

## АСИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМИ ТОРМОЗНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Канд. техн. наук, дои. СОЛЕНКОВ В. В., асп. БРЕЛЬ В. В.

*Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого*

Тормозные устройства уменьшают скорость машины с заданным замедлением или останавливают ее на определенном тормозном пути, а в подъемно-транспортных машинах удерживают груз в подвешенном состоянии при определенном коэффициенте запаса торможения.

Значение тормозных устройств возрастает в связи с интенсификацией производства, увеличением движущихся масс, скоростей перемещения и частоты торможений. В течение короткого периода времени тормозные устройства должны преобразовать в тепловую энергию значительное количество механической энергии и передать ее в окружающую среду без снижения работоспособности как устройства, так и машины в целом.

Часто для торможения электроприводов применяются нормально замкнутые механические тормоза. При отключении электродвигателя от сети их фрикционные тормозные поверхности замыкаются и препятствуют вращению, а при включении - размыкаются под действием электромагнита, электрогидравлического толкателя, специального электродвигателя, механического или пневматического устройства [1..3].

Механические тормоза обычно выполняются либо в виде отдельного устройства, устанавливаемого рядом с приводным механизмом, либо объединяются с электродвигателем. Существенный недостаток первого - громоздкость [4]. В случае совместного выполнения асинхронного двигателя и механического тормоза, управляемого с помощью электромагнитного поля базового электродвигателя, специально встроенного электродвигателя или электромагнита привод быстрого останова является более компактным и удобным. Такие устройства в дальнейшем будем называть асинхронными двигателями с электромеханическими тормозными устройствами (АД с ЭМТУ).

В статье дана сравнительная оценка распространенных конструкций АД с ЭМТУ.

При рассмотрении особенностей тех или иных типов АД с ЭМТУ, выяснении их преимуществ и недостатков необходимо учитывать требования, предъявляемые к электродвигателям с тормозными устройствами [4]. Это:

1. Максимальная унификация с электродвигателями общепромышленного исполнения.
2. Высокая надежность и долговечность.
3. Незначительное снижение энергетических показателей и ухудшение пусковых характеристик по сравнению с соответствующими показателями и характеристиками базовых электродвигателей.
4. Большая допустимая частота включений в единицу времени.
5. Максимальная простота, минимальные габариты, масса и стоимость тормозного устройства.

6. Минимальная потребность в дополнительном электрическом оборудовании.
7. Плавность торможения при высоком тормозном моменте.
8. Быстрое замыкание и размыкание тормозного устройства.
9. Тормозная система должна обеспечивать работу электродвигателя в любом положении, а также допускать возможность растормаживания не только электрическим, но и механическим способом.
10. Регулировка величины тормозного момента и автоматическая компенсация износа фрикционных тормозных накладок.

Многочисленность этих требований, а также различия условий эксплуатации обуславливают большое разнообразие конструкций АД с ЭМТУ.

На рис. 1 показан самотормозящийся электродвигатель (СЭД) с конусным ротором. Статор 1 и ротор 2 имеют коническую форму [3, 4]. С ротором посредством нерабочего конца вала 3 и вентилятора 6 жестко связана фрикционная накладка тормоза. При включении напряжения питания между статором и ротором возникает аксиальная составляющая магнитного поля, которая сдвигает ротор к вершине его конуса, преодолевая усилие пружины 6 и размыкая накладку тормоза 5. После отключения напряжения пружина 4 возвращает ротор в исходное положение, замыкая тем самым накладку тормоза. Благодаря компактности и простоте самотормозящиеся электродвигатели с конусным ротором широко используются во всех промышленно развитых странах. Однако в отечественной промышленности они распространения не получили из-за трудностей при обеспечении жесткого соединения электродвигателя с приводом; невозможности установки в любом положении; повышенных потерь энергии по сравнению с обычными электродвигателями и других недостатков.

