

УДК 621.313

РАБОТА И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

Стоцкий Кирилл Степанович

студент 1 курса магистратуры

Фазылов Ильшат Занфирович

студент 1 курса магистратуры

кафедра электромеханики факультет авионики, энергетики и инфокоммуникаций

Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет, г. Уфа

Стоцкая Диана Рашитовна

студент 2 курса бакалавриата, биологический факультет

Башкирский Государственный Университет, г. Уфа

Аннотация. Синхронные генераторы это основной компонент для выработки электроэнергии. Они устанавливаются на всех электрических станциях. С их помощью механическая энергия преобразуется в электрическую.

Ключевые слова. Энергетика, Синхронный генератор, СГ, Принцип действия синхронного генератора.

Синхронный генератор предназначен для преобразования механической энергии в электрическую энергию с помощью вала его ротора.

Чтобы генератор работал стабильно, другими словами вращаясь с постоянной скоростью $\omega_f = \omega_s$, преобразовав механическую энергию в электрическую, необходимо, чтобы механический момент его турбины M_t выполнял работу, чтобы преодолеть равные и противоположные направленные моменты M . В противном случае, если нет баланса моментов M_t и M , генератор будет увеличивать или уменьшать свою кинетическую энергию (увеличивать или уменьшать скорость ω_f). В следствие может произойти потеря устойчивости. [1]

В синхронном генераторе момент M имеет электромагнитную природу, поэтому он получил название электромагнитный. Его внешний вид и действие обеспечивается соответствующей конструкцией генератора, в максимальной степени учитывающей проявление объективного закона природы, открытого Ампером. Согласно этому закону на проводник с током в магнитном поле действует сила, пропорциональная силе тока в проводнике, магнитной индукции и синусу угла между направлениями индукционных линий и проводника.

Направление силы, действующей на проводник, определяется по правилу левой руки: линии магнитной индукции должны входить в ладонь, четыре вытянутых пальца должны быть вытянуты вдоль проводника в направлении тока, тогда большой палец покажет направление силы. В принятой модели генератора активные части обмотки возбуждения, расположенные вдоль оси вращения, играют роль проводника с током, а магнитное поле играет роль поля в воздушном зазоре генератора, или, скорее, его часть с индукцией B , определяемой работой генератора G_c .

Другие части магнитного поля с индукциями B_f и B_g по принятым допущениям исключаются из рассмотрения, поскольку при любом положении ротора в пространстве активные части обмотки возбуждения, жестко связанные с ним, всегда находятся в зоне, где индукции B_f и B_g равны нулю и поэтому не могут влиять на величину электромагнитного момента. В генераторах специального назначения, где поле возбуждения создается постоянными магнитами, электроны с неспаренными спинами движутся как орбиты в ферромагнитных атомах, как проводники с током.

[2]

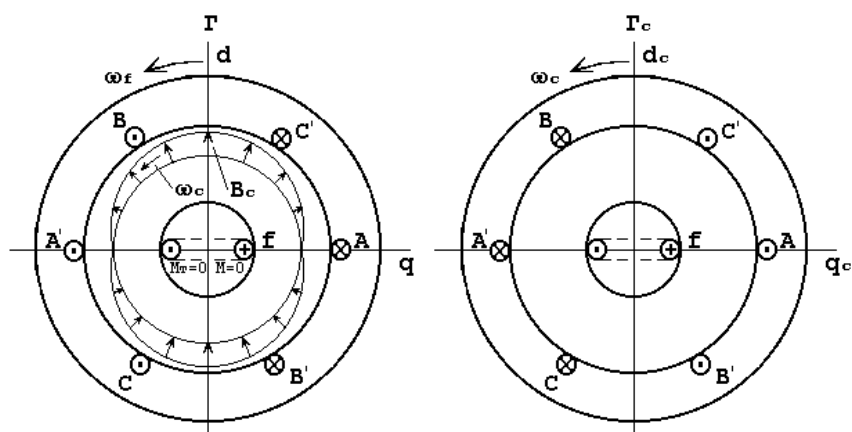


Рисунок 1. Начальный режим

Предположим, что в начальном режиме генератор вращается со скоростью $\omega_f = \omega_c$, а его продольная ось ориентирована аналогично продольной оси d_c генератора G_c (рис. 1).

На рис. 1 не показаны магнитные поля с индукциями B_f и B_g , так как они не влияют на электромагнитный момент с принятыми допущениями.

Как видно из рис. 1, активные части обмотки возбуждения генератора G в любой момент времени расположены в области, где нет магнитного поля. Следовательно, на эти части не влияет электромагнитная сила, поэтому электромагнитный момент не влияет на ротор генератора, в котором эти части обмотки возбуждения жестко закреплены. В этом режиме, игнорируя потери на трение, крутящий момент турбины не требуется, и генератор работает как синхронный

компенсатор: когда ток в обмотке возбуждения меньше (больше) определенного значения, он потребляет (выдает) реактивную мощность, не развивая активную мощность. [3]

При подаче энергии, например, пара на турбину генератора, возникает механический момент M_t , под действием которого ротор генератора ускоряется и его скорость ω_f становится больше скорости ω_c генератора Γ_c . В результате активные части обмотки возбуждения генератора Γ , обгоняя магнитное поле с помощью индукции B_c , входят в свою зону действия, и на них начинает действовать тормозящая электромагнитная сила, и электромагнитный момент M начинает действовать на ротор (рис. 2).

