



УДК 62-83

6.8. ГРУППОВОЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПРОИЗВОДСТВА КОНЦЕРНА АББ

THE MULTIMOTOR AC DRIVE OF ABB PRODUCTION

Федосеев Алексей Александрович, инженер, обособленное подразделение ООО «АББ» в Екатеринбурге, Россия, 620026, г. Екатеринбург, ул. Энгельса, 36. E-mail: alexey.fedoseev@ru.abb.com, Тел.: +79122188759

Бочин Валерий Владимирович, инженер, обособленное подразделение ООО «АББ» в Екатеринбурге, Россия, 620026, г. Екатеринбург, ул. Энгельса, 36. E-mail: valeriy.bochin@ru.abb.com, Тел.: +79122807557

Alexey A. Fedoseev, engineer, ABB Ltd., separate division in Ekaterinburg, 36 Engels Str., 620026, Ekaterinburg, Russia. E-mail: alexey.fedoseev@ru.abb.com. Ph.: +79122188759

Valeriy V. Bochin, engineer, ABB Ltd., separate division in Ekaterinburg, 36 Engels Str., 620026, Ekaterinburg, Russia. E-mail: valeriy.bochin@ru.abb.com. Ph.: +79122807557

Аннотация: Данная статья дает основную информацию о многодвигательном групповом электроприводе переменного тока. Обозначены основные особенности и преимущества использования многодвигательного электропривода. Изложена информация о групповом электроприводе мультидрайв, производимом концерном АББ.

Abstract: This article gives basic information about multimotor AC drive. Its main features and advantages are described. There is information about multimotor drive – Multidrive, being produced by ABB.

Ключевые слова: Мультидрайв; АББ.

Key words: Multidrive; ABB.

Современные системы электропривода переменного тока, как правило, отличаются высокой точностью, качеством управления и надежностью. Большинство требований, предъявляемых этим системам со стороны промышленных задач, специалисты соответствующего уровня могут успешно выполнить. В связи с этим, сегодняшнее развитие направления электропривода направлено не столько на повышение качества и точности регулирования, а, скорее, на повышение энергоэффективности систем, их универсализацию и гибкость. Много исследований, проводимых передовыми заводами-изготовителями электроприводов, так или иначе также связаны с работой с групповым электроприводом, в котором задействовано некоторое количество механизмов или отдельных рабочих органов одного механизма, или нескольких осей перемещения, -- систем, где так или иначе работает группа независимых электродвигателей. Подобный электропривод называется многодвигательным и направлен на избавление от механического распределения мощности для различных рабочих органов.

Многодвигательный электропривод переменного тока построен, как правило, на частотных преобразователях. Современные протоколы связи позволяют объединять несколько

преобразователей в систему, в которой выделяются ведущие и ведомые устройства.

Однако, отдельного внимания заслуживают многодвигательные системы электропривода, которые объединены не только в одну общую технологическую систему, но также связаны между собой электрически. Принцип построения такого многодвигательного электропривода основан на использовании общего звена постоянного тока, к которому подключены несколько независимых автономных инверторов напряжения (АИН). Каждый инвертор при этом имеет собственную микропроцессорную систему управления. Данный принцип позволяет также использовать один ввод питания и общее устройство торможения для нескольких инверторов.

Подобный электропривод получил наиболее широкое распространение в станочном оборудовании, где индивидуальный электродвигатель используется не просто для управления различными рабочими органами станка, но для перемещения рабочих органов в различных осях координат. Подобное применение отличается повышенными требованиями к точности регулирования скорости и положения вала ротора электродвигателя; большого диапазона регулирования данных параметров (до 10000:1), а также малыми мощностями

механизмов (на практике, мощность отдельного электродвигателя редко достигает 45 кВт).

