

**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ
РЕВЕРСИВНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ТИРИСТОРНЫМИ
ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ
СО СМЕННЫМ ЗАКОНОМ КОММУТАЦИИ**

В. А. БЕЙНАРОВИЧ, Л. С. УДУТ, В. С. ФАДЕЕВ, А. Е. ДЕЕВ

(Представлена научно-техническим семинаром НИИ АЭМ)

Применение малоинерционных электродвигателей постоянного тока серии ПГТ, МИГ и других с гладким якорем или печатной обмоткой якоря принципиально позволяет реализовать системы электропривода, основные качественные показатели которых оказываются существенно выше, чем при применении электродвигателей общепромышленных серий П, ПБСТ, МИ. Благодаря тому, что постоянные времени у малоинерционных двигателей типа ПГТ в несколько десятков раз меньше, чем у двигателей общепромышленных серий, а перегрузочная способность по току достигает 8—10, быстродействие таких электроприводов оказывается не хуже, чем быстродействие самого быстродействующего типа привода — электрогидравлического привода. Учитывая, что гидропривод существенно уступает по эксплуатационным и некоторым техническим показателям электроприводу, развитие последнего имеет большие перспективы.

Полное использование динамических свойств малоинерционных электродвигателей в быстродействующих системах электропривода возможно лишь при условии управления ими от преобразователей, перегрузочные способности и динамические свойства которых являются достаточно высокими и не ограничивают быстродействие привода. Существенно важными являются и регулировочные свойства преобразователей, которые определяются принципом построения преобразователя и законом управления им.

Для быстродействующих систем электропривода с малоинерционными двигателями постоянного тока из известных преобразователей наиболее целесообразно при указанных выше условиях применение реверсивных широтно-импульсных преобразователей (РШИП).

Известны четыре возможных режима управления РШИП, анализ которых приведен в [1]. В полной мере требованиям к РШИП быстродействующих электроприводов удовлетворяют преобразователи с совместным (симметричным и несимметричным) управлением. Однако реализация такого управления в тиристорных РШИП практически оказывается трудно осуществимой из-за возникновения сквозных токов короткого замыкания вследствие срывов принудительной коммутации. В [2] предложены РШИП с поочередным несимметричным законом коммутации при раздельном управлении группами, которые обладают повышенной коммутационной надежностью, но не обеспечивают эффективных тормозных режимов двигателя. В [1] рекомендованы для быстродействующих электроприводов РШИП с раздельным управлением

и симметричным законом коммутации, обеспечивающие плавное регулирование тока и скорости привода в двигательном и тормозном режимах. Однако из-за повышенных пульсаций тока в обмотке якоря такие РШИП обеспечивают худшие энергетические показатели электропривода.

В настоящей работе рассматриваются вопросы построения РШИП с раздельным управлением и сменным законом коммутации, несимметричным в двигательном режиме работы (в I и III квадрантах плоскости механических характеристик) и симметричным в тормозном режиме (во II и IV квадрантах). В таких системах удается существенно повысить энергетические показатели и обеспечить получение эффективных тормозных режимов при повышенной коммутационной надежности тиристорных РШИП.

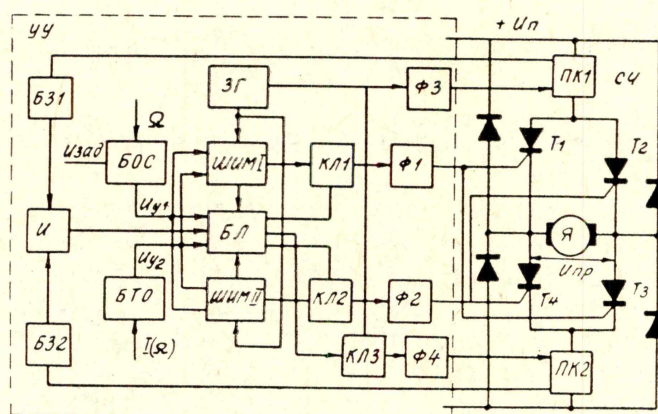


Рис 1.

При раздельном управлении РШИП, упрощенная принципиальная схема силовой части которого на рис. 1 обозначена СЧ, для каждого направления вращения электродвигателя работает только одна группа вентилей: нечетная (Т1, Т3) или четная (Т2, Т4), на тиристоры другой группы управляющие импульсы при этом не подаются. Узел принудительной коммутации ПК1 работает с выбранной частотой управления и осуществляет выключение тиристоров Т1 или Т2 в каждый период коммутации. Узел принудительной коммутации ПК2 включается только в моменты смены знака управляющего воздействия, то есть при реверсировании, и, следовательно, тиристоры Т3 или Т4 оказываются постоянно включенными на всем участке движения в одном направлении.

При симметричном законе коммутации узлы принудительной коммутации ПК1 и ПК2 работают синхронно и осуществляют выключение тиристоров Т3 (или Т4) одновременно с Т1 (или Т2).