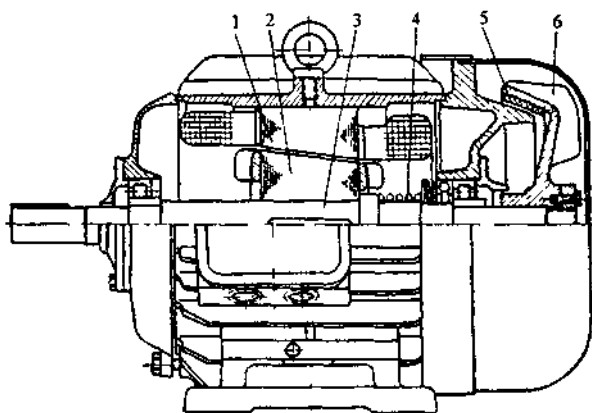


Рис 1

В СЭД с электромагнитной вставкой на роторе (рис. 2) статор - обычный, а ротор состоит из двух частей: основной 1 и дополнительной 2, разделенных немагнитной прокладкой 3. На валу рядом с ротором расположена электромагнитная вставка 4, которая может перемещаться по валу в аксиальном направлении. При включении электродвигателя в сеть часть основного магнитного потока замыкается через дополнительную часть ро-

тора и вставку. Кроме того, вокруг короткозамыкающего кольца 5 образуется поток рассеяния, также попадающий в электромагнитную вставку. Под действием этих потоков вставка притягивается к торцу дополнительной части ротора, растормаживая фрикционный диск 6 через тягу 7 и штифт 8. Замыкание тормоза после отключения напряжения сети происходит под действием пружины 9.

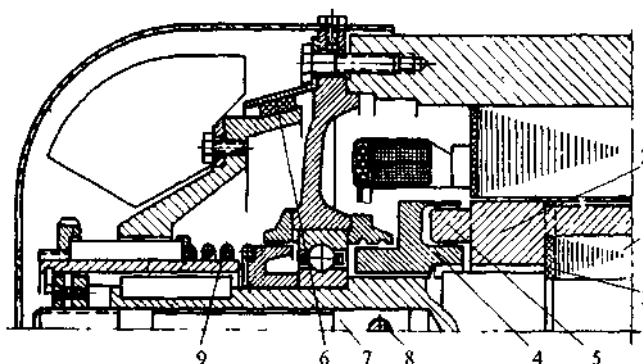


Рис 2

К достоинствам СЭД с электромагнитной вставкой на роторе относятся возможность проектирования их практически в габаритах АД основного исполнения, а также отсутствие специальных дополнительных устройств (электромагнитов, электродвигателей) и комплектующих (полупроводниковых диодов, резисторов, конденсаторов и т. п.), что повышает надежность тормозных устройств и электродвигателей в целом. Кроме того, рассмотренная конструкция позволяет создать СЭД с тормозным устройством-вентилятором, обеспечивающий охлаждение электродвигателя не только в рабочем режиме, но и в паузах, когда он отключен от сети. Основным недостатком СЭД с электромагнитной вставкой на роторе является усложнение конструкции по сравнению с асинхронными двигателями единой серии, приводящее к раз унификации последних, и некоторое снижение их энергетических показателей.

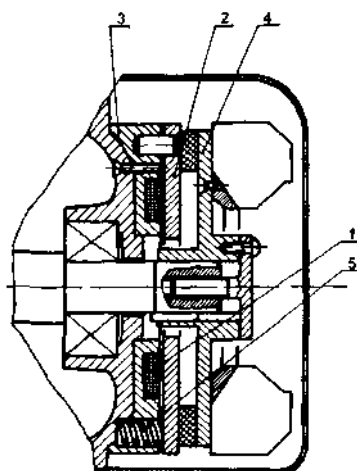


Рис 3

В электродвигателях со встроенным электромагнитом (рис. 3) управление тормозом осуществляется с помощью специального (растормаживающего) электромагнита [3...7].

