

УДК: 621.313.333.062.

ЭЛЕКТРОПРИВОД КРАНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ПО СИСТЕМЕ ТПН-АД

Абдихошимов Муслимбек Абдулбоки угли
асисстент, Андижанский государственный технический институт,
Узбекистан
ORCID:009-0000-9634-9634

Аннотация: В статье рассматриваются особенности применения асинхронных двигателей с тиристорными преобразователями напряжения в системах электропривода крановых механизмов. Проведен анализ схем управления, режимов работы и энергетической эффективности. Показано, что использование тиристорных преобразователей позволяет существенно повысить точность регулирования, плавность пуска и торможения, а также снизить пусковые токи. Приведены экспериментальные данные и сравнительный анализ с традиционными системами управления. Доказано, что модернизация электроприводов крановых механизмов на основе тиристорных систем обеспечивает значительное снижение энергопотребления и повышение надежности оборудования.

Ключевые слова: крановый механизм, асинхронный двигатель, тиристорный преобразователь, электропривод, управление, энергия, эффективность.

ELECTRIC DRIVE OF CRANE MECHANISMS ACCORDING TO THE TPN-AD SYSTEM

Abdixoshimov Muslimbek Abdulboqi o‘g‘li
Andijan State Technical Institute, Republic of Uzbekistan. Assistant
ORCID:009-0000-9634-9634

Abstract: This article discusses the features of using asynchronous motors with thyristor voltage converters in crane mechanism drive systems. The analysis of control schemes, operating modes, and energy efficiency is carried out. It is shown that the use of thyristor converters significantly improves regulation accuracy, enables smooth starting and braking, and reduces starting currents. Experimental data and a comparative analysis with traditional control systems are presented. It is proven that the modernization of crane mechanism drives based on thyristor systems ensures significant energy savings and increases equipment reliability.

Keywords: crane mechanism, asynchronous motor, thyristor converter, electric drive, control, energy, efficiency.

Введение: Современные подъемно-транспортные машины, в частности мостовые и башенные краны, требуют высокой точности управления, плавности движения и надежности в работе. Традиционные схемы управления с прямым пуском асинхронных двигателей сопровождаются большими пусковыми токами и механическими перегрузками, что снижает срок службы оборудования и повышает затраты на эксплуатацию.

Одним из перспективных решений является применение тиристорных преобразователей напряжения, позволяющих регулировать параметры питания двигателя и, соответственно, характеристики его работы. Такая система управления электроприводом особенно актуальна для крановых механизмов, где требуется точное и надежное регулирование движения при различных нагрузках.

В настоящее время в нашей стране отсутствует серийный электропривод механизма подъема по системе ТПН-АД. Разработанный ранее электропривод типа РСТ был выполнен на устаревшей элементной базе, имел большие габариты, поэтому распространения он не получил и в настоящее время не выпускается. В связи со сказанным в СКТБ Башенного краностроения совместно с МЭИ и Истринским филиалом ВЭИ был

разработан, изготовлен и испытан крановый электропривод механизма подъема по системе ТПН—^{АД} мощностью 30 квт. Разработанный электропривод имеет следующие отличия от электропривода типа РСТ:

- силовая схема выполнена реверсивной, что повышает быстродействие электропривода и исключает просадку груза при переходе из 3-го в 4-й квадрант;

- поддерживаются примерно постоянные ускорения при разгоне вне зависимости от массы груза, отсутствие отсечки по току;

- осуществляется энергосберегающий режим с фиксированным углом при работе в 3 квадранте, обеспечивается автоматическое уменьшение угла при переходе в 4-й квадрант.

Функциональная схема электропривода и его механические характеристики представлены на рис.2.16 и 2.17 соответственно. Силовая схема выполнена в виде реверсивного ТПН, содержащего 10 тиристоров. Применение реверсивного ТПН позволяет уменьшить время реверса при переходе из двигательного в тормозной режим, что важно для механизмов с активным статическим моментом. Для получения жестких механических характеристик, как в двигательном, так и в тормозном режиме используется обратная связь по скорости. Сигнал, пропорциональный скорости, подается на вход регулятора скорости РС с выхода тахогенератора. Управление электроприводом осуществляется от командоаппарата КА, имеющего по три позиции в направлении подъема и спуска.

