

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЯЕМЫХ В КРАНОВОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ ТИРИСТОРНЫХ СИСТЕМ

Муратов Г.Г.¹, Райхонов Ш.З.², Махамаджанов Р.К.³, Жураев А.Ш.⁴

Email: Muratov658@scientifictext.ru

¹Муратов Гуламжан Гафурович - старший преподаватель;

²Райхонов Шухрат Зарипович - старший преподаватель;

³Махамаджанов Равшан Камилджанович – ассистент,
кафедра электротехники и электромеханики,
Алмалыкский филиал

Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова,
г. Алмалык;

⁴Жураев Акбар Шавкатович - ассистент,
кафедра горной электромеханики,

Навоийский государственный горный институт, г. Навои,
Республика Узбекистан

Аннотация: авторы рассматривают исследование работы электропривода с тиристором. Системы управления крановыми механизмами относятся к категории устройств, находящихся под непрерывным контролем оператора, т.е. в этих системах выбор момента начала операции, скоростных параметров и момента окончания операции осуществляется лицом, управляющим механизмом. В свою очередь система управления должна обеспечить требуемую последовательность переключения для реализации желаемых скоростных параметров, предотвратить при этом недопустимые перегрузки и обеспечить необходимую защиту. Итогом работы является ряд существенных факторов усовершенствования систем.

Ключевые слова: системы тиристорного управления, электродвигатель, преобразователь частоты.

THE STUDY USED IN THE CRANE ELECTRIC DRIVE THYRISTOR SYSTEMS

Muratov G.G.¹, Rayhonov Sh.Z.², Muhamedjanov R.K.³, Zhuraev A.Sh.⁴

¹Muratov Gulamzhan Gafurovich - Senior Lecturer;

²Rayhonov Shuhrat Zaripovich - Senior Lecturer;

³Muhamedjanov Ravshan Kamiljanovich – Assistant Professor,
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING AND ELECTRICAL ENGINEERING,
ALMALYK BRANCH

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY ISLAM KARIMOV,
ALMALYK;

⁴Zhuraev Akbar Shavkatovich - Assistant,
DEPARTMENT OF MINING ELECTROMECHANICS,
NAVOI STATE MINING INSTITUTE, NAVOI,
REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: the Authors consider the study of the electric drive with a thyristor. Control systems of crane mechanisms belong to the category of devices under continuous control of the operator, i.e. in these systems the choice of the moment of the beginning of operation, speed parameters and the moment of the end of operation is carried out by the person operating the mechanism. In turn, the control system must provide the required switching sequence to implement the desired speed parameters, while preventing unacceptable overload and provide the necessary protection. The result of the work is a number of significant factors to improve the systems.

Keywords: thyristor control systems, electric motor, frequency Converter.

УДК 621.31

Механические свойства электроприводов характеризуются механическими характеристиками - зависимостями частоты вращения от момента на валу. Если характеристики построены в процентах от номинальных значений, они называются типовыми и распространяются на интервал номинальных мощностей.

Различные системы тиристорного управления можно разделить на следующие группы:
по способу управления:

управляемые кнопочными постами, где возможности управления ограничены конструктивными особенностями поста и заданной программой разгона (торможения);

управляемые сложным комплектным устройством (магнитным контроллером с использованием

преобразователя энергии или без него). В этом случае оператор выбирает только необходимые скорости, а процессы разгона, торможения и необходимые промежуточные переключения осуществляются автоматически;

по условиям регулирования:

с регулированием скорости ниже номинальной;

с регулированием скорости выше и ниже номинальной;

с регулированием ускорения и замедления.