После включения в сеть одновременно с обмоткой электродвигателя под напряжением оказывается и катушка 1 электромагнита. Создаваемый ею магнитный поток замыкается через якорь 2 и притягивает его к сердечнику 3, освобождая тормозной диск-вентилятор 4. При отключении от сети катушка электромагнита обесточивается, а якорь под действием пружины 5 прижимается к тормозному

дису, осуществляя торможение. В зависимости от рода тока, питающего электромагнит, эта группа АД с ЭМТУ включает электродвигатели с электромеханическим тормозом переменного и постоянного тока [4]. К последним принято также относить электродвигатели, в которых управление тормозом осуществляется с помощью электромагнита с выпрямителем [4, 8].

С точки зрения минимума комплектующих элементов, растормаживающий электромагнит должен совпадать по роду тока с самим электродвигателем. В этом случае тормозной электродвигатель отличается простой конструкции и высоким быстродействием при включении. Однако не получили широкого распространения электромагниты переменного тока из-за большой кратности пускового тока по отношению к номинальному (при притянтом якоре), ограничивающей допустимое число включений в час; наличия ударов и больших динамических усилий, приводящих к уменьшению срока службы тормозной системы; сложности технологии изготовления шихтованного магнитопровода; недопустимой в ряде случаев пульсации силы электромагнитного притяжения; малой надежности и необходимости частого регулирования.

Электромагниты постоянного тока лишены перечисленных недостатков, но и они не нашли широкого применения для размыкания механических тормозов АД с ЭМТУ из-за необходимости дополнительного источника постоянного тока, невысокого быстродействия, достаточно больших габаритов и массы, значительных потерь энергии [4, 9].

С развитием полупроводниковой техники большое распространение в электродвигателях с тормозными устройствами получили электромагниты с выпрямителями. С их использованием отпадает потребность в автономном источнике постоянного тока, но потери энергии, габариты и масса тормозных устройств на базе электромагнитов с выпрямителями по-прежнему велики, а быстродействие остается низким. Из-за этого разгон электродвигателя часто происходит при неразомкнутом тормозе, что приводит к снижению срока службы тормозных обкладок.

Одним из путей, ведущих к значительному увеличению начального тягового усилия, уменьшению времени срабатывания, потребляемой энергии, а также массы и объема активных материалов (меди и стали) электромагнитов постоянного тока (в том числе и электромагнитов с выпрямителями), как известно, является использование специальных схем форсировки пускового тока [8, 9]. Форсировка срабатывания растормаживающего электромагнита способствует, кроме того, устранению нежелательного влияния механического тормоза на увеличение времени пуска и пусковые потери базового электродвигателя.

Задача совершенствования известных и создания новых высокоэффективных электродвигателей с тормозными устройствами остается по-прежнему актуальной, и одним из перспективных направлений ее решения следует считать совершенствование АД с ЭМТУ постоянного тока, обеспечивающих форсированное срабатывание механического тормоза при включении.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Тормозные устройства / М П Александров, А Г Лысяков и др - М Машиностроение, 1985 -312 с
- 2 Яуре А Г, Певзнер Е М Крановый электропривод Справ - М Энергоатомиздат, 1988 -344 с
- 3 Молчанов Ю М Электродвигатели со встроенным электромагнитным тормозом -М Информэлектро, 1969 -61 с
- 4 Гусельников Э М, Цукерман Б С Самотормозящиеся электродвигатели -М Энергия, 1971 -96 с
- 5 S E I M E S Catalogue 2 - Via Archimede, I ] 5 (Italia) - [http // www semiecmotori it](http://www.semiecmotori.it) - 2002
- 6 Karl E Brinkmann GmbH Combistop KEB (Italia) - [www keb de](http://www.keb.de) - 2000 - № 2
- 7 Karl E Brinkmann GmbH Combimorm KEB (Italia) - [www keb de](http://www.keb.de) - 2000 - № 8
- 8 В ы б о р схемы форсировки электромагнита для тормозных электродвигателей / В С Гринберг, Э М Гусельников, В В Соленков и др // Конструирование и надежность электрических машин -Томск, 1978 -С 17-21
- 9 Клименко Б В Форсированные электромагнитные системы - М Энергоатомиздат, 1989 - 160 с

Представлена кафедрой ТОЭ

Поступила 18. 12. 2003