ТПН позволяет также осуществлять энергосберегающий режим при работе в 3-м квадранте механических характеристик (силовой спуск). Электропривод с указанным ТПН не имеет обратной связи по току, что упрощает и удешевляет преобразователь.

При работе в направлении подъема блоком логики БЛ через блок оптронной развязки Б0Р1 включается группа тиристоров, обеспечивающая работу электропривода в направлении «Подъем». Работа на первых двух

позициях происходит на характеристиках с обратной связью по скорости. При переходе на вторую позицию блоком логики включается контактор ускорения 1КМ4. Переход на третью позицию, где приводной электродвигатель работает вблизи номинальной скорости, осуществляется с примерно постоянным (не зависящим от статического) динамическим моментом. Сигнал с тахогенератора поступает в блок логики, который по достижении надлежащей скорости включает контактор ускорения 1КМ5. В процессе работы в направлении спуска на первой позиции включается группа тиристоров «Спуск» и электропривод разгоняется под действием двигательного момента. При изменении знака сигнала на выходе РС блоком логики производится переключение групп тиристоров, и электропривод переходит в режим торможения противовключением. На первых двух позициях спуска в ротор электродвигателя включено полное сопротивление. Переход на третью позицию спуска груза осуществляется включением группы тиристоров «Спуск» и контактора 1КМ5. Контакторы ускорения включаются по команде от блока логики БЛ. Электропривод работает вблизи номинальной скорости в двигательном или генераторном режиме, в зависимости от массы груза. В процессе работы на третьей позиции спуска, как в двигательном, так и в генераторном режиме устанавливается энергосберегающий режим по закону, близкому к минимуму тока статора, с фиксированным значением угла α . В электроприводе используется бездуговая коммутация контакторов ускорения, электрическое торможение до скорости, близкой к нулю, с последующим наложением электрического тормоза. При переходе со 2-й позиции подъема на 3-ю позицию осуществляется ограничение пускового момента и тока по алгоритму, представленному на рис. 1. Устройство для формирования переходных процессов выполнено в аналоговой форме, схема его представлена на рис. 2.

Для механизмов горизонтального передвижения разработан электропривод на основе нереверсивного ТПН с контакторным реверсом и

обратной связью по скорости. Применение нереверсивного ТПН позволяет повысить надежность электропривода, поскольку в случае выхода из строя