Однако все более популярным становится применение многодвигательного привода и для задач, связанных с мощными механизмами, такими, как: прокатные станы, машины непрерывного литья заготовок, буровые установки, бумагоделательные машины и др. В связи с этим, возникают задачи реализации многодвигательных приводов большой мощности, работающих при токах, достигающих 5000 А. Концепция использования нескольких инверторов с общим звеном постоянного тока позволяет, в первую очередь, повысить энергоэффективность всей системы в целом за счет использования одним двигателем энергии торможения другого. Данная особенность крайне актуальна для мощных механизмов, таких, как прокатные станы или буровые установки, где каждый сэкономленный процент электроэнергии означает значительное количество киловатт-часов в абсолютных единицах.

Другим немаловажным преимуществом многодвигательного электропривода с общим звеном постоянного тока является значительная экономия пространства, занимаемого частотным преобразователем благодаря оптимизированной конструкции выпрямителя и инвертора, а также возможности шинного соединения всех модулей внутри шкафа. Экономия пространства особенно актуальна не только для блочно-модульных зданий на удаленных месторождениях, но и в капитальных сооружениях: известно, что стоимость строительства производственного объекта на порядок превосходит стоимость электрооборудования.

Концерн АББ имеет двадцатилетний опыт производства многодвигательных приводов, называемых «мультидрайв» (Multidrive, - «многодвигательный привод»). С середины 1990-х гг. и по настоящее время инженерами АББ были разработаны и внедрены различные технические

решения в данной области, обозначившими впоследствии направление развития все отрасли.

Приводы мультидрайв могут использоваться в тех случаях, когда необходимо обеспечить безопасность и реализацию всех функций управления. Валы отдельных двигателей при этом могут быть связаны между собой с разной степенью жесткости. При жесткой связи, например, в бумагоделательной машине, отдельные модули приводов обеспечивают быструю передачу сигналов крутящего момента и скорости вращения двигателей между приводами для регулирования натяжения бумажного полотна. В тех случаях, когда нет необходимости в жесткой связи между валами отдельных приводных двигателей, например, в центрифугах для производства сахара, каждый приводной модуль может быть запрограммирован так, чтобы минимизировать потребление энергии в целом.

Электропривод АББ мультидрайв построен на модульной архитектуре: каждый крупный компонент, например выпрямитель или инвертор, могут быть быстро изъят из секции шкафа и заменены на аналогичный модуль или модуль другого типа (при необходимости). В зависимости от требуемой мощности, преобразователь может содержать несколько выпрямительных модулей, работающих параллельно и/или соединенных по 12-ти пульсной схеме. Назначение инверторов также может быть различным: к одному модулю может быть подключен один двигатель или несколько двигателей, работающих в одинаковом режиме. С другой стороны, при больших токах, один двигатель может быть подключен сразу к нескольким инверторам, работающим параллельно.

На приведенном ниже рис. 1 показан пример привода с 6-пульсным диодным блоком питания и тремя инверторными блоками. Данная схема отражает поставляемые уже полностью готовые шкафы.

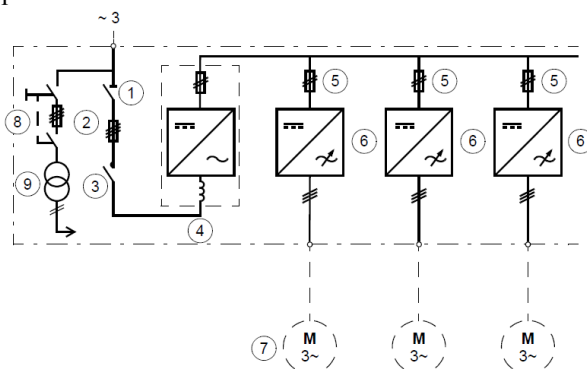


Рис. 1 - Типовая блок-схема многодвигательного привода АББ мультидрайв.

