководитель |  | Мастеров Н.А.  Пикалов В.В. |
| Ассистент |  |  |
|  |  |  |

Оглавление

[1 Основное оборудование 3](#_Toc89620040)

[2 Обработка опытных данных 5](#_Toc89620041)

[Вывод 14](#_Toc89620042)

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 рисунке 1, является трехфазный неявнополюсный синхронный генератор, который приводится во вращение двигателем постоянного тока.



Рисунок 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.

Данный трёхфазный синхронный генератор имеет следующие паспортные данные (таблица 1).

Таблица 1 – Паспортные данные генератора

|  |  |
| --- | --- |
| Номинальная мощность | Вт |
| Номинальное линейно напряжение | В |
| Номинальная частота | Гц |
| Номинальный линейный ток | А |
| Число пар полюсов |  |
| Номинальная частота вращения ротора | об/мин |
| Коэффициент мощности |  |
| Индуктивное сопротивление рассеяния фазы якоря | Ом |
| Активное сопротивление фазы якоря при рабочей температуре | Ом |

# 2 Обработка опытных данных

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.

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 таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты опыта холостого хода , .

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| i, А | 0,85 | 0,8 | 0,45 | 0,35 | 0,3 | 0,25 | 0,15 |
| E, В | 254 | 200 | 150 | 125 | 100 | 80 | 50 |

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 таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты измерений внешней характеристики при , 

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ; | | | | | | | |
| I, А | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 | 1,2 | 1,3 |
| U, В | 105 | 100 | 95 | 90 | 85 | 70 | 50,5 |

Окончание таблицы 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ; | | | | | | | |
| I, А | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 | 1,2 | 1,3 |
| U, В | 105 | 100 | 95 | 90 | 85 | 70 | 50,5 |
| ; | | | | | | | |
| I, А | 0,2 | 0,65 | 0,9 | 1,15 | 1,4 | 1,7 | 2 |
| U, В | 150 | 170 | 200 | 210 | 220 | 240 | 250 |

На рисунке 2 показаны внешние характеристик синхронного генератора при активной, индуктивной и емкостной нагрузке, совмещённых для удобства сравнения.



Рисунок 2 – Внешние характеристики при активной, индуктивной и емкостной нагрузке

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 таблицу 3.

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 емкость конденсаторы следует разрядить на реостат. Результаты измерений записал в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты измерений регулировочных характеристик при , 

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ; | | | | | | | |
| I, А | 0,7 | 1 | 1,5 | 1,7 | 0,22 | 0,2 | 0,17 |
| i, А | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,7 | 0,75 | 0,8 |
| ; | | | | | | | |
| I, А | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1 |
| i, А | 0,45 | 0,45 | 0,5 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,65 |
| ; | | | | | | | |
| I, А | 0,2 | 0,5 | 0,65 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 |
| i, А | 0,3 | 0,35 | 0,25 | 0,2 | 0,15 | 0,15 | 0,1 |

На рисунке 3 показаны регулировочные характеристики синхронного генератора при активной, индуктивной и емкостной нагрузке, совмещённых для удобства сравнения.



Рисунок 3 – Регулировочные характеристики при активной, индуктивной и емкостной нагрузке

Для определения ∆U% необходимо установить номинальный режим генератора при активно-индуктивной нагрузке: ; ; ; . Затем замкнуть B и, установить , измерить ЭДС  на зажимах генератора. Результат измерений записал в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты измерений для определения величины  при ; ; ; 

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| , А | , А | , А |  | , В |  |  |
| 1,3 | 2,3 | 0,75 | 0,89 | 225 | 77,1 | 72,3 |

.

Схема соединений обмоток статора в опытах трех-, двух- и однофазного короткого замыкания показаны на рисунке 4:



Рисунок 4 – 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 записал в таблицу 6.

Таблица 6 – Результаты измерений опыта короткого замыкания при , .

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трёхфазное к.з. | | | | | | | |
| i, А | 0 | 0,21 | 0,25 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,38 |
| I, А | 0 | 0,5 | 1 | 1,3 | 1,7 | 2,1 | 2,5 |
| Двухфазное к.з. | | | | | | | |
| i, А | 0,1 | 0,15 | 0,22 | 0,3 | 0,35 | 0,38 | 0,35 |
| I, А | 0,5 | 1 | 1,3 | 1,7 | 2 | 2,2 | 2,7 |
| Однофазное к.з. | | | | | | | |
| i, А | 0,1 | 0,12 | 0,25 | 0,2 | 0,25 | 0,28 | 0,3 |
| I, А | 0,5 | 1 | 1,3 | 1,7 | 2 | 2,2 | 2,7 |

На рисунке 5 совмещены характеристики одно-, двух- и трёхфазного короткого замыкания.



Рисунок 5 – Характеристики короткого замыкания синхронного генератора

Расчётная величина  вычисляют графическим методом. Для этого необходимо воспользоваться характеристиками холостого хода и трехфазного короткого замыкания, совмещенными на рисунке 6.



Рисунок 6 – Совмещённые характеристики трёхфазного холостого хода и трёхфазного короткого замыкания

Здесь  – ток возбуждения, необходимый для создания  в режиме короткого замыкания. Ток якоря  вызывает падение напряжения  на индуктивном сопротивлении рассеяния ; для создания соответствующей  необходим ток возбуждения . Отрезок  в масштабе тока возбуждения равен намагничивающей силе, компенсирующей реакцию якоря, обусловленную током . Выбрав масштабы напряжения, тока якоря и н.с., следует построить векторную диаграмму, соответствующую режиму работы генератора перед внезапным сбросом нагрузки (рисунок 7).



Рисунок 7 – Диаграмма Потье синхронного генератора

Вектор  откладывается на плоскости произвольно, а вектор  – под известным углом φ. Затем к вектору  достраиваются напряжения  и . Найденной таким образом ЭДС  на рисунке 6 соответствен н.с.  в масштабе тока возбуждения. На векторной диаграмме эта н.с. опережает вектор  по фазе на угол . Чтобы получить н.с. обмотки возбуждения  в масштабе i, необходимо к вектору  достроить вектор – , находящийся в противофазе с вектором . На рисунке 6 намагничивающей силе  – соответствует ЭДС холостого хода . На векторной диаграмме эта ЭДС отстаёт по фазе от  на угол .  является относительной величиной, и для её расчёта достаточно при известной длине вектора  в формулу подставить найденную длину вектора .

.

# Вывод

В ходе данной лабораторной работы мы изучили и исследовали работу синхронного трёхфазного генератора. На основе полученных данных построили внешние и регулировочные характеристики для различных видов нагрузок: активной, индуктивной и емкостной. Также сняли данные и построили характеристики трех-, двух- и однофазного короткого замыкания. Оценили достоверность расчета  на основе характеристики холостого хода и трёхфазного короткого замыкания и убедились что , на основе чего можно сделать вывод что лабораторная работа выполнена верно.