В соответствии в крановом электроприводе применяются следующие тиристорные системы управления:

ТП—ДП — электропривод постоянного тока с питанием и управлением при помощи тиристорного преобразователя;

МК—АДД — электропривод переменного тока с двухскоростным электродвигателем, управляемым магнитным контроллером, в том числе с тиристорным регулятором напряжения;

КИ—АДФ — электропривод переменного тока: электродвигатель с фазным ротором, управляемый силовым контроллером с тиристорным импульсно-ключевым регулированием скорости;

МКД—АДФ — электропривод переменного тока: электродвигатель с фазным ротором, управляемый магнитным контроллером с торможением способом самовозбуждения, в том числе с тиристорным импульсно-ключевым регулятором скорости;

МКБ—АДФ — электропривод переменного тока: электродвигатель с фазным ротором, управляемый магнитным контроллером без дуговой коммутации и импульсно-ключевым регулированием скорости;

ТРН—АДФ — электропривод переменного тока: электродвигатель с фазным ротором, управляемый тиристорным регулятором напряжения;

МКИ—АДФ — электропривод переменного тока: электродвигатель с фазным ротором, управляемый магнитным контроллером с тиристорным импульсно-ключевым регулированием скорости;

ПЧН—АДД — электропривод переменного тока: электродвигатель двухскоростной короткозамкнутый, управляемый тиристорным преобразователем частоты.

Использование той или иной системы управления для крановых механизмов осуществляется на основе анализа сравнительных технических данных, а именно: диапазона регулирования, способа управления, ресурса (уровня износостойкости), диапазона возможных мощностей электроприводов, показателей энергетики и динамики, а также дополнительных данных, определяющих условия эксплуатации электроприводов. Экономическая оценка систем управления должна базироваться на принципе минимальных расходов, связанных с первоначальными затратами, эксплуатационными затратами на ремонт, а также затратами энергии, потребляемой из сети на разгон и торможение крановых механизмов за период эксплуатации до капитального ремонта. Используется система, обладающая наилучшими экономическими показателями. Если экономические показатели сравниваемых систем близки, то производится дополнительная оценка по массогабаритным показателям и условиям размещения электрооборудования. А так как размещение преобразовательных агрегатов или полупроводниковых преобразователей на кранах сопряжено с определенными трудностями, то может оказаться необходимым и целесообразным применить систему, не обладающую оптимальными экономическими показателями [1].

Электроприводы с контакторно-контроллерной аппаратурой управления благодаря своей простоте и невысокой стоимости и на сегодняшний день занимают преобладающее место в промышленном производстве. Однако повышение требований к крановым приводам массового применения ставит задачи значительного улучшения их технико-экономических показателей без существенного увеличения стоимости и усложнения эксплуатации. Основным направлением решения указанных задач является применение средств полупроводниковой техники в традиционных системах с целью повышения коммутационной стойкости контактной аппаратуры и реализации более рациональных режимов регулирования и торможения. Простым примером такого решения являются электроприводы с динамическим торможением самовозбуждением, в которых применены неуправляемый вентильный мост и импульсно-ключевой тиристорный коммутатор. Достаточно широко применяются электроприводы систем КИ-АДФ и МКИ-АДФ с импульсно-ключевыми коммутаторами ИКР в цепи ротора фазных двигателей, позволяющие обеспечить наряду с повышением диапазона регулирования скоростей на уровне не ниже 1:10 бестоковую коммутацию контроллеров с доведением их коммутационной износостойкости до уровня механической. Такие электроприводы уже внедрены на многих кранах массового производства. Принцип импульсно-ключевого управления заключается в коммутации силовой цепи ротора асинхронного двигателя тиристорным коммутатором, собранным по мостовой или треугольной схеме. При этом включение тириستоров коммутатора осуществляется по сигналу, пропорциональному ЭДС ротора, при превышении скольжения электродвигателя заданного уровня, а отключение в момент их естественной коммутации на частоте скольжения ротора. При импульсно-ключевом управлении фактически автоматически реализуется режим «включения-отключения»

электропривода с мягкими механическими характеристиками, осуществляемый оператором для получения требуемой установочной скорости, однако получаемый при этом диапазон регулирования в несколько раз превышает достигаемый в традиционных системах. Формирование пуско-тормозных характеристик при этом не осуществляется, и управление электроприводом во всех остальных режимах аналогично управлению в обычных системах.

Электроприводы ИКР разработаны как для подъемных механизмов, так и для механизмов передвижения в одно- и двухдвигательном исполнении. Для механизмов подъема на их основе выпускаются магнитные контроллеры типа П6506 для кранов общего назначения и КСДБ для кранов металлургического производства с мощностями двигателей от 40 до 200 кВт с бестоковой коммутацией. Для механизмов передвижения серийно выпускаются электроприводы с ИКР по схеме, обеспечивающей управление двигателями мощностью до 2Х22 кВт. Разработаны также схемы с ИКР для мощностей до 2Х55 кВт.

