

149-150 Лабораторная работа № 16. Исследование трёхфазного СГ, включённого на параллельную работу с сетью

Цель работы

Исследовать работу СГ, включённого параллельно с сетью. Ознакомиться с условиями и способами включения генераторов на параллельную работу. Изучить процессы регулирования активной и реактивной мощности.

Краткие сведения из теории

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_g включаемого в сеть;
- 2) напряжения сети U_c и генератора U_g в момент включения должны совпадать по фазе;
- 3) равенство частот генератора f_g и сети f_c которое достигается регулированием частоты вращения;
- 4) одинаковая последовательность чередования фаз сети и генератора.

На практике выполнение этих условий можно контролировать при помощи специальных синхронизирующих схем.

Точная синхронизация. Она может быть реализована путём включения между одноименными фазами генератора и сети ламп, рассчитанных на двойное фазное напряжение (рисунок 3.14, а).

В такой схеме лампы находятся под действием разности фазных напряжений ΔU генератора и сети. При точной синхронизации, когда ΔU во всех фаз равны нулю, все лампы погаснут (схема на погасание). Для более точной фиксации нулевого значения ΔU параллельно одной из ламп включается вольтметр, имеющий повышенную чувствительность на начальном участке шкалы. Если при этой схеме включения лампы будут гаснуть не одновременно, а по очереди, то это свидетельствует о том, что порядок чередования фаз неодинаков. Включать генератор на параллельную работу с сетью нужно при наименьшей частоте погасания ламп, когда лампы погаснут, а стрелка вольтметра подойдёт к нулю.

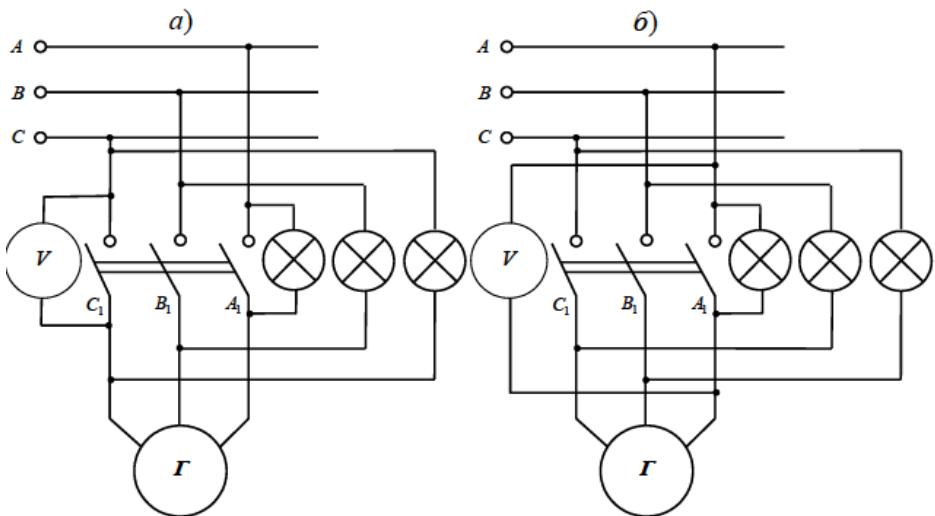


Рисунок 3.14 – Схема подключения синхронного генератора с помощью ламп:
а – на погасание; б – на вращение света

Чаще для синхронизации применяют схему включения ламп «на вращение света» (рисунок 3.14, б). В этом случае одну лампу присоединяют к одноимённым фазам генератора и сети, а две другие – к разноимённым. Параллельно к лампе, присоединённой к одноименным фазам, включают нулевой вольтметр.

Генератор включают на параллельную работу в тот момент, когда вращение света прекратится, лампа, присоединённая к одноименным фазам, погаснет, стрелка нулевого вольтметра подходит к нулю, а две другие лампы горят одинаковым светом.

Нулевой вольтметр ставят для того, чтобы точнее определить разность напряжений между генератором и сетью, чего с помощью одних ламп сделать нельзя, так как при 15–20 % номинального напряжения на лампах их нити не накаливаются.

Зависимости общего тока якоря генератора, работающего параллельно с мощной сетью, от тока возбуждения при постоянных частоте и напряжении сети и отдаваемой генератором на сеть активной мощности ($P_2 = 0$, $P_2 = 0,5P_{\text{ном}}$ и $P_2 = P_{\text{ном}}$) изображены в виде U -образных кривых (рисунок 3.16).