Обозначения: 1 - Главный выключатель-разъединитель; 2 - Плавкие предохранители переменного тока; 3 - Главный контактор; 4 - Модуль питания (содержащий дроссель, выпрямитель и предохранители постоянного тока); 5 - Предохранители постоянного тока инвертора (с выключателем постоянного тока или без такового); 6 - Инверторный модуль; 7 - Двигатель; 8 - Выключатель вспомогательного напряжения; 9 - Трансформатор вспомогательного напряжения

Инверторный блок INU (INverter Unit) предназначен для управления асинхронными двигателями переменного тока, синхронными двигателями с постоянными магнитами, реактивными синхронными двигателями АББ (SynRM) и индукционными серводвигателями переменного тока. Инверторный блок встроен в один или несколько смежных отсеков и содержит компоненты, которые требуются для управления одним двигателем. При меньших размерах инвертора в одном отсеке может быть несколько инверторных блоков, каждый управляющий отдельным двигателем. С другой стороны, более крупные инверторные блоки состоят из параллельно включенных модулей и могут занимать несколько отсеков. Модули перемещаются на колесах, что в сочетании с быстродействующим соединителем на выходе для двигателя позволяет быстро извлекать модуль для технического обслуживания.

Инверторы имеют встроенные конденсаторы для сглаживания напряжения шины постоянного тока. Электрическое соединение с общим звеном защищено плавкими предохранителями. Сами модули имеют выкатную конструкцию с быстрыми разъединителями, что позволяет в случае необходимости быстро обслуживать их.

Инверторные модули имеют мощность от 1,5 до 5600 кВт. В инверторных блоках используются инверторные модули типоразмеров с обозначениями от R1i до nxR8i. Инверторные модули мощностью до 560 кВт содержат только один модуль, а более высокие мощности достигаются путем параллельного соединения нескольких модулей R8i. Стоит отметить, что при питании нескольких инверторов одним двигателем, подключение каждой фазы двигателя происходит к соответствующей выходной фазе инвертора; таким образом получается, что все фазы инверторов работают синхронизированно. Принцип такого подключения показан на рис. 2. Данное соединение означает, что при выходе отдельного инвертора из строя общая работоспособность механизма сохраняется, но на сниженной мощности. Данная особенность актуальна, например, для насосов, подающих буровой раствор: при гипотетическом выходе из строя одного инверторного модуля интенсивность подачи раствора сокращается, но бурение при этом не останавливается. Для особо ответственных механизмов возможно также подключение резервного инверторного модуля, чтобы в случае поломки одного из них можно было продолжать работать без снижения мощности.

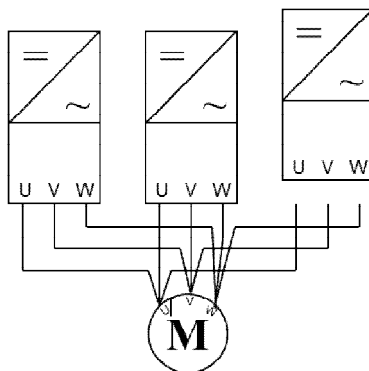


Рис. 2 – Принцип подключения двигателя, работающего от нескольких инверторных модулей

Выпрямительные модули, используемые в частотных преобразователях мультидрайв АББ, имеют несколько вариантов исполнения. Диодные выпрямительные модули DSU (Diode Supply Unit) построены по схеме диодно-тиристорного полууправляемого выпрямительного моста. Управляя работой тиристоров, можно ограничить величину переменного тока на входе привода без дополнительной зарядной цепи в блоке питания или в инверторных блоках. Возможно также применение 12-пульсной схемы. Для ее построения требуется трехобмоточный трансформатор или два отдельных трансформатора, а также четное количество выпрямительных диодных модулей. Используемый тип схемы параметрируется в настройках выпрямителя.

Для рекуперации электроэнергии в сеть может использоваться два других типа выпрямительных модулей, построенных на схеме активного выпрямителя. Первый из них – так называемый ISU (Intelligent Supply Unit, интеллектуальный модуль питания) – работает по классической схеме рекуперативного выпрямителя: в двигательном режиме ток течет через диоды; в режиме рекуперации транзисторы, переключаясь с высокой частотой, обеспечивают протекание тока формы, близкой к синусоидальной, из привода в сеть. Цепь питания такого выпрямителя включает в себя обязательный LCL-фильтр для поддержания содержания гармоник предельно низким. Также важно отметить, что конструкция и аппаратная часть данных рекуперативных модулей полностью совпадает с конструкцией и аппаратной частью инверторов соответствующей

мощности; различие есть только в управляющей программе, которая записывается в плату управления.