В общем случае управление преобразователем со сменным законом коммутации на участке с несимметричным и симметричным законами коммутации в относительных единицах описывается соответственно уравнениями

$$\tau = E^* + I^*_{я \text{ доп}};$$

$$\tau = 0,5(1 + E^* + I^*_{я \text{ доп}})$$

и представлено на рис. 2. Уравнение линии переключения закона коммутации имеет вид $\Omega^* + I^*_{я} = 0$, что позволяет получить следующий закон смены вида коммутации:

а) если $U_{y1} > 0$ и $\Omega^* + I^*_{я} \geq 0$ или $U_{y1} < 0$ и $\Omega^* + I^*_{я} \leq 0$, то реализуется несимметричный закон коммутации;

б) если $U_{y1} > 0$ и $\Omega^* + I^*_{я} < 0$ или $U_{y1} < 0$ и $\Omega^* + I^*_{я} > 0$, то реализуется симметричный закон коммутации.

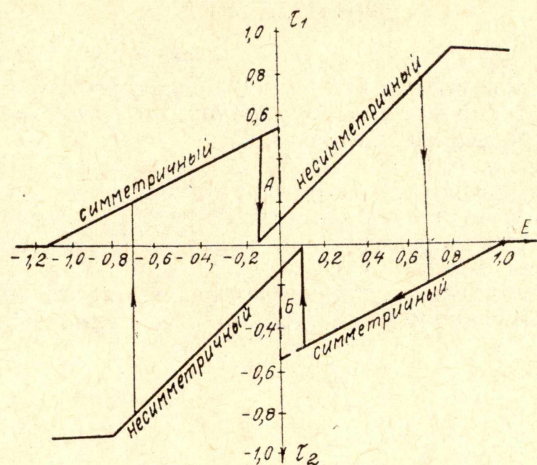


Рис. 2.

С целью упрощения реализации преобразователя со сменным законом коммутации можно ограничиться выполнением следующего упрощенного условия:

- а) если $U_y > 0$ и $\Omega > 0$ или $U_y < 0$ и $\Omega < 0$, то реализуется несимметричный закон коммутации;
- б) если $U_y > 0$ и $\Omega < 0$ или $U_y < 0$ и $\Omega > 0$, то реализуется симметричный закон коммутации.

В этом случае линия смены закона коммутации проходит по оси координат тока.

Блок-схема управляющего устройства (УУ) РШИП, реализующего предложенный закон сменной коммутации, приведена на рис. 1. Два широтно-импульсных модулятора ШИМ I и ШИМ II управляются по двум отдельным входам U_{y1} и U_{y2} от блока обратных связей БОС и блока токового ограничения БТО. Модулятор ШИМ I работает при $U_{y1} > 0$, а ШИМ II при $U_{y1} < 0$.

БТО принципиально может быть выполнен по схеме упреждающего токоограничения или схеме токовой отсечки с нелинейными элементами. Работа всех элементов синхронизируется задающим генератором ЗГ постоянной или регулируемой частоты. С этой же частотой работает формирователь импульсов ФЗ и узел ПК I. Тиристоры преобразователя нечетной (Т1, Т3) и четной (Т2, Т4) групп управляются от соответствующего модулятора через ключи КЛ1, КЛ2 и формирователи импульсов Ф1, Ф2. Блок логики БЛ через ключи КЛ1 и КЛ2 осуществляет управление работой формирователей Ф1 и Ф2 при смене знака управляющего напряжения U_{y1} и через ключ КЛ3 работой узла ПК2 в соответствии с указанным выше условием переключения закона коммутации преобразователя. Для повышения надежности работы преобразователя предусмотрены два блока защиты БЗ1 и БЗ2, осуществляющие контроль готовности узлов принудительной коммутации ПК1 и ПК2 к процессу выключения силовых тириستоров.

Экспериментальные исследования систем электропривода РШИП-Д с преобразователем, имеющим отдельное управление и сменный закон коммутации, показали, что предложенные принципы построения реверсивных широтно-импульсных преобразователей позволяют улучшить энергетические и динамические показатели привода. Методика расчета статических характеристик таких преобразователей и электроприводов, выполненных на основе их применения, излагается в [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Бейнарович, Л. С. Удут, В. С. Фадеев, Н. Г. Волков. Способы управления реверсивными широтно-импульсными преобразователями. Доклады VII научно-технической конференции. Статические преобразователи в автоматике и электроприводе. Томск, 1971.

2. А. М. Альтер, М. Е. Гольц, Л. А. Шпиглер. Реверсивные электроприводы с тиристорными широтно-импульсными преобразователями, со сверхшироким диапазоном регулирования скорости. Элементы электрооборудования и автоматики металлорежущих станков, М., НИИМАШ, 1968.

3. В. А. Бейнарович, Л. С. Удут, В. С. Фадеев, А. Е. Деев. Методика расчета статических характеристик электроприводов с тиристорными РШИП со сменным законом коммутации. Настоящий сборник.
