

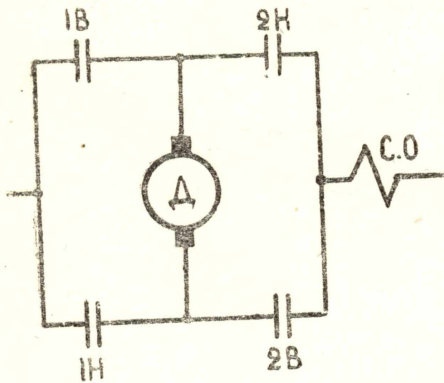
САМОРЕВЕРСИРУЮЩИЕСЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Л. И. ГАНДЖА

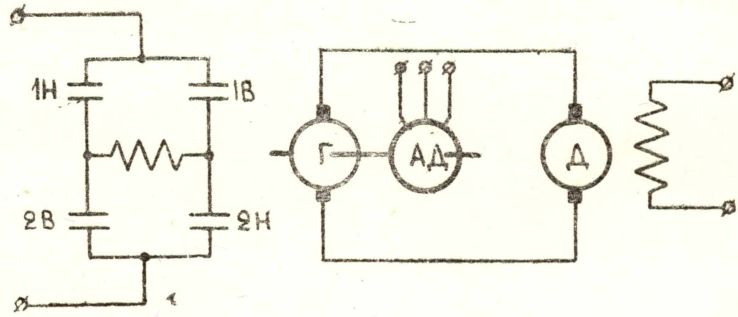
В последние годы нашей отечественной наукой достигнуты большие успехи в части теоретической и экспериментальной разработки принципа электромашинной автоматизации электрических приводов. При этом исследования ведутся главным образом в направлении автоматического регулирования электрических приводов, форсирования переходных процессов, разработки схем управления, построенных на принципе электромашинного усиления, и совершенно не затронуты вопросы применения электромашинной автоматики к реверсу приводного двигателя. Между тем существуют схемы, в которых можно получить реверс как функцию режима привода, и позволяющие, таким образом, осуществить таковой по принципу электромашинной автоматики.

Здесь освещаются свойства ряда таких схем, представляющих интерес в указанном выше смысле.

Реверс приводного двигателя постоянного тока, питаемого от сети с постоянным напряжением, в настоящее время осуществляется изменением направления тока либо в якоре двигателя, либо в его обмотке возбужде-



Фиг. 1



Фиг. 2

ния. Последний способ нашел ограниченное применение для двигателей с последовательным возбуждением. Элементарная схема силовой цепи для случая двигателя с последовательным возбуждением представлена на фиг. 1, из которой следует, что реверс осуществляется по принципу использования релейно-контакторной аппаратуры и именно — контакторами 1В, 2В, 1Н, 2Н. Если учесть, что в схеме управления реверсивным двигателем, помимо указанных четырех контакторов, необходимо еще иметь ряд аппаратов, воздействующих на катушки упомянутых контакторов, станет ясно, что подобная схема в части реверса двигателя оказывается довольно сложной.

Если приводной двигатель питается непосредственно от генератора, то реверс его осуществляется изменением направления тока в обмотке возбуждения генератора согласно фиг. 2. При этом количество реверсирующих контакторов остается тем же, что и на фиг. 1, если не принимать

во внимание устройств по осуществлению форсировки возбуждения генератора.

Реверсивные схемы управления могут быть значительно упрощены, если в основу их построения положить принцип электромашинной автоматизации реверса. Подобные системы приводятся ниже.

1. Система „генератор с последовательным возбуждением—двигатель с независимым возбуждением“

Данная система представлена на фиг. 3. Некоторые свойства ее описаны в [1—6]. Основные свойства системы сводятся к следующим:

1). Если ток нагрузки двигателя в установившемся режиме меньше критического тока $I_{кр}$ (фиг. 4), то в системе возникают незатухающие колебания как электрических, так и механических величин (тока, э.д.с., момента, скорости). При этом ток $I_{кр}$ определяется точкой D , образованной касательной к кривой намагничивания генератора

$$e_g = f(I),$$

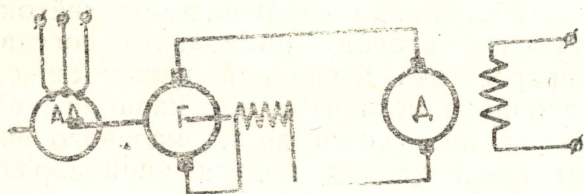
и параллельной прямой

$$I \cdot R = \varphi(I),$$

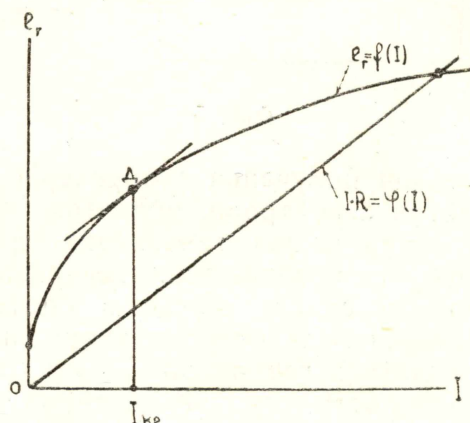
представляющей падение напряжения в силовом контуре системы.

2). Если ток нагрузки двигателя в установившемся режиме больше тока $I_{кр}$, то система не склонна к колебаниям и привод работает устойчиво.

Таким образом, если привод работает на некоторый реверсивный механизм и находится под нагрузкой, удовлетворяющей условию 2, то после выхода механизма и привода на холостой ход, при котором нагрузка привода удовлетворяет условию 1, двигатель реверсируется за счёт склонности си-



Фиг. 3



Фиг. 4

стемы к колебаниям. Если же после реверса вновь приложить к двигателю нагрузку, удовлетворяющую условию 2, двигатель будет работать устойчиво, вращаясь в обратную сторону.

2. Система „генератор со смешанным возбуждением—двигатель с независимым возбуждением“

Принципиальная схема представлена на фиг. 5. Некоторые свойства системы описаны в [7, 8]. При подключенной параллельной обмотке генератора приводной двигатель работает в установившемся режиме с постоянной скоростью, соответствующей нагрузке. Если же сообщить схеме кратковременный импульс на отключение параллельной обмотки генератора, то схема фиг. 5 на короткое время приведет к схеме фиг. 3; при этом двигатель реверсируется, а так как полярность щёток генератора за счёт последовательной обмотки возбуждения изменится на обратную, то при последующем подключении параллельной обмотки возбуждения

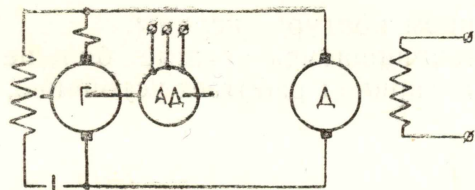
генератора изменится направление тока и в ней. Генератор при этом возбудится до нормального напряжения при обратной полярности на щётках, а двигатель приобретёт нормальную скорость при обратном направлении вращения.

Самореверс двигателя может быть получен и в системе с генератором параллельного возбуждения, снабженным дополнительными полюсами. В последнем случае обмотка возбуждения дополнительных полюсов будет выполнять роль последовательной обмотки в схеме фиг. 5.

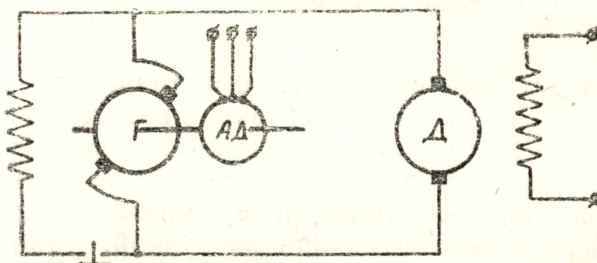
3. Система „генератор с параллельным возбуждением—двигатель с независимым возбуждением“

Принципиальная схема представлена на фиг. 6. Здесь предполагается, что генератор выполнен только с одной параллельной обмоткой возбуждения.

Если щётки генератора расположены на нейтрали, то при кратковременном отключении параллельной обмотки возбуждения генератора самореверс двигателя не наступает.