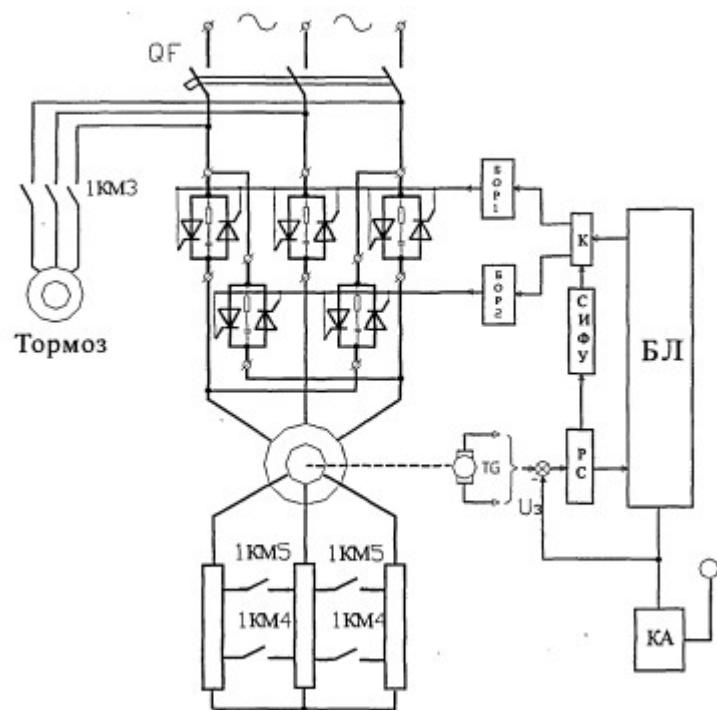


Рис. 1. Функциональная схема электропривода механизма подъема по системе ТПН-АД

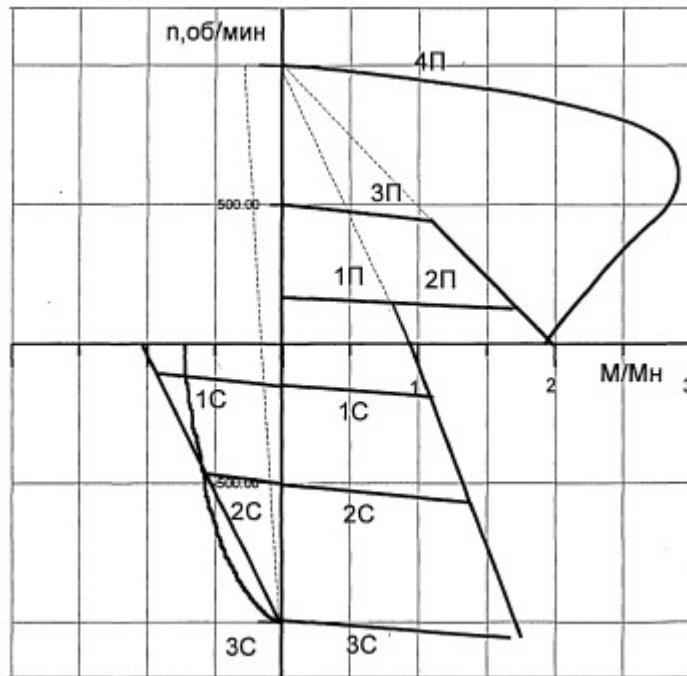


Рис. 2. Экспериментальные механические характеристики электропривода механизма подъема по системе ТПН-АД

ТПН имеется возможность работы на реостатных характеристиках в разомкнутой системе. Такой электропривод мощностью 15 квт был разработан с участием автора и установлен при модернизации механизма разворота сцены в Московском Музыкальном театре им. Станиславского и Немировича-Данченко. Выбор системы электропривода был обусловлен наличием асинхронного электродвигателя с фазным ротором и комплектом пускорегулирующих резисторов. Электропривод обеспечивает плавное регулирование скорости в диапазоне 8:1 и ограничение пусковых и тормозных моментов на необходимом уровне. Разработанный электропривод успешно эксплуатируется в течение пяти лет.

Заключение: Результаты анализа и экспериментальных исследований подтверждают эффективность применения асинхронных электродвигателей в сочетании с тиристорными преобразователями напряжения для управления крановыми механизмами. Внедрение таких систем позволяет:

- существенно сократить энергопотребление;
- уменьшить износ механических узлов;
- повысить точность и стабильность управления;
- улучшить условия эксплуатации и безопасность.

Таким образом, модернизация существующих крановых электроприводов с использованием тиристорных преобразователей представляет собой перспективное направление в области повышения энергоэффективности и надежности подъемно-транспортного оборудования.

Список использованных источников

1. Беляев Б.И. Электропривод: теория и практика. — М.: Энергоатомиздат, 2021.
2. Кацман М.А., Юдин В.М. Промышленные тиристорные преобразователи. — СПб.: Политехника, 2020.
3. Киселев А.Н. Системы управления электроприводами подъемно-транспортных машин. — Екатеринбург: УрФУ, 2019.
4. Смирнов А.В. Асинхронные электродвигатели: расчет, эксплуатация, управление. — М.: Машиностроение, 2022.
5. IEEE Transactions on Industrial Electronics. Vol. 70, No. 3, 2023.
6. Журнал «Электротехника», №5, 2024.
7. Нормативные документы ГОСТ Р 54122-2010, ГОСТ Р 51321.1-2007.