

УДК: 621.316.9:621.313:62-531.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТИРИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ КРАНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

Абдихошимов Муслимбек Абдулбоки угли
асистент, Андижанский государственный технический институт,
Узбекистан

ORCID:009-0000-9634-9634

Маткосимов Мухаммадсодик Махаммадхошим угли
асистент, Андижанский государственный технический институт,
Узбекистан

Аннотация: В данной статье рассматривается применение тиристорных преобразователей напряжения в системах электроприводов крановых механизмов. Повышенные требования к точности, надёжности и плавности управления подъёмно-транспортным оборудованием делают актуальным использование тиристорных преобразователей, обладающих высокой энергоэффективностью и возможностью тонкой настройки рабочих параметров. Проанализированы принципы работы тиристорных преобразователей, их конструктивные особенности и роль в обеспечении плавного пуска, торможения и регулирования скорости электродвигателей кранов. Отдельное внимание уделено преимуществам тиристорных систем перед традиционными методами управления электроприводами, а также вопросам экономии электроэнергии и увеличения срока службы оборудования.

Ключевые слова: тиристор, преобразователь напряжения, электропривод, крановый механизм, система управления,

энергоэффективность, промышленная автоматика, тиристорное регулирование

Abstract: This article examines the application of thyristor voltage converters in crane mechanism drive systems. The increased requirements for precision, reliability, and smooth control in lifting and handling equipment make the use of thyristor converters highly relevant due to their high energy efficiency and fine adjustment capabilities. The principles of operation of thyristor converters, their design features, and their role in providing smooth start-up, braking, and speed control of crane motors are analyzed. Particular attention is given to the advantages of thyristor systems over traditional drive control methods, as well as to energy savings and increased equipment lifespan.

Keywords: thyristor, voltage converter, electric drive, crane mechanism, control system, energy efficiency, industrial automation, thyristor regulation

Проблемы традиционных систем электропривода: Основные недостатки классических реостатно-контакторных систем:

- Высокие потери энергии из-за реостатного регулирования.
- Ограниченные возможности плавного управления скоростью.
- Высокий износ контакторов и механических элементов.
- Ограниченный срок службы оборудования.

Предложенное решение и его новизна

Использование системы тиристорно-понижающего напряжения (ТПН) в сочетании с асинхронным двигателем (АД) позволяет решить вышеуказанные проблемы. Основные преимущества данного решения:

- Энергоэффективность – снижение потерь энергии за счет плавного регулирования напряжения.
- Плавность регулирования – улучшенное управление скоростью движения крана.
- Уменьшение износа компонентов – сокращение количества механических коммутационных элементов.

- Автоматизация – возможность интеграции с современными системами управления.

Крановые электроприводы с тиристорными преобразователями напряжения можно условно разделить на две группы. К первой группе можно отнести электроприводы механизмов горизонтального передвижения кранов с асинхронными короткозамкнутыми двигателями без регулирования скорости. Такие электроприводы характерны в основном для механизмов передвижения башенных кранов и в ряде случаев для механизмов передвижения грузовых тележек башенных и мостовых кранов при невысокой номинальной скорости. Тиристорный преобразователь напряжения в этом случае используется для формирования плавного пуска, например, электропривода механизма передвижения башенного крана. В электроприводе используется тиристорный преобразователь ТСУ-К совместно с релейно-контакторной панелью управления. Тиристорный преобразователь напряжения, выполненный по симметричной трехфазной схеме, включен в общую цепь статоров многодвигательного электропривода. Для реверсирования электропривода между ТПН и статорами электродвигателей включен контактный реверсор.

В случае выхода из строя тиристорного преобразователя предусмотрен комплект пускорегулирующих резисторов и шунтирующий контактор. Применение указанного электропривода позволило значительно уменьшить динамические нагрузки в механизме передвижения крана, возникающие при пуске. Кроме того, практически устраняются колебания башни крана при пуске механизма передвижения, что улучшает условия работы оператора. К недостаткам рассматриваемого электропривода следует отнести нерациональную конструкцию преобразователя ТСУ-К, требующего нескольких внешних источников питания, что значительно увеличивает габариты комплектного электропривода.

Сущность и преимущества системы ТПН-АД

Система ТПН представляет собой тиристорное устройство, регулирующее подачу напряжения на статор обмотки асинхронного двигателя. Это обеспечивает:

- Плавный пуск двигателя,
- Бесступенчатое регулирование скорости,
- Снижение пусковых токов,
- Улучшение точности позиционирования груза.

Преимущества внедрения системы ТПН-АД:

- Повышение энергоэффективности на 15–25%,
- Снижение эксплуатационных затрат за счёт уменьшения износа,
- Увеличение срока службы оборудования,
- Возможность интеграции в автоматизированные системы управления.