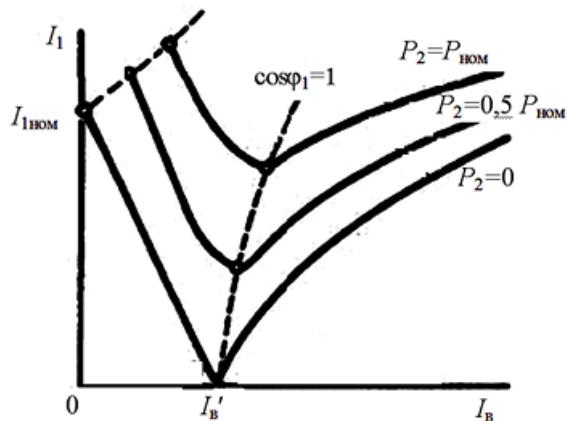


Рисунок 3.16 – U -образные кривые СГ

Пунктирная линия соответствует такому значению тока возбуждения, при котором ток якоря становится минимальным и равным только активной составляющей. В этом случае генератор работает при коэффициенте мощности $\cos\phi = 1$. Отклонение этой пунктирной линии вправо указывает на то, что с возрастанием нагрузки ток возбуждения необходимо увеличивать для поддержания напряжения на зажимах генератора постоянным.

Активную мощность СГ, работающего параллельно с мощной сетью, регулируют изменением напряжения питания приводного двигателя.

Работа параллельно работающего синхронного генератора при изменении тока:

$$I_B \uparrow \xrightarrow[1]{\Phi_0 \uparrow} \xrightarrow[2]{E_0 \uparrow} \xrightarrow[3]{U_1 \uparrow} \xrightarrow[4]{(U_1 > U_c)} I_{\text{yp}} = \frac{U_1 - U_c}{x_c}.$$

1 При увеличении тока обмотки возбуждения возрастает основной магнитный поток Φ_0 .

2 Рост Φ_0 приведет к увеличению ЭДС генератора E_0 .

3 При увеличении E_0 растёт напряжение генератора U_1 и оно становится больше напряжения сети U_c .

4 Возникает уравнительный ток $I_{\text{уп}}$. Он будет реактивным (разность напряжений $(U_1 - U_c)$ приложена к индуктивному сопротивлению X_c) и течет от генератора в сеть, так как $(U_1 > U_c)$.

Это означает, что **генератор отдаёт реактивную мощность в сеть**.

Если ток возбуждения уменьшится, то

$$I_B \downarrow \xrightarrow[1]{\Phi_0 \downarrow} \xrightarrow[2]{E_0 \downarrow} \xrightarrow[3]{U_1 \downarrow} \xrightarrow[4]{(U_1 < U_c)} I_{\text{уп}} = \frac{U_1 - U_c}{X_c}.$$

1 При уменьшении тока обмотки возбуждения уменьшается основной магнитный поток Φ_0 .

2 Уменьшение Φ_0 приведет к уменьшению ЭДС генератора E_0 .

3 При уменьшении E_0 уменьшается напряжение генератора U_1 и оно становится меньше напряжения сети U_c .

4 Возникает уравнительный ток $I_{\text{уп}}$. Он будет реактивным (разность напряжений $(U_1 - U_c)$ приложена к индуктивному сопротивлению X_c) и течет от из сети в генератор, так как $(U_1 < U_c)$.

Уравнительный ток будет направлен к генератору, то есть он **будет потреблять реактивную мощность**. Таким образом, при перевозбуждении генератор будет работать с опережающим током по отношению к напряжению сети, а при уменьшении возбуждения – с отстающим. **При изменении возбуждения генератора изменяется только его реактивная мощность**.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить условия включения СГ на параллельную работу.
- 2 Изучить способы включения СГ на параллельную работу.
- 3 Изучить зависимости тока якоря генератора от тока возбуждения (U -образные кривые).

4 Изучить формулы регулирования реактивной мощности при изменении тока возбуждения.

5 Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчёта

- 1 Условия включения генераторов на параллельную работу.
- 2 Схемы подключения синхронного генератора с помощью ламп: на погасание; на вращение света.
- 3 U -образные кривые СГ.

4 Формулы регулирования реактивной мощности при увеличении и при уменьшении тока возбуждения.

5 Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1 Какие условия должны выполняться для включения генераторов на параллельную работу?

2 Какие схемы применяются для подключения генератора с помощью ламп?

3 Что показывает *U*-образная кривая СГ?

4 Как изменяется реактивная мощность генератора при регулировании тока возбуждения?

5 Что такое уравнительный ток, и когда он возникает?

6 Для чего используют нулевой вольтметр в схемах синхронизации?

7 Как регулируется активная мощность СГ, работающего параллельно с сетью?

8 Что происходит при несовпадении порядка чередования фаз генератора и сети?

9 Почему нормальная работа СГ происходит в насыщенной части характеристики холостого хода?

10 Какие последствия может иметь неправильная синхронизация генератора с сетью?