

МЕХАТРОННЫЙ УЗЕЛ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАЖИМА ТРОСА ДЛЯ ПОДЪЕМНОГО УСТРОЙСТВА

Студент группы 10309121 Клыбик Д.Р.

Научный руководитель: старший преподаватель Миргородский С.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Цель исследования

Современные подъемные устройства предъявляют повышенные требования к надежности, безопасности и автоматизации операций. Одной из ключевых задач является обеспечение стабильного зажима троса при его натяжении и отпуске без участия оператора, с возможностью дистанционного контроля. Традиционные механические системы зажима не обеспечивают достаточную адаптивность, быстро изнашиваются и требуют регулярного обслуживания.

Целью исследования является разработка мехатронного узла автоматического зажима троса, который обеспечивает автоматическое зажимание и освобождение троса в зависимости от режима работы, обладает повышенной надежностью и долговечностью конструкции, интегрированными средствами сенсорной диагностики состояния узла, а также возможностью дистанционного управления и контроля через электронные системы. Реализация такой системы позволит повысить безопасность эксплуатации подъемных устройств, сократить время технического обслуживания и повысить экономическую эффективность работы оборудования.

Обзор литературы по теме статьи

Мехатронные системы зажима сочетают в себе механические, электронные и программные компоненты, обеспечивая автоматизацию процессов управления тросом в подъемных устройствах. Основными элементами современных систем являются механизмы зажима различных типов, включая клиновые, пружинные и пневматические приводы, электромеханические исполнительные устройства, датчики положения и усилия, а также электронные блоки управления.

Актуальными требованиями к мехатронным узлам зажима являются высокая отказоустойчивость, модульность конструкции, адаптивность к изменяющимся условиям эксплуатации и обеспечение постоянного мониторинга состояния системы.

Проведенный анализ литературы показывает, что наибольшую эффективность демонстрируют узлы, использующие электромеханические приводы с датчиками обратной связи. Такие системы обеспечивают высокую точность управления усилием зажима и позволяют интегрировать механизмы зажима в комплексные системы автоматизированного управления подъемными механизмами.

Конструктивные решения

Разработка мехатронного узла автоматического зажима троса включает в себя несколько ключевых конструктивных решений. В качестве основного механизма зажима используется плунжерная система с клиновым зацеплением, обеспечивающая надежное самоторможение троса при натяжении. Рабочее усилие зажима достигает 15 кН, а для изготовления рабочих поверхностей используется закаленная легированная сталь, обладающая высокой износостойкостью.

Привод зажима реализован на базе электродвигателя постоянного тока мощностью до 100 Вт с редуктором, позволяющим передавать усилие на зажимной механизм с минимальными потерями. Управление положением зажимного механизма осуществляется с помощью оптических датчиков, обеспечивающих высокую точность определения положения элементов. Для контроля натяжения троса используется тензодатчик, а для предотвращения перегрева узла установлен температурный датчик.

Электронный блок управления построен на базе микроконтроллера с поддержкой CAN-шины, что обеспечивает высокую скорость обмена данными и возможность интеграции узла в общую систему управления подъемным устройством. Блок управления выполняет сбор данных с датчиков, принятие решений о зажиме или освобождении троса, а также проведение самодиагностики узла с передачей информации о его состоянии в систему верхнего уровня. Питание исполнительных механизмов и датчиков осуществляется от источника постоянного

тока напряжением 24 В, при этом предусмотрены схемы защиты от перегрузок и перегрева.

Алгоритм работы системы

Функционирование мехатронного узла автоматического зажима троса осуществляется в несколько этапов. После включения питания выполняется инициализация системы и самотестирование датчиков. Далее узел переходит в режим ожидания команды от системы управления подъемным устройством. При поступлении команды на зажим электродвигатель активирует зажимной механизм, датчики фиксируют достижение необходимого усилия зажима и подтверждают его сохранение. При необходимости освобождения троса по команде от управляющей системы электродвигатель ослабляет зажимное усилие, обеспечивая плавное и безопасное высвобождение троса.

На протяжении всей работы узел осуществляет постоянный мониторинг температуры, усилия и положения элементов зажима. В случае обнаружения отклонений от допустимых параметров система автоматически генерирует сигнал тревоги и передает его в основную систему управления. Такой алгоритм работы позволяет обеспечить высокую надежность и безопасность эксплуатации подъемных устройств.

Заключение

Разработка мехатронного узла автоматического зажима троса для подъемного устройства позволяет существенно повысить надежность и безопасность работы подъемных механизмов, а также снизить трудозатраты на обслуживание оборудования. Применение современных технологий мехатроники, использование электромеханических приводов и интеграция сенсорных систем мониторинга обеспечивают высокую адаптивность и отказоустойчивость узла. Разработанный алгоритм управления способствует оптимизации работы узла в различных режимах эксплуатации, обеспечивая необходимый уровень автоматизации и снижения энергопотребления.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка более компактных и легких конструкций, интеграция систем

прогнозирования состояния на основе анализа данных и повышение степени интеллектуализации управления для дальнейшего расширения функциональных возможностей узла.

Литература

1. Основы мехатроники и робототехники / А.И. Сидоров, В.И. Колесников. — Москва: Машиностроение, 2021.
2. Мехатронные системы управления подъёмными механизмами // Журнал "Подъёмная техника", №3, 2023.
3. Электронные узлы безопасности для подъемного оборудования / К.А. Миронов // "Автоматизация и электрификация", 2024.
4. Стандарты проектирования подъемных устройств / ГОСТ Р 55555–2023.
5. Системы контроля натяжения троса для подъемных механизмов [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://rope-control-systems.com/>