

71 Принцип действия синхронного генератора

Для изучения принципа действия синхронного генератора воспользуемся упрощённой моделью синхронной машины (рис. 1).

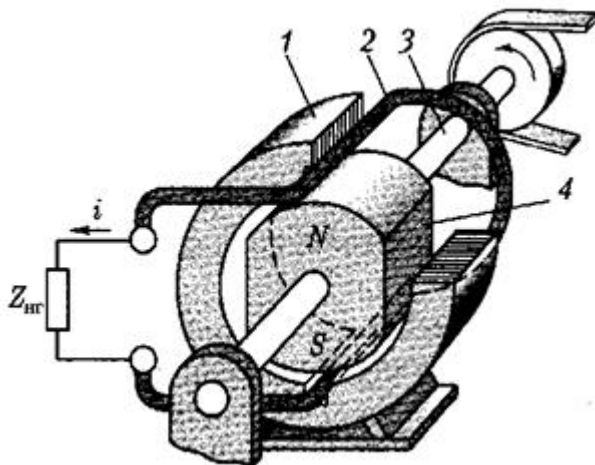


Рисунок 1 – Упрощенная модель синхронного генератора

Неподвижная часть машины, называемая статором, представляет собой полый шихтованный цилиндр 1 (сердечник статора) с двумя продольными пазами на внутренней поверхности. В этих пазах расположены стороны витка 2, являющегося обмоткой статора. Во внутренней полости сердечника статора расположена вращающаяся часть машины — ротор, представляющий собой постоянный магнит 4 с полюсами N и S, закреплённый на валу 3.

Вал ротора посредством ременной передачи механически связан с приводным двигателем (на рисунке не показан). В реальном синхронном генераторе в качестве приводного двигателя может быть использован двигатель внутреннего сгорания либо турбина. Под действием вращающего момента приводного двигателя ротор генератора вращается с частотой n_1 против часовой стрелки. При этом в обмотке статора в соответствии с явлением электромагнитной индукции наводится ЭДС. Так как обмотка статора замкнута на нагрузку $Z_{нр}$, то в цепи этой обмотки появится ток i .

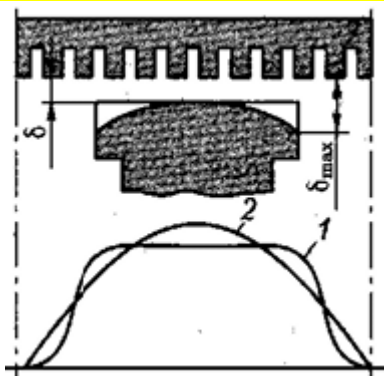
В процессе вращения ротора магнитное поле постоянного магнита также вращается с частотой n_1 , а поэтому каждый из проводников обмотки статора попеременно оказывается то в зоне северного (N) магнитного полюса, то в зоне южного (S) магнитного полюса. При этом каждая смена полюсов сопровождается изменением направления ЭДС в обмотке статора. Таким образом, в обмотке статора синхронного генератора наводится переменная ЭДС, а поэтому ток в этой обмотке и в нагрузке также переменный.

Мгновенное значение ЭДС обмотки статора в рассматриваемом синхронном генераторе

$$e = B_{\delta} \cdot 2l \cdot v = B_{\delta} \cdot 2l \cdot \pi \cdot D_1 \cdot n_1 / 60,$$

где B_{δ} — магнитная индукция в воздушном зазоре между сердечником статора и полюсами ротора, Тл; l — активная длина одной пазовой стороны обмотки статора, м; $v = \pi \cdot D_1 \cdot n_1 / 60$ — скорость движения полюсов ротора относительно статора, м/с; D_1 — внутренний диаметр сердечника статора, м.

Эта формула показывает, что при неизменной частоте вращения ротора форма кривой переменной ЭДС обмотки якоря определяется исключительно законом распределения магнитной индукции в зазоре.



Если бы график магнитной индукции в зазоре представлял собой синусоиду, то ЭДС генератора была бы синусоидальной. Однако получить синусоидальное распределение индукции в зазоре практически невозможно. Так, если воздушный зазор постоянен, то магнитная индукция в воздушном зазоре распределяется по трапецеидальному закону (график 1), а

следовательно, и график ЭДС генератора представляет собой трапецию.

Если края полюсов скосить так, чтобы зазор на краях полюсных наконечников был больше, то график распределения магнитной индукции в зазоре приблизится к синусоиде (график 2), а следовательно,

и график ЭДС, наведенной в обмотке генератора, приблизится к синусоиде.

Частота ЭДС синхронного генератора f_1 (Гц) прямо пропорциональна частоте вращения ротора n_1 (об/мин), которую принято называть синхронной частотой вращения

$$f_1 = p \cdot n_1 / 60,$$

где p — число пар полюсов; в рассматриваемом генераторе два полюса, т.е. $p = 1$.

Для получения промышленной частоты ЭДС (50 Гц) ротор такого генератора необходимо вращать с частотой $n_1 = 3000$ об/мин, тогда

$$f_1 = 1 \cdot 3000 / 60 = 50 \text{ Гц.}$$

Постоянные магниты на роторе используют лишь в синхронных генераторах весьма малой мощности, поэтому в большинстве синхронных генераторов для получения возбуждающего магнитного поля применяют обмотку возбуждения, располагаемую на роторе.

Эта обмотка подключается к источнику постоянного тока через скользящие контакты, осуществляемые посредством двух контактных колец, располагаемых на валу и изолированных от вала и друг от друга, и двух неподвижных щёток.