

УДК. 621.313.333.018.4-5

УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

ГАСАНОВ З.А., ВЕЗИРОВ Ф.Х., КАСУМОВ С.К.

Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия

В статье приводится устройство, позволяющее повысить надежность и расширить диапазон регулирования частоты вращения асинхронного электропривода. Это устройство состоит из асинхронного электродвигателя с фазным ротором, в цепь ротора которого включается выпрямительный мост, однофазный инвертор тока и силовой транзистор. Для повышения максимальной скорости электропривода отпирают транзистор, который, закорачивая выход выпрямительного моста, одновременно восстанавливает запирающие свойства тиристоры инвертора.

Для регулирования частоты вращения асинхронных электродвигателей с фазным ротором были предложены различные устройства, которые отличаются друг от друга своими технико-экономическими показателями.

Одно из этих устройств описано в [1], которое содержит асинхронный двигатель, в цепь ротора которого включены выпрямительный мост, дроссель, однофазный инвертор с блоком управления, с резистором и конденсатором. В этом устройстве регулирование частоты вращения асинхронного двигателя осуществляется путем изменения эффективного сопротивления в цепи выпрямленного тока ротора за счет изменения частоты инвертора.

Для повышения максимальной скорости электропривода одновременно отпирают все тиристоры. При этом производительность механизма повышается. Однако в этом случае теряется регулировочная способность электропривода, которая может быть восстановлена лишь после отключения электропривода от сети и его повторного пуска. Это ухудшает условия работы электропривода и производственного механизма, в целом его надежность и уменьшение диапазона регулирования частоты вращения.

Разработано устройство, которое частично устраняет эти недостатки [2]. Здесь для восстановления запирающих свойств силовых тиристоры вводится дополнительная цепь, составленная из последовательно включенных электролитического конденсатора, резистора и встречно-параллельных включенных силовых диода и тиристора. Это устройство исследовано в [3], анализ работы которого был проведен на основе схемы замещения. Получены зависимости времени приложения обратного напряжения к тиристорам инвертора $t_{об}$ от параметров схемы. Однако наличие в устройстве дополнительных силовых элементов усложнила его.

На кафедре «Электрооборудование и АПУ» Аз.ГНА разработано устройство (рис.1), позволяющее повысить надежность и расширение диапазона регулирования частоты вращения, без особого усложнения устройства.

Это достигается тем, что в цепь ротора асинхронного двигателя 1 (рис.1) включается устройство, куда входят выпрямительный мост 2; однофазный инвертор тока, состоящий из тиристоры 3,4,5,6; дросселя 7, конденсатора 8 и резистора 9. Параллельно к выходу выпрямительного моста подключен силовой транзистор 10, который через выходной усилитель мощности 11 и элемента «И» 12 соединен с

компараторами 13 и 14. Первый компаратор 13 выходом подключен к первому входу элемента «И» 12, а входами к датчику напряжения 15 и опорному напряжению $U_{оп1}$. Второй компаратор 14 выходом подключен ко второму входу элемента «И» 12, а входами – к опорному напряжению $U_{оп2}$ и управляющему напряжению U_y . Тиристоры 3, 4, 5, 6 управляют с помощью блока управления инвертором 16.

