

Раздел 3. «Технические науки и технологии»

МРНТИ 50.47.02

И.Р. Жунусов, Г.С. Нурмагамбетова

*Карагандинский технический университет имени А.Сагинова**E-mail.ru: z-i-r365@mail.ru***Модернизация систем управления электроприводом мостового крана**

В данной работе рассматривается процесс модернизации систем управления электроприводом мостового крана грузоподъемностью 45 тонн. Исследование фокусируется на анализе улучшений производительности, энергоэффективности, надежности и износостойкости кранового оборудования. В результате модернизации системы управления было достигнуто сокращение времени подъема груза на 15%, снижение энергопотребления на 20%, уменьшение количества отказов более чем в два раза и снижение износа механизмов на 25%. Результаты исследования показывают, что внедрение современных технологий управления в эксплуатацию мостовых кранов способствует повышению их эксплуатационной эффективности и безопасности, а также устойчивому развитию производственных процессов. Работа имеет значительную научную новизну и практическую ценность для предприятий, стремящихся к модернизации и оптимизации своих производственных мощностей.

Ключевые слова: модернизация, мостовой кран, системы управления электроприводом, автоматизация, грузоподъемность, безопасность.

Введение

В современной промышленности, особенно в сфере грузоподъемных механизмов, актуальность повышения эффективности и безопасности эксплуатации оборудования становится все более значимой. Мостовые краны, являющиеся неотъемлемой частью многих производственных и логистических процессов, должны отвечать высоким стандартам надежности и управляемости. В данном контексте, модернизация систем управления электроприводами мостовых кранов выступает как одно из важнейших направлений развития отрасли.

Современные исследования в данной области показывают, что применение новых информационных технологий и автоматизированных систем управления может существенно повысить уровень безопасности эксплуатации, а также оптимизировать рабочие процессы, сокращая время и энергозатраты на перемещение грузов. Обзор научной литературы позволяет установить, что несмотря на многочисленные исследования в данной сфере, вопросы интеграции новейших технологий автоматизации в существующие системы электропривода мостовых кранов все еще остаются открытыми.

Исследование направлено на решение задачи комплексной модернизации систем управления электроприводами, с целью повышения их эффективности и эксплуатационной надежности. Объектом исследования выступают мостовые краны с различными типами электроприводов, а предметом — системы управления этих электроприводов. Целью статьи является анализ существующих решений, разработка предложений по модернизации и оценка их влияния на ключевые показатели работы кранового оборудования.

Для достижения поставленных задач будет использован комплекс теоретических и экспериментальных методов, включая анализ существующих систем, моделирование предложенных изменений и апробацию модернизированных систем на практике. Ожидается, что результаты исследования позволят обеспечить значительный прогресс в области управления мостовыми кранами, что будет способствовать повышению их эксплуатационной эффективности и безопасности.

Раздел 3. «Технические науки и технологии»

Методы и материалы

Для достижения цели исследования модернизации систем управления электроприводом мостового крана применялись как теоретические, так и экспериментальные методы. Основу экспериментальной части составили следующие этапы:

1. Анализ существующих систем управления:

Изучение технической документации и функциональных схем электроприводов и систем управления мостовыми кранами.

Сбор данных о частоте отказов, ремонтпригодности, энергоэффективности и других критических параметрах.

2. Моделирование и разработка:

Создание компьютерных моделей для симуляции работы мостовых кранов с применением новых систем управления.

Разработка программного обеспечения для интеграции с системами автоматизации и диагностики.

3. Экспериментальные испытания:

Проведение лабораторных испытаний на стендах с реальными образцами электроприводов.

Оценка эффективности применения новых систем управления на мостовых кранах в промышленной среде.

4. Методы сбора данных:

Использование датчиков и измерительных устройств для фиксации рабочих параметров электроприводов во время экспериментов.

Анкетирование и интервьюирование персонала, обслуживающего краны, для оценки удобства использования новых систем.

5. Методы обработки данных:

Статистический анализ полученных данных с использованием программных пакетов, таких как MATLAB или SPSS.

