
ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАШИНЫ ПОДАЧИ КИСЛОРОДА В КОНВЕРТЕРА

В обеспечении надежной работы и высокой производительности современного конвертера важную роль играет машина подачи кислорода, в состав основного оборудования которой входят две фурмы, оснащенные механизмами рабочего перемещения (главный подъем) и аварийного подъема. Механизм рабочего перемещения предназначен для опускания фурмы в горловину конвертера, установки её в позицию продувки, дальнейшее перемещение её по высоте в процессе плавки и для подъема фурмы после окончания процесса плавки стали. Механизм аварийного подъема служит для подъема фурмы из горловины конвертера в случае выхода из строя рабочего механизма перемещения и при других нештатных ситуациях, например, отключение электроснабжения.

Кроме вышеизложенного, для более полного представления о данном механизме, следует отметить, что схема пути передвижения фурм машины подачи кислорода конструкции ОАО «АЗОВМАШ» имеет Y-образную форму, то есть путь рабочего перемещения левой и правой фурм частично общий, и только в верхней части пути фурмы расходятся в разные стороны, каждая по своей направляющей. Отсюда следует одно из главных условий построения любой системы управления электроприводами данного механизма: в работе может находиться только одна фурма, вторая фурма должна находиться в крайнем верхнем положении на своей направляющей, в так называемом положении замены.

Отметим также, что к надёжности работы машины подачи кислорода предъявляются повышенные требования и, как следствие, предъявляются повышенные требования к электроприводам и системе управления, которые должны обеспечивать извлечение фурмы из конвертера практически в любых аварийных ситуациях, связанных не только с отказом собственного электрооборудования, но и при авариях в системе электроснабжения.

Существует несколько способов повышения надежности работы главных электроприводов машины подачи кислорода. Каждый из способов имеет свои преимущества и недостатки. Ниже рассмотрены два схемных решения, которые применены в электрооборудовании двух машин подачи кислорода разных предприятий.

Одним из таких решений, обеспечивающим повышение надежности всей машины подачи кислорода в целом, является создание максимальной автономности системы управления левой и правой фурм. В этом случае система управления машины подачи кислорода в целом строится таким образом, что каждая фурма представляет самостоятельным объектом управления со своим электроприводом и системой управления, которые включают в себя тиристорный преобразователь, двигатель, программируемый контроллер, датчики и органы управления. Принцип автономности фурм является главным достоинством данной системы. Благодаря этому, можно проводить ремонтные и профилактические работы с полным снятием напряжения на электрооборудовании одной из фурм, и при этом на работоспособность второй фурмы это никак не влияет. Это является весомым плюсом с точки зрения обслуживания. Также к плюсам данной системы можно отнести относительную простоту схем электропривода и системы управления, которые не перегружены различными дополнительными перекрестными связями и аппаратурой.

Однако, автономность, как неоспоримое преимущество данной системы, в некоторых случаях становится её же недостатком. О чем именно идет речь? В процессе эксплуатации может возникнуть ситуация, когда одна из фурм не готова к работе из-за неисправности одного из звеньев электропривода или системы управления, например, тиристорного преобразователя, а вторая - по причине неисправности механооборудования или системы подачи энергоносителей. Такая ситуация приводит к тому, что парализуется работа всей машины подачи кислорода и, как следствие, работа конвертера.

Второе системное решение, которое исключает возникновение ситуации, описанной выше, заключается в ином подходе при построении системы управления электроприводами фурм машины подачи кислорода. В этом случае за основу построения такой системы принимается не принцип автономности электроприводов и системы управления фурм, как основополагающий, а принцип максимальной гибкости системы. Добиться гибкости системы возможно, благодаря применению взаиморезервирования как электроприводов, так и процессорной части программируемого контроллера. Система управления электроприводами всей машины подачи кислорода в этом случае строится таким образом, что электродвигатель каждой из фурм может питаться от любого тиристорного преобразователя, то есть схема позволяет подключить любой тиристорный преобразователь к любому электродвигателю. Управление тиристорными преобразователями, диагностика электрооборудования и визуализация управления осуществляются при помощи одного программируемого контроллера, но с резервируемым процессорным модулем.