Другой вариант рекуперативного выпрямителя, так называемый RRU (Regenerative Rectifier Unit, регенеративный выпрямительный модуль), также построен на схеме активного выпрямителя. Но, в отличие от предыдущего выпрямителя, в режиме рекуперации электроэнергии в сеть, транзисторы не переключаются с высокой частотой, а включаются и выключаются один раз за период. Данная схема менее дружелюбна к сети, но, за счет низкой частоты переключения транзисторов, может обеспечить протекание высокого тока при сниженной стоимости самого модуля. Для снижения негативного влияния такого выпрямителя на сеть к установке обязательны сетевые дроссели.

В случае, если рекуперация электроэнергии в сеть не требуется, невозможна или экономически нецелесообразна, требуется отдача энергии торможения на другие приемники электроэнергии. Частично энергия, отдаваемая во время торможения одним двигателем, будет использоваться другим, работающим в данный момент в двигательном режиме. Но, если этой энергии в избытке, или для аварийного торможения, требуется использование специальных устройств. В электроприводах мультидрайв АББ возможны несколько вариантов. Первый вариант подобного устройства – использование классического тормозного транзистора (так называемого «чоппера») в звене постоянного тока, а также подключенного к нему тормозного резистора. Данная схема возможна, если мощность торможения относительно не велика (приблизительно до 350 кВт). Возможно как использование резистора, уже встроенного в шкаф, так и внешних резисторов сторонних производителей, характеристики которых должны соответствовать требуемым.

Если мощность торможения выше обозначенной, то возможно или параллельное соединение «чопперов», или использование другого устройства – так называемого динамического тормозного модуля. Такой модуль представляет из себя инвертор, к выходным клеммам которого вместо двигательной нагрузки подключена сборка из трех резисторов по схеме «звезда». Резисторы при этом размещаются вне шкафа. Данный модуль

работает только при превышении в звене постоянного тока определенного уровня напряжения, который можно запрограммировать. Также энергию торможения можно использовать для зарядки батарей. Данное решение может быть полезно для обеспечения бесперебойного питания отдельных устройств, а также в электротранспорте для зарядки тяговых батарей. Концерн АББ разработал и внедрил специальные DC-DC зарядные устройства с током зарядки до 4500 А. Данные тормозные устройства также имеют единую модульную конструкцию, позволяющие компоновать их в зависимости от различных требований.

Все перечисленные выше модули различных назначений имеют собственные микропроцессорные модули управления, связанные между собой специальным хабом.

Актуальной серией промышленных электроприводов производства АББ в настоящее время является линейка ACS880, на основе архитектуры которой построены частотные преобразователи различных исполнений, в том числе и мультидрайв. Некоторые особенности, перечисленные выше, действительны только для данной серии. Однако, в силу большого парка установленного оборудования, все еще производятся такие серии, как ACS800 (линейка 2000-х гг.), и даже ACS600 (линейка 1990-х гг.). При этом, для электроприводов мультидрайв АББ, инверторные и диодные выпрямительные модули имеют обратную совместимость с предыдущей 800-й серией. Это означает, что отдельные инверторные модули ACS880 можно использовать в составе ACS800.

Подводя итог, хотел бы сказать, что данная в статье информация является лишь примером реализации многодвигательного привода одним производителем и не отражает проблем, возникающих при проектировании и использовании таких систем. Однако, обозначенные преимущества многодвигательных электроприводов, а также гибкость создающихся на их основе систем, являются решающими при выборе и построении технологических механизмов, что, на мой взгляд, и обуславливает стремительно возрастающую популярность группового многодвигательного электропривода.