Тиристорные электроприводы постоянного тока применяются для крановых механизмов при необходимости обеспечения высококачественного регулирования при мощностях привода свыше 60 кВт. По своим регулировочным показателям система ТП-Д близка к системе Леонарда. Обладая рядом преимуществ перед этой системой, тиристорный электропривод практически вытеснил электроприводы по системе Леонарда на крановых механизмах. В настоящее время тиристорные электроприводы постоянного тока устанавливаются на мощных мостовых и литейных кранах, перегружателях, бетоноукладчиках, на высокопроизводительных башенных кранах высотного строительства и на ряде других уникальных крановых комплексах. Мощность электроприводов таких комплексов может достигать 400-600 кВт.

Рассматриваемые электроприводы несмотря на некоторое различие в построении отдельных узлов автоматики и защиты выполняются на основе общих типовых схем, связанных с исполнениями применяемого тиристорного преобразователя. К ним относятся схемы с реверсивными преобразователями серии АТРК и ТПЕ с нереверсивными преобразователями серии АТК и контакторным реверсом.

Для электроприводов напряженных режимов при мощностях свыше 100 кВт следует применять схемы с реверсивными тиристорными преобразователями (ТП). Для получения высоких регулировочных показателей в статике и динамике в электроприводах используются двухконтурные САР скорости.

Рассматриваемые электроприводы в зависимости от назначения и исполнения крановых механизмов могут быть одно- и двухдвигательными. Многодвигательными обычно выполняются электроприводы механизмов передвижения кранов. Для механизмов подъема многодвигательные (обычно двухдвигательные) электроприводы применяются при большой мощности системы. При этом схемы электроприводов в одно- и многодвигательном исполнении не имеют существенных отличий [2].

Электроприводы с параметрическим регулированием скорости, выполняемым посредством тиристорных регуляторов в цепи статора и ротора асинхронных двигателей, применяются для механизмов, предъявляющих высокие требования к диапазону или плавности регулирования скорости. В связи с выделением значительных потерь скольжения эти электроприводы строятся в основном с применением двигателей с фазным ротором при однозонном регулировании скорости в диапазоне не ниже 1:8. Регуляторы в цепи статора короткозамкнутых двигателей применяются относительно редко и только для формирования пусковых режимов. Рассматриваются освоенные промышленностью электроприводы с тиристорными регуляторами напряжения типа РСТ в цепи статора асинхронных электродвигателей. Эти электроприводы обеспечивают высокий, не ниже 1:8 диапазон регулирования скорости. Электроприводы с регуляторами напряжения позволяют формировать механические характеристики во всех четырех квадрантах регулирования со снижением потерь холостого хода машин, однако требуют установки тахометрического датчика скорости и имеют ухудшенные по сравнению с обычным реостатным регулированием энергетические показатели. Это вызвано не только тем, что регулирование момента, осуществляемое снижением потока, приводит к увеличению потерь в меди обмоток, но и необходимостью применения для формирования тормозных характеристик нерационального режима противо-включения, ухудшением охлаждения системы, а также наличием высших гармонических в кривой питающего двигателя напряжения. Указанное особенно отчетливо проявляется в различных схемах с регуляторами напряжения, выполняемыми по несимметричным схемам. Именно поэтому такие схемы, несмотря на свою простоту, не получили широкого распространения для крановых электроприводов.

Электроприводы с ТРИ применяются как для механизмов подъема, так и для механизмов передвижения. Принципы построения схем при этом одинаковы, отличия имеются только в выполнении отдельных узлов в цепях управления.

1. *Абрамович И.И., Березин В.И., Яуре А.Г.* Грузоподъемные краны промышленного предприятия: Справочник. М.: Машиностроение, 1989.
2. Электрооборудование грузоподъемных кранов / Е.М. Певзнер [и др.] под ред. Г.Б. Онищенко. М.: Россельхозакадемия, 2009. 360 с.