

24-25 Лабораторная работа №1. Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения

Цель работы

Изучить схему генератора, условия самовозбуждения, характеристики холостого хода, внешнюю и регулировочную

Краткие сведения из теории

28.3. Генератор параллельного возбуждения

Принцип самовозбуждения генератора постоянного тока основан на том, что магнитная система машины, будучи намагниченной, сохраняет длительное время небольшой магнитный поток остаточного магнетизма сердечников полюсов и станины $\Phi_{ост}$ (порядка 2–3 % от полного потока). При вращении якоря поток $\Phi_{ост}$ индуцирует в якорной обмотке ЭДС $E_{ост}$, под действием которой в обмотке возбуждения возникает небольшой ток $I_{в.ост}$. Если МДС обмотки возбуждения имеет такое же направление, как и поток $\Phi_{ост}$, то она увеличивает поток главных полюсов. Это, в свою очередь, вызывает увеличение ЭДС генератора, отчего ток возбуждения вновь увеличится. Так будет продолжаться до тех пор, пока напряжение генератора не будет уравновешено падением напряжения в цепи возбуждения, т. е.

$$I_b R_b = U_0,$$

где $R_b = r_b + r_{рг}$ – общее сопротивление цепи возбуждения; r_b – сопротивление обмотки возбуждения.

На рис. 28.5, а показана схема включения генератора параллельного возбуждения, на рис. 28.5, б – характеристика холостого хода генератора (график 1) и зависимость падения напряжения от тока возбуждения $I_b R_b = f(I_b)$ (график 2). Точка пересечения А соответствует окончанию процесса самовозбуждения, так как именно в ней $I_b R_b = U_0$.

Угол наклона прямой OA к оси абсцисс определяется из треугольника OAB :

$$\frac{m_u}{m_i} \operatorname{tg} \alpha = \frac{U_0}{I_b} = r_b, \quad (28.10)$$

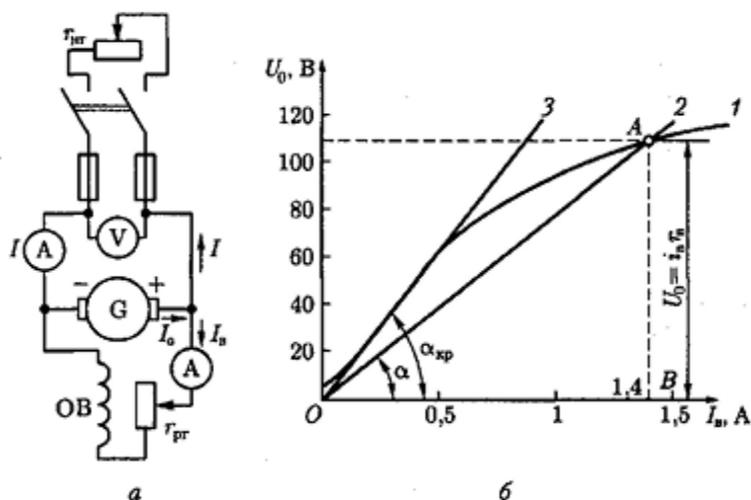


Рис. 28.5. Принципиальная схема (а) и характеристика холостого хода (б) генератора параллельного возбуждения

где m_i — масштаб тока (по оси абсцисс), А/мм; m_u — масштаб напряжения (по оси ординат), В/мм.

Из (28.10) следует, что угол наклона прямой $I_b r_b = f(I_b)$ к оси абсцисс прямо пропорционален сопротивлению цепи возбуждения. Однако при некотором значении сопротивления реостата $r_{пр}$ сопротивление r_b достигает значения, при котором зависимость $I_b r_b = f(I_b)$ становится касательной к прямолинейной части характеристики холостого хода (прямая 3). В этих условиях генератор не самовозбуждается. Сопротивление цепи возбуждения, при которой прекращается самовозбуждение генератора, называют *критическим*.

Следует отметить, что самовозбуждение генератора возможно лишь при частоте вращения, превышающей критическую $n_{кр}$. Это условие вытекает из *характеристики самовозбуждения генератора* (рис. 28.6), представляющей собой зависимость напряжения генератора в режиме холостого хода от частоты вращения при неизменном сопротивлении цепи возбуждения, т. е. $U_0 = f(n)$ при $r_b = \text{const}$.

Анализ характеристики самовозбуждения показывает, что при $n < n_{кр}$ увеличение частоты вращения якоря генератора сопровождается незначительным увеличением напряжения, так как процесса самовозбуждения нет и появление напряжения на выходе генератора обусловлено лишь остаточным намагничиванием магнитной цепи генератора.

Процесс самовозбуждения начинается при $n > n_{кр}$. В этом случае увеличение частоты вращения сопровождается резким ростом

напряжения U_0 . Однако при частоте вращения, близкой к номинальной, рост напряжения несколько замедляется, что объясняется магнитным насыщением генератора. Критическая частота вращения зависит от сопротивления цепи возбуждения и с ростом последнего увеличивается.

Таким образом, самовозбуждение генераторов постоянного тока возможно при соблюдении следующих условий:

а) магнитная система машины должна обладать остаточным магнетизмом;

б) присоединение обмотки возбуждения должно быть таким, чтобы МДС обмотки совпадала по направлению с потоком остаточного магнетизма $\Phi_{ост}$;

в) сопротивление цепи возбуждения должно быть меньше критического;

г) частота вращения якоря должна быть больше критической.

Так как генератор параллельного возбуждения самовозбуждается лишь в одном направлении, то и характеристика холостого хода этого генератора может быть снята только для одного квадранта осей координат.