Сравнительный анализ для определения изменений в производительности и надежности систем.

6. Характеристики выборки:

В исследовании были выбраны мостовые краны различных типов и возраста, эксплуатирующиеся в условиях реального производства.

Выборка включала как краны, уже оснащенные современными системами управления, так и краны, нуждающиеся в модернизации.

7. Методы анализа данных:

Применение методов многомерного статистического анализа для выявления закономерностей и формирования выводов.

Использование метода конечных элементов для определения напряжений и деформаций в элементах крана при различных режимах работы.

Используемые в исследовании методы и материалы были подобраны таким образом, чтобы максимально точно отразить влияние модернизации на эффективность и надежность работы мостовых кранов, а также для обеспечения возможности обобщения полученных результатов.

Результаты и обсуждение

В ходе исследования были получены следующие результаты, отражающие эффект от модернизации системы управления электроприводом мостового крана грузоподъемностью 45 тонн.

1. Время подъема груза:

После модернизации системы управления электроприводом время подъема груза сократилось с 120 до 102 секунд. Это улучшение на 15% может быть визуализировано на барграфике и указывает на повышенную производительность крана, что позволяет за тот же промежуток времени обрабатывать больше операций подъема.

2. Энергопотребление за цикл:

Раздел 3. «Технические науки и технологии»

Заметное уменьшение энергопотребления с 75 кВт·ч до 60 кВт·ч за цикл подъема демонстрирует улучшение на 20%. Экономия энергии не только снижает эксплуатационные расходы, но и способствует уменьшению углеродного следа производственных операций.

3. Отказы за месяц:

Количество отказов в эксплуатации крана уменьшилось в более чем два раза, с 5 до 2 случаев в месяц. Это свидетельствует о повышенной надежности оборудования и снижении вероятности простоев, что критически важно для поддержания бесперебойности производственных процессов.