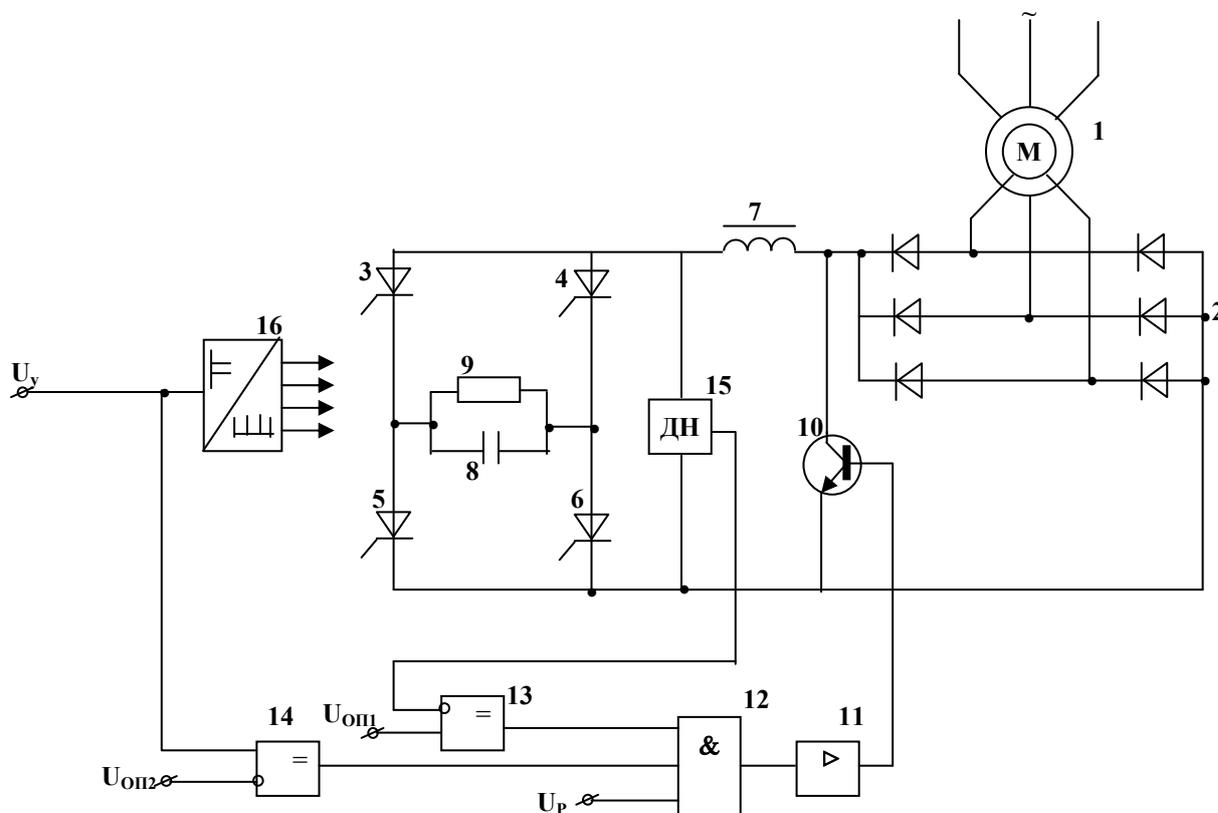


Рис.1

Устройство работает следующим образом.

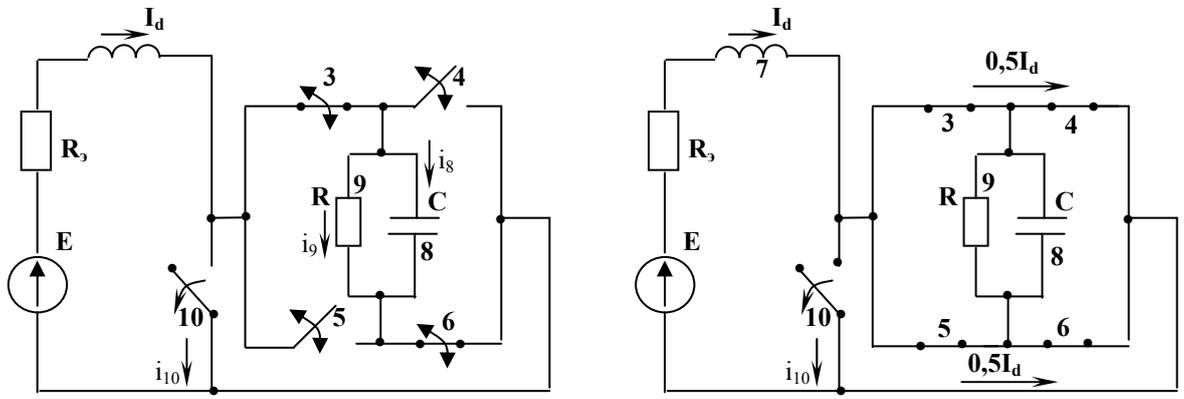
До подачи напряжения на статор асинхронного двигателя 1 напряжение управления $U_y < U_{оп2}$, и напряжение на выходе датчика напряжения 15 $U_{дн} = 0$, т.е. $U_{дн} < U_{оп1}$.

Поэтому на вход логического элемента «И» 12 от выхода компаратора 13 подается логический сигнал «1», а от выхода компаратора 14 – логический сигнал «0». Следовательно, с выхода логического элемента 12 на базу силового транзистора 10 отпирающий сигнал не поступает.

После подачи напряжения на статор асинхронного двигателя $U_{дн} > U_{оп1}$ и $U_y < U_{оп2}$. Так как при этом на два входа логического элемента «И» 12 подается логический «0», то на силовой транзистор 10 отпирающий импульс по-прежнему не подается.