Такой подход обеспечивает гибкость системы, снижает вероятность простоев из-за выхода из строя дорогостоящего резервируемого оборудования, а также ликвидирует вероятность аварийного простоя конвертера при

возникновении ранее описанной ситуации, когда обе фурмы не готовы к работе из-за неисправностей различного характера. Но в данной системе, по причине взаиморезервирования, в силовой части схемы электроприводов появляются перекрестные связи, реализуемые при помощи контакторов и переключателей, часть из которых являются общими для обоих электроприводов. Выход из строя этих элементов схемы приведет к тому, что параллелизуется работа всей машины подачи кислорода. Конечно же, надежность работы коммутационной аппаратуры выше, чем тиристорных преобразователей, и замена вышедшего из строя аппарата производится быстрее, чем восстановление тиристорного преобразователя, но все же вероятность возникновения аварийной остановки всей машины подачи кислорода существует и в этом случае.

Кроме наличия общих звеньев, к недостаткам системы управления, которая строится по второму способу, относится усложнение схем, которые содержат перекрестные связи, и, соответственно, сложность в проведении профилактических и ремонтных работ.

Какой бы из принципов не лёг в основу построения системы, ни один из них не гарантирует полностью безотказную работу электрооборудования машины подачи кислорода. Как следствие, по тем или иным причинам, с большей или меньшей вероятностью, в любой момент может произойти аварийная остановка главных приводов. Аварийная остановка главных приводов при нахождении фурмы внутри конвертера, когда идет процесс плавки металла, может привести к тяжелым последствиям. Для того, чтобы этого избежать, каждая фурма, кроме главного привода подъема, оборудована индивидуальным автономным приводом аварийного подъема, на работу которого никак не влияет работоспособность оборудования основного привода. Приводы аварийного подъема, которыми оборудуются машины подачи кислорода, бывают двух типов: электрические и пневматические. Основные принципы построения схем приводов аварийного подъема - это их простота, минимум коммутационной и другой аппаратуры и, как следствие, надежность работы.

Отметим, что по первому способу, то есть с автономным управлением электроприводами, были спроектированы, изготовлены и введены в действие четыре машины подачи кислорода конвертерных цехов Днепродзержинского металлургического комбината, Украина, и металлургического комбината «Миттал Стил Темиртау», Казахстан.

Для главных электроприводов на этих машинах применялись двигатели серии Д различной мощности.

Для питания якорных цепей электродвигателей каждой фурмы использованы два реверсивных тиристорных преобразователя типа Simoreg DC Master фирмы Siemens по одному на каждый электродвигатель. Каждый тиристорный преобразователь питается от сети 380В через коммутационный дроссель. Схема выпрямления, используемая в тиристорном преобразователе, - мостовая, реверсивная с раздельным управлением.

Для питания обмоток возбуждения электродвигателей используются тиристорные возбудители, встроенные в тиристорные преобразователи. Коммутация нагрузки осуществляется на стороне постоянного тока.

Управление электроприводами каждой из фурм осуществляется от своего программируемого контроллера типа SIMATIC S7-300 фирмы Siemens по сети PROFIBUS DP.

Для отображения основных параметров работы в реальном масштабе времени и оперативной диагностики о нарушениях в работе и отказах используются операторские панели, связанные с программируемым контроллером по сети PROFIBUS DP.

Принцип взаиморезервирования использован при разработке систем управления для трех машин подачи кислорода конвертерных цехов Новолипецкого металлургического комбината, Россия.

На этих машинах для питания якорных цепей электродвигателей серии Д также используются тиристорные преобразователи Simoreg DC Master фирмы Siemens: один – рабочий, другой - резервный. Для надежности каждый тиристорный преобразователь питается от сети ~380В через индивидуальный разделительный трансформатор. Для питания обмоток возбуждения двигателей используются встроенные тиристорные возбудители. Каждый возбудитель питается от сети ~380В также через разделительный трансформатор.

Система автоматического регулирования передвижения главного электропривода построена, как однозонная, двухконтурная, с внутренним контуром регулирования тока и внешним – скорости, с обратной связью по ЭДС двигателя. Кроме этого, имеется контур регулирования тока возбуждения электродвигателя.

Коммутация нагрузки осуществляется на стороне постоянного тока. Одновременно может работать только один электродвигатель с питанием от одного из тиристорных преобразователей. Переключение с рабочего тиристорного преобразователя на резервный осуществляется на стороне постоянного тока при помощи двух силовых переключателей: один переключает якорную цепь, другой - цепь возбуждения.

Управление электроприводами, диагностика состояния электроаппаратуры и визуализация управления осуществляется по сетям DeviceNet и ControlNet с использованием программируемого контроллера в резервируемом исполнении фирмы Allen Bradley.