Фиг. 5



Фиг. 6

Для получения самореверса двигателя достаточно небольшого сдвига щёток с нейтрали, при этом появляется продольная составляющая поля реакции якоря генератора, действующая вдоль полюсов. Если теперь обмотку возбуждения генератора кратковременно отключить от щёток, то при сдвиге щёток в соответствующую сторону продольная составляющая поля реакции якоря при реверсе тока в силовой цепи вызовет на щётках генератора э.д.с. от остаточного механизма противоположной полярности, за счёт которой генератор возбудится до нормального напряжения обратной полярности при последующем подключении параллельной обмотки возбуждения. Напряжение обратной полярности генератора и вызовет реверс двигателя.

4. Система „генератор с возбудителем—двигатель с независимым возбуждением“

Данная система была найдена С. С. Кропаниным и представлена на фиг. 7. При надлежащих параметрах цепи обмотки возбуждения генератора в ней также возникают незатухающие колебания тока возбуждения генератора, в результате чего генератор периодически перемагничивается. Перемагничивание генератора вызывает периодическое изменение полярности напряжения на его щётках, а это, в свою очередь, обуславливает периодические изменения направления вращения двигателя.

Нетрудно видеть, что сопротивление обмотки возбуждения генератора должно быть таково, чтобы ток возбуждения генератора, подсчитанный как

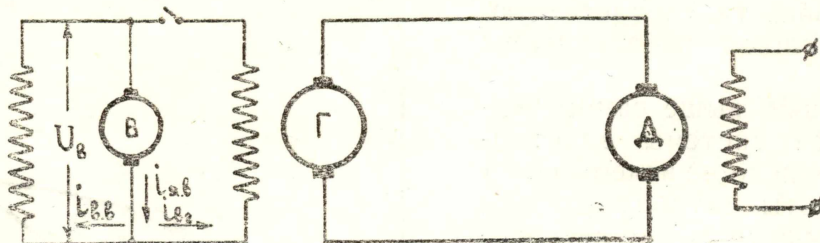
$$i_{в.з.к.} = \frac{U_{в.}}{r_{о.в.з.}}$$

был бы больше тока $i_{\text{макс}}$, соответствующего точке „а“ внешней характеристики возбудителя (фиг. 8). В этой формуле:

U_v — напряжение возбудителя и

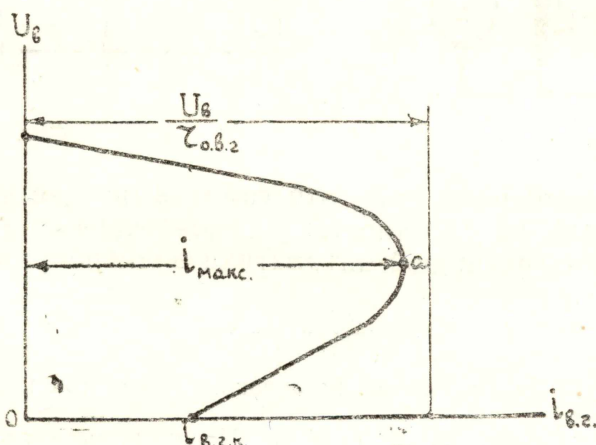
$r_{\text{о.в.г.}}$ — сопротивление обмотки возбуждения генератора.

При включении возбудителя на обмотку возбуждения генератора ток возбуждения последнего стремится к значению $i_{\text{в.г.к.}}$; при этом возбуди-



Фиг. 7

тель оказывается в режиме, близком к короткому замыканию, и его напряжение оказывается почти равным нулю. Так как при прохождении тока возбуждения генератора через значение $i_{\text{макс}}$ обмотка возбуждения его запасла магнитную энергию, то э.д.с. самоиндукции обмотки возбуж-



Фиг. 8

дения генератора становится источником тока, посылая его в обратном направлении. При этом возбудитель перемагнитится и, когда ток от э.д.с. самоиндукции станет равным нулю, пошлет ток в направлении, обратном тому, которое было в начале предыдущего периода.

