

ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРОИЗВОДСТВА ЗАО «ЭРАСИБ»

При проектировании новых и модернизации существующих подъемно-транспортных машин наиболее жесткие требования по динамическим характеристикам и статической точности регулирования предъявляются к электроприводам (ЭП) механизмов подъема кранов, всех видов шахтных подъемников и кабин лифтов. Использование специализированных систем регулируемого ЭП позволяет повысить скорости перемещения и точность останова перемещаемого груза, за счет ограничения рывка и ускорения обеспечить отсутствие ощутимых толчков при старте и останове, увеличить срок службы основных механических узлов – тяговых тросов, тормозных колодок, редукторов, подвески противовеса и т.д. [1].

В настоящем докладе рассматриваются некоторые последние разработки ЗАО «ЭРАСИБ» (Россия, 630088, г. Новосибирск, ул. Сибиряков-Гвардейцев, 51/3, тел. +7-(383)-3425759) в области ЭП подъемно-транспортных машин, выполненных совместно со специалистами Новосибирского государственного технического университета в качестве современной альтернативы во многом морально устаревшим системам переменного тока.

Транзисторные пускорегулирующие устройства «ЭРАТОН-Р». Устройства пусковые комплекты «ЭРАТОН-Р» предназначены для плавного пуска промышленных механизмов, приводимых в движение высоковольтными асинхронными двигателями с фазным ротором (АДФР). Благодаря предварительному плавному выбору люфтов, зазоров и «преднатяжению» элементов механической передачи энергии с программируемым темпом, а также стабилизации пускового тока (или динамического момента) устройства позволяют значительно повысить сроки службы технологического оборудования и уменьшить простои, связанные с их выходом из строя. Эти особенности устройств обуславливают преимущества использования «ЭРАТОН-Р» в ЭП механизмов с большими приведенными маховыми массами (конвейеры, мельницы, дробилки и т.п.), а также в механизмах с тяжелыми условиями эксплуатации, в том числе – шахтных подъемниках.

Устройства могут использоваться как в одно-, так и в многодвигательных электромеханических системах, причем в последнем случае эффективна функция выравнивания загрузки двигателей по току и моменту на этапе запуска, а также при работе в установившемся режиме. Опционально силовые преобразователи энергии могут комплектоваться контактным короткозамыкателем, что улучшает энергетические характеристики ЭП на номинальной частоте вращения, а при оснащении пусковым реостатом соответствующей мощности устройства могут обеспечивать продолжительную работу на пониженной скорости с нагрузкой от нуля до номинальной.

Силовая схема «ЭРАТОН-Р» состоит из трехфазного мостового тиристорного выпрямителя, подключенного к выводам фаз обмотки ротора (контактным кольцам) двигателя, транзисторного замыкателя (чоппера) со снабжением и емкостного фильтра. К выводам шкафа подключается балластный резистор, определяемый из условий создания номинального (или 120%-ного) момента при пуске АДФР.

При запуске устройство плавно (с программируемым темпом) увеличивает момент (ток) двигателя от нуля до пускового с воздействием на угол регулирования тиристорного выпрямителя при полностью введенном в цепь выпрямленного тока балластным сопротивлением. После выборки нелинейностей в механической передаче начинается пуск ЭП с заданным по программе током (или динамическим моментом), в ходе которого непрерывно уменьшается эквивалентная величина дополнительного активного сопротивления в цепи ротора двигателя путем широтно-импульсного регулирования (ШИР) тока выпрямителя транзисторным чоппером. По окончании процесса пуска цепь выпрямленного тока ротора закорачивается транзистором, а при наличии контактного короткозамыкателя – замыкаются кольца ротора двигателя. В многодвигательном варианте токи приводных двигателей выравниваются по схеме «ведущий – ведомый» посредством ШИР.

Преимущества «ЭРАТОН-Р».

1. Связь шкафа управления с балластным резистором выполняется двумя проводниками, в отличие от устройств УПТФ (ЭТПФ), где каждый замыкающий тиристор соединен со своей ступенью сборки блоков пусковых сопротивлений.

2. В течение всего процесса пуска, кроме подготовительного этапа плавного наращивания момента, тиристорный выпрямитель цепи ротора работает с минимальным углом регулирования, благодаря чему достигаются высокий коэффициент мощности двигателя, малые потери и пульсации выпрямленного тока с частотой ШИР.

3. Выравнивание нагрузок в «ЭРАТОН-Р» в установившемся режиме работы многодвигательного привода достигается не включением в цепь ротора невыключаемых выравнивающих резисторов, как в устройствах УПТФ (ЭТПФ), а с помощью ШИР, что значительно повышает точность, снижает дополнительные потери при работе на номинальной частоте вращения вала и повышает жесткость результирующей механической характеристики.

