

СЛЕДЯЩИЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД НА ОСНОВЕ СИНХРОННОГО ГИСТЕРЕЗИСНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ. СПОСОБ ПИТАНИЯ СИНХРОННОГО ГИСТЕРЕЗИСНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Власов К.С.

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина,30
E-mail: kirill.vlasov.91@bk.ru

В настоящее время в схемах автоматики получили весьма широкое распространение синхронные гистерезисные микродвигатели. Статор обычного гистерезисного двигателя ничем не отличается от статоров синхронных и асинхронных машин. Пакет статора набирается из изолированных листов электротехнической стали. В полузакрытых (с неширокой прорезью) пазах располагается обычная трехфазная или двухфазная (в конденсаторных двигателях) обмотка, которая при подключении к сети переменного тока создает вращающееся магнитное поле. Ротор большинства гистерезисных двигателей представляет собой сплошной или шихтованный полый цилиндр из магнитотвердого материала, имеющего широкую петлю гистерезиса (обладающего большой остаточной намагниченностью), и располагается на магнитной или немагнитной втулке. Магнитные схемы гистерезисных двигателей с различными роторами представлены на рисунке 1.

Вращающий момент такого двигателя можно представить как сумму двух моментов: основного гистерезисного M_H , обусловленного наличием большой остаточной намагниченности, и момента от вихревых токов M_B : $M = M_H + M_B$.

Момент от вихревых токов возникает в результате взаимодействия вращающегося магнитного поля двигателя с вихревыми токами ротора. Так как для систем автоматики требуется автоматическое управление двигателем и отслеживание всех изменений, а также всех положений ротора двигателя, то необходимо спроектировать систему управления двигателем. Для отслеживания состояния необходимо, чтобы система была следящей.

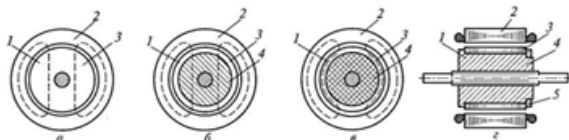


Рис. 1. Магнитные схемы гистерезисных двигателей с различными роторами: а – с ротором из магнитотвердого материала; б – с составным ротором с ферромагнитной втулкой; в – с составным ротором с немагнитной втулкой; г – двигателя с ферромагнитной втулкой; 1 – ротор; 2 – статор; 3 – магнитотвердый материал; 4 – втулка; 5 – запорное кольцо

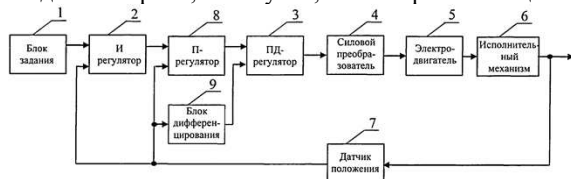


Рис. 2. Функциональная схема следящего электропривода: 1 – блок задания, 2 – интегральный регулятор, 3 – пропорционально-дифференциальный регулятор, 4 – силовой преобразователь, 5 – электродвигатель, 6 – исполнительный механизм, 7 – датчик положения, 8 – пропорциональный регулятор, 9 – блок дифференцирования

Следящий электропривод работает следующим образом: в соответствии с величиной задающего сигнала, поступающего с выхода блока задания (1), и сигнала датчика положения (7) интегральный регулятор (2) в совокупности с пропорциональным регулятором (8), блоком дифференцирования (9) и пропорционально-дифференциальным регулятором формируют сигнал на входе силового преобразователя (4). Силовой преобразователь (4) преобразует этот сигнал в напряжение на статоре электродвигателя (5). При этом вал электродвигателя начинает вращаться и приводит в движение исполнительный механизм (6), перемещение которого измеряется датчиком положения (7). Движение продолжается до тех пор, пока величина сигнала с датчика положения (7) не сравняется с величиной задающего сигнала, поступающего с выхода блока задания (1). Интегральный регулятор (2) компенсирует действие всех помех, охваченных датчиком (7). Пропорциональный регулятор (8), блок дифференцирования (9) и пропорционально-дифференциальный регулятор (3) обеспечивают компенсацию основных инерционностей электродвигателя (5) и исполнительного механизма (6).

При использовании синхронного гистерезисного двигателя существует необходимость использования в качестве силового преобразователя специальных элементов. На рисунке 3 представлена схема элементов, которые включаются в силовой преобразователь, а также синхронный гистерезисный двигатель. Данная схема используется при $\cos(\varphi) > 0,53$. Схема представленная на рисунке 4 применяется при $\cos(\varphi) < 0,53$.