5. Система 1 с шунтированием якоря двигателя

Система 1, описанная выше, не дает стационарного режима при холостом ходе двигателя, поскольку ток холостого хода оказывается меньше тока критического. Поэтому холостой ход двигателя будет сопровождаться незатухающими колебаниями, что в ряде случаев недопустимо. Избежать этого при холостом ходе можно применением параллельной обмотки возбуждения генератора. При этом получатся системы 2 или 3. Стационарный режим без колебаний может быть получен также и шунтированием якоря двигателя при холостом ходе омическим сопротивлением, согласно фиг. 9.

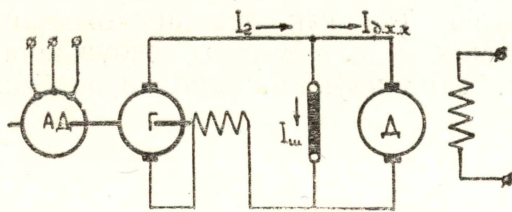
При этом шунтирующее сопротивление по своей величине должно быть таким, чтобы результирующий ток генератора, равный сумме тока

холостого хода двигателя и тока в шунтирующем сопротивлении, был бы больше тока критического (фиг. 10), то есть

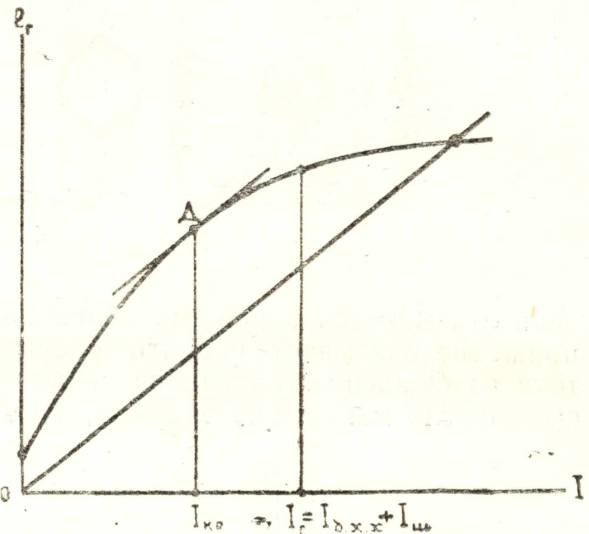
$$I_2 = I_{d.x.x.} + I_{ш} > I_{кр.}$$

При этом условии режим генератора определяется точкой на характеристике намагничивания, расположенной правее критической точки D , то есть в области, соответствующей устойчивой работе схемы (фиг. 10).

Описанные выше самореверсирующиеся системы электроприводов далеко не исчерпывают всей полноты затронутых вопросов, являются далеко несовершенными и подлежат дальнейшей глубокой теоретической и экспериментальной разработке.



Фиг. 9



Фиг. 10

Однако из изложенного ясно, что самореверс двигателя в этих системах, обусловленный их склонностью к колебаниям, может трактоваться как элемент электромашинной автоматики электроприводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. Арнольд. Динамомшины постоянного тока, том I, стр. 794. С.-Петербург „Печатный труд“, 1909.
2. Э. Арнольд, проф. И. Л. Ла-Кур. Машины постоянного тока, т. I, стр. 492, Гостехиздат 1931.
3. К. И. Шеффер. Динамомшины и двигатели постоянного тока, стр. 383, Госэнергоиздат, 1934.
4. Н. Н. Руквишников. Сборник задач по электрическим машинам постоянного и переменного тока, стр. 455, КУБУЧ, 1933.
5. М. В. Шулейкин. Самовозбуждение электрических колебаний в цепях коллекторных динамомашин. Отдельный оттиск из Изв. С.-Петербургского политехн. ин-та, том XX, стр. 108, 1913.
6. М. В. Шулейкин. О свободных колебаниях в цепи серийного генератора и мотора. Изв. С.-Петербургского политехн. ин-та, том XI, вып. 2, стр. 735, 1909.
7. В. К. Попов. Применение электродвигателей в промышленности, часть II, вып. I, стр. 398. Ленинград, КУБУЧ, 1935.
8. Д. П. Морозов. О колебательных процессах в электроприводах. Электричество № 8, 1945.