Преобразователь частоты для асинхронизированной синхронной машины «ЭРАТОН-ФР». Большие перспективы при модернизации ЭП на базе высоковольтных АДФР имеет применение специальных систем, по-

строенных по схеме асинхронизированной синхронной машины (машины двойного питания) с векторным управлением по цепям ротора. Специализированные преобразовательные устройства «ЭРАТОН-ФР» представляют собой в общем случае многоуровневый транзисторный преобразователь частоты (ПЧ) с цифровым управлением, подключенный к ротору двигателя, который оснащен активными выпрямителями напряжения сети на 0,4 кВ (индивидуальными или работающим на группу ЭП механизмов подъемного крана). В силу использования в нем низковольтных транзисторов «ЭРАТОН-ФР» имеет намного меньшую стоимость, чем высоковольтные преобразователи частоты для управления АДФР с закороченным ротором по цепям статора. В отличие от ЭПТФ и «ЭРАТОН-Р» эти устройства не рассеивают энергию скольжения двигателя на весьма дорогостоящих пусковых сопротивлениях, а рекуперировывают ее в питающую сеть, чем значительно улучшают энергетические, массогабаритные и эксплуатационные показатели электромеханической системы в целом.

«ЭРАТОН-ФР» допускает регулирование скорости ЭП как вниз (в бездатчиковом варианте –50:1), так и вверх от синхронной (2:1) с постоянством момента на валу, что создает предпосылки повышения производительности технологического оборудования. Алгоритмы самонастройки ПЧ, основанные на автоматической предварительной и текущей идентификации параметров АДФР как объекта векторного управления, существенно сокращают трудозатраты при наладке ЭП и обеспечивают стабильность его динамических и статических характеристик. «ЭРАТОН-ФР» также имеет разветвленную систему защит от нештатных ситуаций, цифровой пульт местного управления и все необходимые интерфейсные модули для включения в состав АСУ ТП.

«ЭРАТОН-ФР» с двух-, трех- и четырехуровневыми инверторами напряжения поставлены ЗАО «ЭРАСИБ» на предприятия: ООО «Ангарский цементный завод» (320 кВт), ЗАО «Белгородский цемент» (630 кВт), ГОК «Приморский» (2 по 630 кВт, «master – slave»).

ПЧ для асинхронных и синхронных крановых электроприводов с векторным управлением «ЭРАТОН-М5». Наиболее перспективными в реализации являются структуры частотно-регулируемого ЭП, где в качестве управляемой электрической машины используются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором (АД) и синхронные двигатели с возбуждением от постоянных магнитов (СДПМ).

Серия ПЧ «ЭРАТОН-М5» обеспечивает адаптивное бездатчиковое векторное управление АД или (по предварительному заказу) СДПМ. ЭП данной серии находят свое широкое применение в механизмах подъема кранов и шахтных лифтов, обеспечивая диапазоны регулирования скорости не менее 50:1. В алгоритме управления реализованы современные подходы к построению т.н. «интеллектуальных» ПЧ [2].

Особенности кранового электропривода «ЭРАТОН-М5».

1. Электропривод крановый частотно-регулируемый с прямым цифровым управлением предназначен для использования в механизмах подъема мостовых, козловых и др. видов подъемных кранов, предъявляющих высокие требования к перегрузочной способности на низких скоростях и динамичности по возмущающему воздействию – активному моменту сопротивления нагрузки.

2. Благодаря созданному специалистами ЗАО «ЭРАСИБ» бездатчиковому векторному алгоритму управления достигаются максимальные моменты от 160 до 250% от номинального при ограничении тока двигателя и полосе пропускания частот системы регулирования скорости от 2,5 до 25 (для малой мощности) Гц.

3. В сочетании с устройством рекуперативного выпрямления, общего для всех электроприводов крана, или при оснащении балластным резистором обеспечивает глубокое регулирование скорости во всех четырех квадрантах плоскости механических характеристик.

4. Электропривод выполняет настраиваемые функции логического управления исполнительными устройствами крана, в частности – тормозом. Имеет до восьми предустанавливаемых скоростей движения в каждом направлении, задаваемых логическими сигналами. Характеризуется повышенной помехоустойчивостью благодаря оптоэлектронным устройствам связи контроллера с драйверами силовых транзисторов.

5. Располагает функциями автоматической самонастройки на двигатель и механизм, а также адаптации к изменяющимся тепловым режимам работы электрической машины. Встроенная коррекция параметров математической модели двигателя позволяет достигать наивысших динамических (быстродействие) и энергетических (соотношение «ток-момент») характеристик.

6. Кроме стандартного набора защит, реализует интеллектуальную защиту бездатчикового ЭП от перегрузки механизма подъема и обусловленной ей возможности падения груза, обеспечивающую упреждающее наложение тормоза при распознавании аварийной ситуации.

Электроприводы «ЭРАТОН-М5» прошли промышленные испытания и с 2006 г. по настоящее время (в предыдущей модификации – с 1996 г. [3]) функционируют в производственном режиме на механизмах главного и вспомогательного подъемов технологических кранов Братского алюминиевого завода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов А.Б., Сибирцев А.Н., Журавлев С.В. Бездатчиковый электропривод подъемно-транспортных механизмов // Силовая электроника. – 2007. – №1. – С. 46 – 52. 2. Панкратов В.В. Тенденции развития общепромышленных электроприводов переменного тока на основе современных устройств силовой электроники // Силовая интеллектуальная электроника. - 2005. - №2. - С. 27-31. 3. Панкратов В.В., Берестов В.М. Бездатчиковое векторное управление крановым асинхронным электроприводом // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика / Вестник Национального технического университета «Харьковский Политехнический Институт». – НТУ «ХПИ», 2005. – С. 186 – 187.