

УДК 621.873:621.3-52

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВУХТЕЛЕЖЕЧНЫМ МОСТОВЫМ КРАНОМ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ДЛИНОМЕРНЫХ ГРУЗОВ

Адамов Евгений Иванович¹, кандидат технических наук, доцент кафедры ПТМ и МР
e-mail: studvgu.sp@gmail.com

Царьков Валерий Вячеславович¹, магистрант
e-mail: valeritsarkov@yandex.com

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Актуальность выбранной темы исследования определяется необходимостью совершенствования процесса перемещения длинномерных грузов с использованием мостовых кранов, оснащённых двумя тележками. Особое значение имеет повышение точности установки таких грузов в заданной точке, а также внедрение системы управления, способной автоматически устранять перекосы длинномерных объектов в процессе транспортировки.

Ключевые слова: оснащённых двумя тележками, точность позиционирования груза, устранение перекоса груза, точное позиционирование и синхронное перемещение груза.

DEVELOPMENT OF PRINCIPLES FOR DESIGNING A CONTROL SYSTEM FOR A DOUBLE-TROLLEY OVERHEAD CRANE FOR TRANSPORTING LONG LOADS

Evgeny I. Adamov¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Lifting and Transport Machines and Mechanical Engineering

e-mail: studvgu.sp@gmail.com

Valery V. Tsarkov¹, Master's Degree student

e-mail: valeritsarkov@yandex.com

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The relevance of the chosen research topic is determined by the need to improve the process of transporting long loads using overhead cranes equipped with two trolleys. Of particular importance is increasing the accuracy of placing such loads at a specified point, as well as implementing a control system capable of automatically eliminating misalignment of long objects during transportation.

Keywords: double-trolley cranes, load positioning accuracy, load misalignment elimination, precise positioning and synchronized movement of the load.

1. Введение

На сегодняшний день на большинстве предприятий, независимо от их профиля, используется широкий спектр подъёмно-транспортного оборудования, среди которого значительную долю составляют мостовые краны общего назначения. В то же время в ряде отраслей, таких как металлургия, машиностроение и атомная энергетика, применяются специализированные краны, включая мостовые краны с двумя тележками.

Выбор темы обусловлен актуальностью повышения эффективности и безопасности перемещения крупногабаритных и длинномерных грузов на современных промышленных предприятиях, где широко применяются двухтележечные мостовые краны. Несмотря на их широкое использование, такие краны чаще всего обеспечивают невысокую точность позиционирования, что становится критичным при необходимости точной установки заготовок, например, в обрабатывающие центры без дополнительной оснастки.

2. Принцип работы мостовых кранов, оснащённых двумя тележками

Двухтележечные мостовые краны относятся к специализированным подъёмно-транспортным машинам мостового типа, оснащённых двумя тележками, и предназначены для выполнения перегрузочных, монтажных и транспортных операций с крупногабаритными, тяжёлыми и длинномерными грузами. Их применение особенно актуально в случаях, когда использование кранов с одной тележкой невозможно или неэффективно. Такие краны широко используются в машиностроении, судостроении, металлургии и на складских комплексах [1].

Работа мостового крана, оснащённого двумя тележками, основана на согласованном функционировании механизмов подъёма и перемещения, обеспечивающих синхронное перемещение груза. Груз захватывается двумя тележками, расположенными на одной пролётной балке, после чего осуществляется его подъём и транспортировка в заданную точку.

Ключевым условием является равномерное распределение нагрузки между тележками. При нарушении этого условия возникает перекося, поэтому система управления должна обеспечивать устранение перекося груза за счёт регулирования скоростей подъёмных механизмов каждой тележки.

В процессе перемещения особое внимание уделяется достижению высокой точности позиционирования груза. Это достигается за счёт координации приводов, плавного регулирования движения и постоянного контроля положения груза.

Таким образом, принцип работы крана заключается в обеспечении точного позиционирования и синхронного перемещения груза с одновременной компенсацией возможных отклонений и перекося в процессе транспортировки.

3. Основные проблемы и противоречия

Основные проблемы двухтележечных мостовых кранов обусловлены противоречием между требованиями к эффективности, точности и безопасности и техническими возможностями их реализации. Так, необходимость высокой точности позиционирования груза ограничивается возможностями ручного управления, а требование синхронного перемещения груза двумя тележками усложняется реализацией точной координации их работы и необходимостью устранения перекося груза.

Стремление к повышению производительности сопровождается ростом рисков и требует усиления мер безопасности, тогда как усложнение системы управления вступает в противоречие с требованиями её надёжности и простоты эксплуатации. Необходимость автоматизации процессов снижает влияние человеческого фактора, однако приводит к увеличению стоимости оборудования и его обслуживания.