Нагрузочная и регулировочная характеристики генератора параллельного возбуждения практически не отличаются от соответствующих характеристик генератора независимого возбуждения.

Внешняя характеристика генератора параллельного возбуждения 1 (рис. 28.7) менее жесткая, чем у генератора независимого возбуждения. Объясняется это тем, что в генераторе параллельного возбуждения помимо причин, вызывающих уменьшение напряжения в генераторе независимого возбуждения (реакция якоря и падение напряжения в цепи якоря), действует еще и третья причина — уменьшение тока возбуждения, вызванное снижением напряжения от действия первых двух причин. Этим же объясняется и то, что при постепенном уменьшении сопротивления нагрузки $r_{нр}$ ток увеличивается

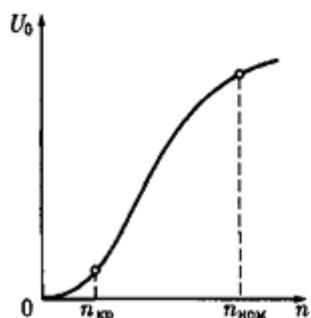


Рис. 28.6. Характеристика самовозбуждения

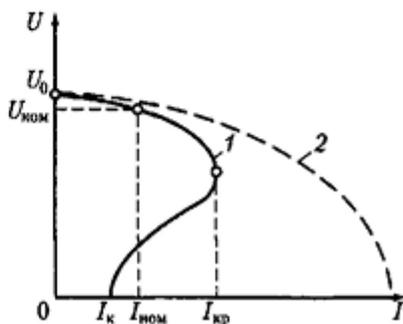


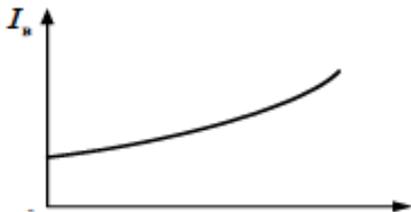
Рис. 28.7. Внешняя характеристика генератора параллельного возбуждения

ется лишь до критического значения $I_{кр}$, а затем при дальнейшем уменьшении сопротивления нагрузки ток начинает уменьшаться. Наконец, ток нагрузки при коротком замыкании $I_k < I_{кр}$. Дело в том, что с увеличением тока усиливается размагничивание генератора (усиление реакции якоря и уменьшение тока возбуждения), машина переходит в ненасыщенное состояние, при котором даже небольшое уменьшение сопротивления нагрузки вызывает резкое уменьшение ЭДС машины (см. рис. 28.5, б). Так как ток определяется напряжением на выводах генератора U и сопротивлением нагрузки $r_{нг}$, т. е. $I = U/r_{нг}$, то при токах нагрузки $I < I_{кр}$, когда напряжение генератора уменьшается медленнее, чем убывает сопротивление нагрузки, происходит рост тока нагрузки. После того как ток нагрузки I достигнет критического значения $I_{кр}$, дальнейшее уменьшение $r_{нг}$ сопровождается уменьшением тока нагрузки, так как в этом случае напряжение U убывает быстрее, чем уменьшается сопротивление нагрузки $r_{нг}$.

Таким образом, короткое замыкание, вызванное *медленным* уменьшением сопротивления нагрузки, не опасно для генератора параллельного возбуждения, так как генератор успевает размагнититься и ток в цепи якоря не достигает недопустимо опасных значений. Но при внезапном коротком замыкании магнитная система генератора не успевает размагнититься и ток I_k достигает опасных для машины значений $I_k = (8 \div 12)I_{ном}$ (кривая 2). При таком резком возрастании тока нагрузки на валу генератора возникает значительный тормозящий момент [см. (25.24)], а на коллекторе появляется сильное искрение, переходящее в круговой огонь. Чтобы не допустить этого опасного явления, необходимо защищать цепь якоря генератора плавкими предохранителями или автоматическими выключателями.

Генераторы параллельного возбуждения применяют в установках постоянного тока, так как отсутствие возбудителя выгодно отличает эти генераторы от генераторов независимого возбуждения. Номинальное изменение напряжения генератора параллельного возбуждения [см. (28.9)] составляет 10—30 %.

Регулировочная характеристика показывает, как нужно регулировать ток возбуждения, чтобы при изменении нагрузки напряжение генератора не менялось. С увеличением тока якоря I_a ток возбуждения I_b необходимо несколько увеличивать, чтобы компенсировать влияние падения напряжения $I_a R_a$ и реакцию якоря. Регулировочная характеристика I_b



Содержание отчёта

- 1 Наименование и цель работы
- 2 Рисунок 28.5, а. Принципиальная схема генератора параллельного возбуждения.
- 3 Рисунок 28.5, б. Характеристика холостого хода генератора параллельного возбуждения
- 4 Рисунок. 28.7. Внешняя характеристика генератора параллельного возбуждения
- 5 рисунок регулировочной характеристики генератора
- 6 Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

- 1 На чём основан принцип самовозбуждения генератора постоянного тока?
- 2 Опишите как происходит самовозбуждение генератора.
- 3 Что показывает точка А на рисунке 28.5, б?
- 4 Какие 4 условия необходимо соблюсти для самовозбуждения?
- 5 Опишите *внешнюю характеристику* генератора параллельного возбуждения.
- 6 Что такое критическое значение тока генератора?
- 7 Почему короткое замыкание, вызванное *медленным*, уменьшением сопротивления нагрузки, не опасно для генератора параллельного возбуждения?
- 8 Чем опасно внезапное короткое замыкание генератора?
- 9 Как нужно изменять ток возбуждения, чтобы при увеличении нагрузки напряжение генератора оставалось постоянным?
- 10 Куда при этом нужно двигать контакт регулировочного реостата?