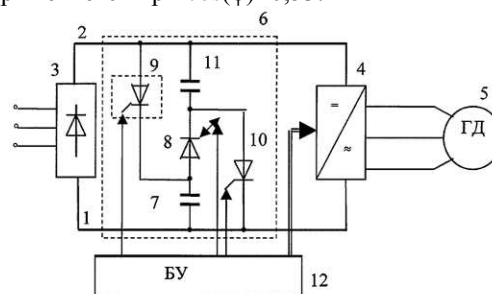


Рис. 3. Схема подключения гистерезисного двигателя

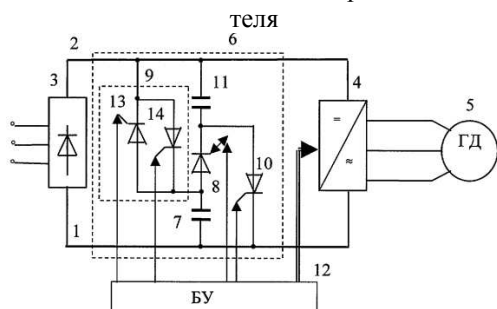


Рис. 4. Схема подключения гистерезисного двигателя

Данная система работает следующим образом: заряд накопительного 7 и дополнительного накопительного 11 конденсаторов до требуемого уровня напряжения осуществляют путем отпирания зарядного ключа 9 и зарядного тиристора 10. Для снижения токовой нагрузки на выпрямитель 3 ключ 9 и тиристор 11 целесообразно включать поочередно: после снижения зарядного тока до нуля через один из них включают другой. Поскольку для упрощения эти элементы целесообразно выполнять на обычных (однооперационных) тиристорах, то заряд накопительных основного 7 и дополнительного 11 конденсаторов происходит за один цикл включения ключей. Таким образом, готовность блока перевозбуждения к реализации режима перевозбуждения определяется завершением заряда каждого из конденсаторов 7 и 11 до напряжения, равного напряжению на выходе выпрямителя 3, и надежным запирающим ключей-тиристоров 9 и 11 (в результате естественного спада зарядных токов до нуля). После выполнения этих условий в нужные моменты, заданные разработчиком системы и определяемые блоком управления 12, подают отпирающий, а затем запирающий импульсы на управляющий вход зарядного ключа 8. В результате на интервале, равном длительности импульса перевозбуждения, напряжение по цепи питания инвертора повышается не менее чем в 2 раза. Во столько же раз повышается напряжение на якорной обмотке гистерезисных двигателей, что и обеспечивает задаваемый режим их перевозбуждения. Практически амплитуда импульса перевозбуждения оказывается большей, чем удвоенное напряжение выпрямителя, так как в зарядных цепях конденсаторов 7, 11 всегда присутствуют паразитные индуктивно-

сти, которые в зависимости от их значений в пределах могут приводить к четырехкратному повышению амплитуды импульса перевозбуждения относительно выходного напряжения выпрямителя.

Работоспособность системы при низкочастотных нагрузках обеспечивается при выполнении зарядного управляемого ключа 9 в виде двух встречно-параллельно включенных тиристоров 13 и 14.

Использование данной системы обеспечивает повышение КПД и расширение функциональных возможностей за счет получения требуемой более высокой кратности перевозбуждения и работоспособности системы электропитания как при низкочастотных, так и при высококонусных нагрузках.

В последнее время гистерезисные двигатели получили широкое применение в атомной, космической и химической промышленности. Отсутствие постоянных магнитов в двигателе дает возможность использовать двигатель в самых агрессивных условиях среды.

В настоящее время активно рассматривается применение данных двигателей в качестве миксеров для химических материалов, при перемешивании которых в воздухе образуется большое количество пыли и испарений от химикатов, которые негативно влияют на постоянные магниты. Также стоит отметить, что перемешивание веществ, как правило, требует равномерного перемешивания до однородной массы, а синхронные двигатели наиболее сильно подходят для этого.

Литература

1. Гистерезисный двигатель. URL: http://www.induction.ru/library/book_002/glava7/7-5.html (дата обращения: 14.10.13)
2. Способ управления гистерезисным электроприводом механизма. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/236/2360353.html> (дата обращения: 14.10.13)
3. Следящий электропривод. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/248/2489798.html> (дата обращения: 14.10.13)
4. Система питания гистерезисных электроприводов. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/224/2249908.html> (дата обращения: 14.10.13)