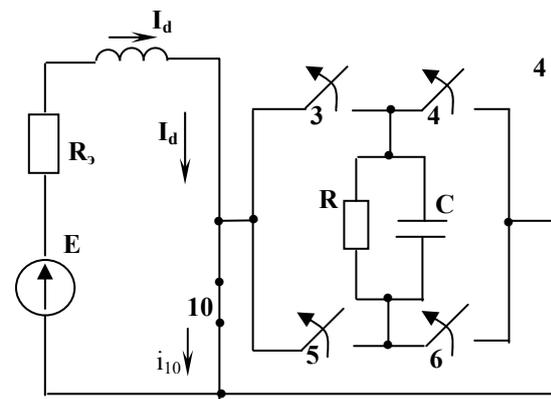
При регулировании скорости двигателя до одновременного отпирания тиристоров к силовому транзистору 10 отпирающий импульс еще не подается, так как, поступающий на вход логического элемента «И» 12 выходной сигнал компаратора 13 равен логическому нулю в связи с тем, что $U_{дн1} > U_{оп1}$, где $U_{дн1}$ – напряжение на выходе датчика напряжения 15 до «срыва» инвертора. Работа электропривода в этом режиме соответствует схеме замещения, изображенной на рис.2а. Здесь транзистор 10 находится в закрытом состоянии, а к тиристорам 3, 6 и 4, 5 подаются попарно отпирающие импульсы. Схема описывается следующей системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} E &= I_d R_s + L \frac{dI_d}{dt} + i_9 R \\ I_d &= i_9 + i_8 \\ i_9 R - \frac{1}{C} \int i_8 dt &= 0 \\ i_{10} &= 0 \end{aligned} \right\} (1)$$



а)

б)



в)

Рис.2

При этом полученные механические характеристики электропривода находятся между характеристиками 3 и 4 на рис.3 (заштрихованная область).

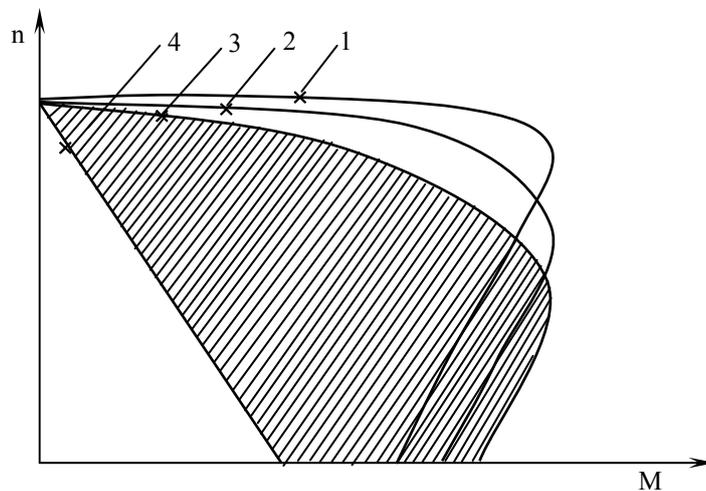


Рис.3

Для одновременного отпирания тиристоров 3, 4, 5, 6 необходимо увеличить управляющее напряжение блока управления инвертором 16 до значения U_{y1} , при котором происходит «срыв» инвертора. Опорное напряжение компаратора 14 $U_{оп2}$ выбирают так, чтобы выполнялось условие $U_{оп2} < U_{y1}$. Схема на рис. 2б соответствует условию, когда происходит «срыв» инвертора, т.е транзистор 10 закрыт, а тиристоры 3, 4, 5, 6 все одновременно открыты. Этому состоянию соответствуют уравнения токов:

$$i_{T3} = i_{T4} = i_{T5} = i_{T6} = \frac{I_d}{2}; \quad i_{10} = 0 \quad (2)$$

Механическая характеристика электропривода при этом имеет вид изображенная на рис.3 (кривая 2). При «срыве» инвертора с выхода компаратора 14 на вход логического элемента «И» 12 подается сигнал, соответствующий логической единице. Одновременно на вход датчика напряжения 15 подается напряжение, равное падению напряжения на открытых тиристорах 3, 4, 5, 6. Опорное напряжение $U_{оп1}$ необходимо выбрать таким образом, чтобы $U_{дн2} < U_{оп1} < U_{дн1 \text{ мин}}$, где $U_{дн2}$ - напряжение на выходе датчика напряжения 15 при «срыве» инвертора; $U_{дн1 \text{ мин}}$ - минимальное значение напряжения на выходе датчика напряжения до «срыва» инвертора.