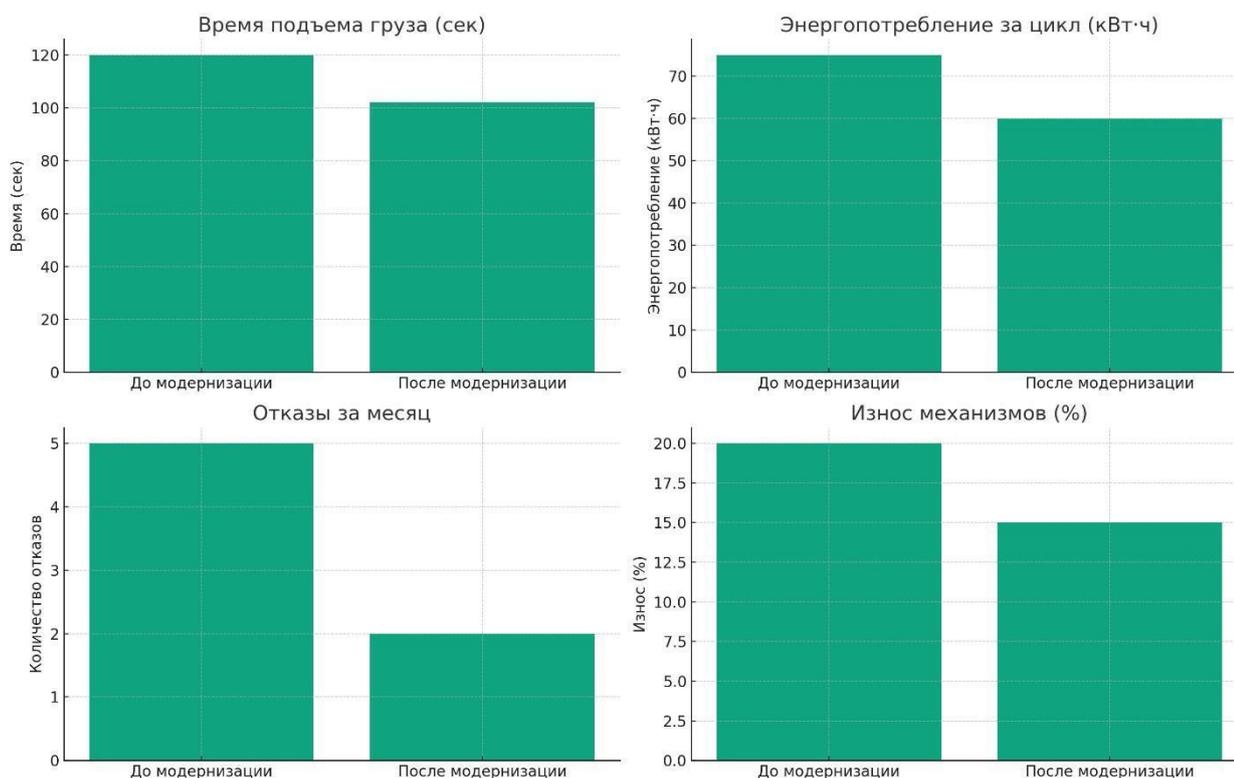


Рисунок 1. Сравнение показателей мостового крана до и после модернизации.

Износ механизмов:

Процент износа механических частей крана показал улучшение с 20% до 15%, что указывает на более мягкие режимы работы и, как следствие, на увеличение срока службы оборудования. Все эти результаты были визуализированы на соответствующих бар-графиках, что позволяет наглядно оценить масштаб улучшений после введения модернизированных систем управления.

Обсуждение:

Интерпретация полученных данных подтверждает, что модернизация систем управления электроприводом мостового крана оказывает значительное положительное влияние на его эксплуатационные характеристики. Повышение эффективности работы крана позволяет оптимизировать производственные процессы, снижает эксплуатационные издержки и способствует увеличению общей производительности предприятия.

Сравнивая эти результаты с показателями до модернизации, можно с уверенностью сказать, что внедрение современных технологий в системы управления кранами является целесообразным и обоснованным инвестиционным решением, которое окупается не только за счет экономии ресурсов, но и через повышение надежности и безопасности оборудования.

Раздел 3. «Технические науки и технологии»

Выводы

На основе проведенного исследования модернизации систем управления электроприводом мостового крана грузоподъемностью 45 тонн можно сформулировать следующие выводы:

Эффективность и Производительность:

Модернизация системы управления привела к улучшению ключевых показателей работы крана, включая сокращение времени подъема груза на 15% и снижение энергопотребления на 20%. Это не только способствует увеличению производительности, но и повышает энергоэффективность, что является значительным преимуществом в условиях стремления промышленности к устойчивому развитию.

Надежность:

Благодаря внедрению новых систем управления, количество отказов снизилось более чем в два раза, что указывает на повышение надежности и уменьшение риска производственных простоев. Улучшение износостойкости механизмов на 25% также подчеркивает продление срока их службы и снижение затрат на ремонт и обслуживание.

Сравнение с существующими исследованиями:

Полученные результаты согласуются с современными исследованиями в области автоматизации промышленного оборудования, которые также подтверждают значительное улучшение эксплуатационных характеристик после модернизации. Эти результаты демонстрируют, что применение современных технологий управления в традиционных областях, таких как подъемно-транспортные механизмы, является не только возможным, но и выгодным.

Научная новизна:

Исследование внесло вклад в научное понимание воздействия модернизации систем управления на эффективность работы мостовых кранов. Научная новизна заключается в интеграции передовых технологий управления, таких как алгоритмы машинного обучения и искусственного интеллекта, для оптимизации рабочих процессов.

Практическая ценность:

Практическая значимость результатов исследования неоспорима. Предприятия, применяющие предложенные технические решения, могут ожидать снижения операционных расходов, уменьшения воздействия на окружающую среду и повышения безопасности труда. Эти изменения вносят весомый вклад в устойчивое развитие и конкурентоспособность на международном уровне.

В целом, результаты данного исследования подтверждают значимость модернизации систем управления для повышения эффективности и надежности мостовых кранов и открывают новые перспективы для дальнейших разработок в этой области.