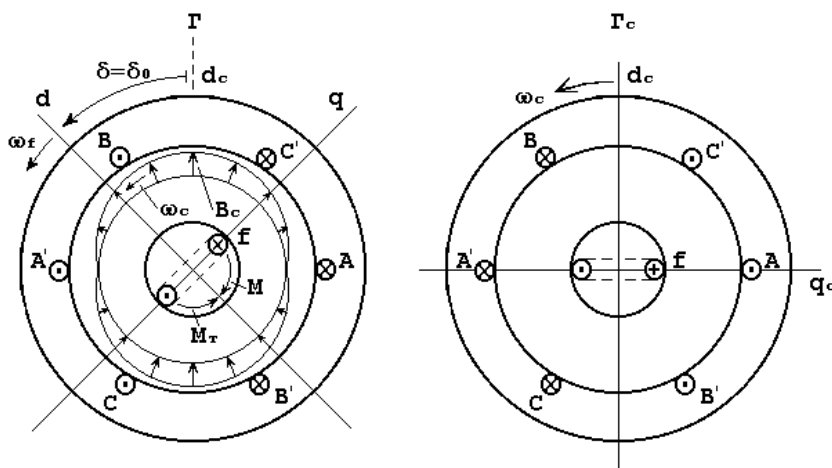


Рисунок 2. Тормозящая сила

Здесь, как и на рисунке 1, магнитные индукции B_f и B_g не показаны, не участвуя в создании электромагнитного момента M ; взаимное положение в пространстве роторов генераторов Γ и Γ_c определяется углом δ между их продольными осями d и d_c .

При опережении ротором генератора Γ ротора генератора Γ_c (увеличивая значение угла δ), активные части обмотки возбуждения генератора Γ входят во все более сильное поле B_c , определяя тем самым увеличение электромагнитного момента, действующего на генератор Γ электромагнитного момента M . При определенном угле δ_0 моменты M_t и M выравниваются, но из-за инерции ротор генератора Γ продолжает свое движение относительно ротора генератора Γ_c , что сопровождается увеличением угла δ .

Однако при углах, превышающих δ_0 , электромагнитный момент M преобладает над моментом турбины M_t , и ротор генератора Γ тормозится относительно ротора генератора Γ_c . При угле δ_m скорости ω_f и ω_c генераторов Γ и Γ_c выравниваются, после чего при продолжении торможения угол δ уменьшается. Под углом δ_0 моменты M и M_t снова равны, но из-за инерции ротор генератора Γ продолжает свое движение, что сопровождается уменьшением угла. Это

продолжается до тех пор, пока скорости ω_f и ω_c не будут выровнены с роторами генераторов, после чего увеличение угла δ снова начнет расти. Колебательный характер переходного процесса очевиден, и он будет успешно завершен, когда генератор Г займет положение, определяемое углом δ_0 (рис.2).

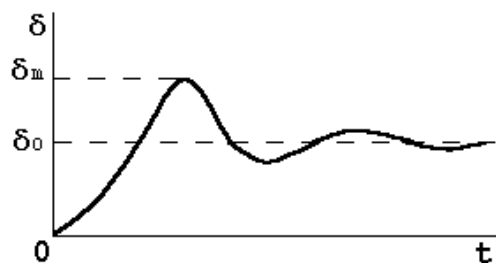


Рисунок 3. График изменения угла δ

Описанный характер изменения угла δ в переходном процессе в предположении быстрого изменения момента M_t турбины показан на рис.3.

В положении ротора генератора Г определенный угол δ_0 , моменты M_t и M турбины Т и генератора Г равны, и также равны скорости ω_f и ω_c роторов генераторов Г и Гс. Генератор Г работает стабильно и вырабатывает активную мощность P_g , пропорциональную электромагнитному моменту M , передаваемому в приемную систему С.

Из приведенных выше соображений ясно, что для изменения активной мощности, развиваемой генератором, необходимо изменить его электромагнитный момент M , который может быть выполнен только путем изменения момента M_t вращающегося генератора Г турбины, который, в свою очередь, может быть изменен только путем изменения расхода энергии, подаваемой на турбину (пар, вода, газ). Изменяя ток в обмотке возбуждения генератора Г, можно добиться только изменения положения его ротора в пространстве (угол δ_0), ЭДС E_g и соответствующей реактивной мощности генератора без изменения электромагнитного поля. момент M и, следовательно, активная мощность, развиваемая им.

Следует отметить, что переходный процесс, связанный с изменением активной и /или реактивной мощности, развиваемой генератором Г, всегда сопровождается механическим движением его ротора относительно ротора генератора Г, и, следовательно, носит электромеханический характер. Механические движения ротора значительно замедляют процесс перехода, что усложняет задачу повышения устойчивости генератора Г за счет ускорения процесса перехода с использованием систем автоматического управления. Это, в частности, стало причиной того, что интенсивно разрабатывались и применялись на практике наряду с традиционными синхронными и асинхронизированными турбогенераторами, в которых благодаря наличию

дополнительной обмотки возбуждения на роторе, можно обеспечить поток переходных процессов без механического воздействия. движение ротора, т. е. носит чисто электромагнитный характер.

Список литературы:

1. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах:- М.:Выш.шк.,1985.-536 с.
2. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем / Под ред. Л.А.Жукова.- М.:Энергия,1979.-456 с.
3. Горев А.А. Переходные процессы синхронной машины. Л.:Наука,1985.-502 с.