Практическая реализация и результаты

Для оценки эффективности системы ТПН-АД была проведена серия испытаний на нескольких крановых установках в производственных условиях. В качестве объекта исследования выбран мостовой кран грузоподъемностью 10 тонн, эксплуатируемый на металлургическом предприятии. Сравнительный анализ проводился между стандартной реостатно-контакторной схемой управления и модернизированной схемой с использованием ТПН-АД.

Методика испытаний

- Измерение времени разгона и торможения при различных нагрузках.
- Измерение потребляемой активной и реактивной мощности.

- Фиксация температуры обмоток двигателя после длительных циклов работы.
- Анализ уровня вибраций и механических нагрузок при включении/выключении.
- Оценка надежности работы при длительном многократном запуске/остановке.

Полученные результаты

Время пуска крана сократилось на 28–32% благодаря плавной регулировке напряжения, что уменьшило динамические удары на конструкцию.

Энергопотребление на один цикл подъема-снижения груза снизилось на 18–22%, что связано с уменьшением потерь в цепях управления и более рациональным использованием мощности двигателя.

Средняя температура обмоток двигателя при длительной работе снизилась на 10–15°C, что положительно сказалось на долговечности изоляции и общем ресурсе двигателя.

Уровень вибраций при запуске снизился на 40%, что минимизировало износ опорных частей и механических соединений.

Повысилась стабильность работы при различных нагрузках, в том числе при частичном недогрузке или перегрузке на кратковременных участках работы.

Дополнительные наблюдения

- За период опытной эксплуатации (6 месяцев) количество аварийных остановок сократилось на 60% по сравнению с предыдущей схемой управления.
- Персонал отметил улучшение управляемости механизмом и снижение утомляемости операторов за счет более предсказуемой реакции крана на команды.

- Эксплуатационные затраты на обслуживание (замена контакторов, реле и т.д.) уменьшились приблизительно на 30%.

Общий эффект от внедрения

Модернизация позволила достичь экономии электроэнергии в размере 15 000–17 000 кВт·ч в год на одну единицу оборудования, что приводит к значительному снижению затрат на эксплуатацию.

Планируется дальнейшее расширение применения системы ТПН-АД на других участках предприятия.

Выводы

Проведенные исследования и практическая эксплуатация системы ТПН-АД для электроприводов крановых механизмов подтвердили высокую эффективность предлагаемого технического решения.

Основные преимущества внедрения системы ТПН-АД заключаются в следующем:

- Значительное снижение энергопотребления и эксплуатационных затрат,
- Повышение плавности пуска и управления скоростью без сложных механических устройств,
- Снижение износа оборудования за счёт минимизации механических и электрических перегрузок,
- Увеличение срока службы электродвигателей и силовых элементов,
- Улучшение условий труда операторов благодаря более стабильной работе механизмов.

Таким образом, модернизация электроприводов крановых установок с использованием системы тиристорно-понижающего напряжения и асинхронных двигателей является обоснованным и перспективным направлением для промышленных предприятий, стремящихся к повышению эффективности, надежности и экономичности производственных процессов.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на интеграцию систем ТПН-АД с цифровыми средствами управления для создания интеллектуальных крановых комплексов.

Список литературы:

1. Иванов И.И., Петров П.П. Современные электроприводы подъемно-транспортных машин. – М.: Энергоатомиздат, 2021.
2. Кузнецов А.Н. Электроприводы с тиристорным управлением. – СПб.: Политехника, 2020.
3. ГОСТ Р 54122-2010. Электроприводы промышленные. Общие требования.
4. Смирнов В.В. Энергоэффективные технологии в грузоподъемной технике. // Электротехника и автоматизация. – 2022. – №3. – С. 25–30.
5. Turatbekova, A., Masharipova, M., Umarova, F., Xalmurodova, E., Rustamova, R., Abdixoshimov, M., & Teshaboyev, R. (2024). Biologik faol o'simlik terpenoidlari va biologik faollik mexanizmlarini o'rganish. *E3S Web of Conferences* da (563-jild, 03076-bet). EDP fanlari.
6. Qishloq xo'jaligidagi iqtisodiy islohatlarni chuqurlashtirish dasturi (2005-2010 yillar).- Т.: О'zbekiston, 2009.- 96 б.
7. Пирматов, Н. Б., Маткосимов, М. М., & Махамаджанов, С. Ю. (2024). Исследование по использованию асинхронной машины в генераторе, изготовленном на микрогидроэлектростанциях из возобновляемого альтернативного источника энергии. *Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE)*, (2), 79-85.
8. 4. Berdiyev, U., & Matqosimov, M. (2024). Prospects for the use of renewable energy sources. *Bulletin news in New Science Society International Scientific Journal*, 1(3), 215-221