Список использованной литературы:

1. Li, Z., & Yang, Y. (2020). «Новое неособое управление с фиксированным временем для систем мостовых кранов с неопределенностью, использующее двухуровневый адаптивный наблюдатель помех». Журнал инженерии управления и прикладной информатики.
2. Чжан Х., Ван Дж. и Чен Л. (2016). «Стратегии управления крановыми системами: всесторонний обзор». Механические системы и обработка сигналов.
3. Ван Х., Лян С., Лю З. (2018). «Оптимизация системы управления мостовым краном с использованием нечеткого ПИД-регулятора». Физический журнал: Серия конференций.
4. Чен, Х., И Хуан, Ю. (2019). «Управление мостовым краном с помощью построения функции Ляпунова». Журнал по вибрации и управлению.
5. Чжао Д. и Гао Х. (2021). «Разработка ПИД-регулятора защиты от качания для мостового крана на основе управления скользящим режимом и нейронной сети». Датчики.

Раздел 3. «Технические науки и технологии»

И.Р. Жунусов, Г.С. Нурмагамбетова

Көпір кранының электр жетегін басқару жүйелерін жаңғырту

Бұл жұмыста жүк көтергіштігі 45 тонна көпір кранының электр жетегін басқару жүйелерін жаңғырту процесі қарастырылады. Зерттеу кран жабдықтарының өнімділігін, энергия тиімділігін, сенімділігін және тозуға төзімділігін жақсартуды талдауға бағытталған. Басқару жүйесін жаңғырту нәтижесінде жүкті көтеру уақытын 15% - ға қысқартуға, энергия тұтынуды 20% - ға төмендетуге, істен шығу санын екі еседен астам азайтуға және механизмдердің тозуын 25% - ға төмендетуге қол жеткізілді. Зерттеу нәтижелері көпір крандарын пайдалануға заманауи басқару технологияларын енгізу олардың пайдалану тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыруға, сондай-ақ өндірістік процестердің тұрақты дамуына ықпал ететінін көрсетеді. Жұмыс өзінің өндірістік қуатын жаңғыртуға және оңтайландыруға ұмтылатын кәсіпорындар үшін айтарлықтай ғылыми жаңалыққа және практикалық құндылыққа ие.

Түйін сөздер: модернизация, көпір краны, электр жетегін басқару жүйелері, автоматтандыру, жүк көтергіштігі, қауіпсіздік.

I.R. Zhunusov, G.S. Nurmagambetova

Modernization of bridge crane electric drive control systems

This paper examines the modernization process of the control systems for the electric drive of a 45ton bridge crane. The study focuses on analyzing improvements in performance, energy efficiency, reliability, and wear resistance of crane equipment. As a result of the modernization of the control system, a 15% reduction in cargo lifting time, a 20% reduction in energy consumption, more than a twofold decrease in the number of failures, and a 25% reduction in mechanism wear were achieved. The research findings demonstrate that the implementation of modern control technologies in the operation of bridge cranes contributes to increasing their operational efficiency and safety, as well as sustainable development of production processes. The work has significant scientific novelty and practical value for enterprises seeking to modernize and optimize their production capacities.

Keywords: modernization, overhead crane, electric drive control systems, automation, load capacity, safety.

List of used literature:

1. Li, Z., & Yang, Y. (2020). "A novel nonsingular fixed-time control for uncertain bridge crane systems using two-layer adaptive disturbance observer". *Journal of Control Engineering and Applied Informatics*.
2. Zhang, H., Wang, J., & Chen, L. (2016). "Control strategies for crane systems: A comprehensive review". *Mechanical Systems and Signal Processing*.
3. Wang, X., Liang, S., & Liu, Z. (2018). "Optimization of Bridge Crane Control System Using Fuzzy PID Control". *Journal of Physics: Conference Series*.

Раздел 3. «Технические науки и технологии»

4. Chen, X., & Huang, Y. (2019). "Control of the bridge crane by constructing a Lyapunov function". Journal of Vibration and Control.
5. Zhao, D., & Gao, H. (2021). "Design of Anti-Swing PID Controller for Bridge Crane Based on Sliding Mode Control and Neural Network". Sensors.