На выходе компаратора 13 появляется сигнал, соответствующий логической единице.

Если разрешающий сигнал U_p также будет соответствовать логической единице, то через логический элемент «И» 12 и усилитель мощности 11 будет поступать сигнал для отпирания транзистора 10. Максимальная скорость двигателя еще увеличится, так как транзистор закорачивает выход выпрямительного моста 2 накоротко, минуя дроссель 7. Схема на рис.2б соответствует случаю, когда транзистор 10 находится в открытом состоянии, а тиристоры 3, 4, 5, 6 закрыты. Этот процесс получается за счет того, что весь выпрямленный ток I_d , проходя через транзистор 10, обесточивает тиристоры, и тем самым восстанавливает их запирающие свойства. При этом скорость электропривода имеет максимальное значение, и

$$i_{10} = I_d; \quad i_3 = i_4 = i_5 = i_6 = 0 \quad (3)$$

Этому случаю соответствует механическая характеристика электропривода изображенная на рис.3 (кривая 1). С целью восстановления регулировочной способности электропривода, необходимо уменьшить напряжение управления U_y до уровня U_{y2} , чтобы $U_{y2} < U_{оп2} < U_{y1}$. При этом на выходе компаратора 14 появляется сигнал, соответствующий логическому нулю, в результате чего на базу транзистора 10 подается нулевой уровень сигнала и он запирается.

Так как в это время к тиристорам 3,5 и 4,6 попарно подается отпирющие импульсы со сдвигом на 180^0 от блока управления инвертором 16, то выпрямленный ток ротора будет протекать уже через инвертор, восстанавливающий свою нормальную работу. Этому случаю соответствует схема замещения на рис.2а и уравнение (1).

Выводы

Предложено устройство, которое позволяет в большом диапазоне регулировать частоту вращения асинхронного двигателя. Данное устройство может успешно применяться в асинхронном электроприводе грузоподъемных механизмов, в частности, в асинхронном электроприводе крановых механизмов, где необходимо плавное регулирование частоты вращения при большом диапазоне.

1. *Гасанов З.А.* Асинхронный электропривод с частотно-управляемым сопротивлением в цепи ротора. Электротехника, 1984, №7
2. *Гасанов З.А. и др.* Устройство для регулирования частоты вращения асинхронного электродвигателя. Авт. свид. №1728957 Оpub. в Бюлл. Изоб. 1992, №15
3. *Гасанов З.А., Рзаев Ш.Б.* Исследование электромагнитных процессов в инверторе при восстановлении его управляемости после срыва. Изв.ВУЗ-ов, Электромеханика, №11, 1991

ASINXRON MÜHƏRRİKLƏRİN FIRLANMA SÜRƏTİNİ TƏNZİMLƏMƏSİ ÜÇÜN QURĞU

HƏSƏNOV Z.A., VƏZİROV F.X., QASIMOV S.K.

Məqalədə asinxron elektrik intiqalının etibarlığının artırılmasına və sürətin tənzim diapazonunun yüksəldilməsinə imkan verən qurğu təsvir edilmişdir. Bu qurğu rotor dövrəsinə düzləndirici körpü, cərəyan inverteru və güc tranzistoru qoşulmuş faz rotorlu asinxron mühərrikdən ibarətdir. Elektrik mühərrikinin sürətini artırmaq üçün güc tranzistoruna idarə impulsu verilir. Tranzistor düzləndirici körpünün çıxışını şuntlamaqla həm mühərrikin sürətini artırır və eyni zamanda tiristorların idarə olunma qabiliyyətlərini bərpa edilir.

ASYNCHRONOUS MOTOR SPEED RANGE REGULATION DEVICE

HASANOV Z.A., VEZIROV F.Kh., KASUMOV S.K.

This article is about a device that allows to increase reliability and widen the speed range of the asynchronous motor. Asynchronous motor speed regulating device is connected to the rotor circuit, which includes bridge rectifier, throttle, single-phase inverter with a control unit, resistor and condenser, voltage sensor, two comparators, and gate, power amplifier and a circuit consisting of power transformer, emitter and collector connected with the bridge amplifier output, while the base is connected to the power output amplifier.