Кроме того, значительные и неравномерные нагрузки на конструкцию крана вызывают повышенные напряжения и деформации, что противоречит требованиям долговечности и надёжности. В целом, эффективная работа кранов, оснащённых двумя тележками, требует комплексного решения, обеспечивающего точное позиционирование и синхронное перемещение груза при сохранении безопасности и экономической целесообразности.

4. Патентный обзор и анализ существующих решений

В настоящее время разработаны различные системы управления, обеспечивающие совместную работу нескольких грузоподъёмных механизмов в тандемном режиме. Одним из таких решений является патент RU2565748C1, в котором реализовано управление двумя и более кранами с помощью общего пульта и объединённой шины связи.

Система включает несколько кранов с индивидуальными приводами подъёма и перемещения, объединённых в общую информационно-управляющую сеть. Управление может осуществляться как в одиночном, так и в групповом режиме. Переключение режимов выполняется через пульт управления, при этом в активном состоянии находится только одно управляющее устройство, а остальные отключаются [1].

Несмотря на возможность синхронной работы, существующие решения имеют ряд недостатков. К ним относятся повышенная сложность переключения режимов, отсутствие полноценной непрерывной обратной связи в некоторых режимах, а также риск возникновения опасных ситуаций при рассинхронизации работы подъёмных механизмов. При работе с длинномерными грузами это может приводить к перекосу и снижению точности позиционирования.

Дополнительно в известных системах (включая патенты Германии DE3147158C1, DE9115537U1, патентная заявка DE102006040782 A1 и европейский EP1380533B1) применяется управление через общую шину и датчики контроля положения груза, однако они не всегда обеспечивают непрерывное и точное синхронное перемещение груза без вмешательства оператора.

Таким образом, анализ существующих решений показывает, что, несмотря на развитие систем тандемного управления, остаются нерешёнными задачи повышения надёжности, безопасности и точности позиционирования груза, а также эффективного устранения перекоса груза в процессе совместной работы нескольких подъёмных механизмов.

5. Преимущества и недостатки

Описанная система управления двумя и более грузоподъёмными машинами, как и любая другая система, имеет свои преимущества и недостатки.

К преимуществам можно отнести беспроводное управление машинами с помощью одного пульта управления, а также возможность достаточно просто менять режимы управления с индивидуального на групповой и обратно. Также данный способ управления предусматривает управление не менее чем двумя грузоподъёмными машинами [2].

Из недостатков стоит упомянуть отсутствие контроля над положением груза в пространстве во время его перемещения. В патенте Германии DE3147158C1, сказано, что в случае перекоса опережающий привод останавливают, а отстающим доводят груз до нужного положения. Доводка происходит вручную, с помощью оператора.

В результате можно заключить, что разработка системы согласования приводов двух тележек или двух кранов с самостоятельным регулированием положения длинномерного груза является перспективным направлением работы.

6. Цели будущего исследования

В связи с изложенным можно сформулировать следующие цели:

1. Разработать системы управления приводами механизма подъёма двухтележного мостового крана, которые обеспечивали бы точное позиционирование и синхронное перемещение груза в вертикальной плоскости вместо его назначения, а также самостоятельное устранение перекосов груза;

2. Создать систему управления двухтележным мостовым краном, учитывающую погрешности, возникающие вследствие деформации металлоконструкции в зависимости от положения тележек на пролётных балках, а также растяжения грузовых канатов, и обеспечивающую компенсацию этих факторов с целью повышения точности и стабильности перемещения длинномерного груза.

Список литературы:

1. Грузоподъёмные машины: Учебник для вузов по специальности «Подъёмно-транспортные машины и оборудование»/М.П. Александров, Л.Н. Колобов, Н.А. Лобов и др.: - М.:Машиностроение, 1986 – 400с., ил.

2. Подъёмно-транспортные машины: атлас конструкций: учебное пособие для вузов / М. П. Александров, Д. М. Решетов, Б. А. Байков. - Москва: Машиностроение, 1987.

3. Специальные краны: Учебное пособие для машиностроительных вузов по специальности «Подъёмно-транспортные машины и оборудование» / П.З. Петухов, Г.П. Ксюнин, Л.Г. Серлин – М.: Машиностроение, 1985. – 248 с., ил.

4. Справочник по кранам в 2 т. Т.1./Характеристики материалов и нагрузок. Основы расчёта кранов, их приводов и металлических конструкций/В.И. Брауде, М.М. Гохберг, И.Е. Звягин и др.; Под общ. ред. М.М. Гохберга. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд.-ное, 1988. – 536 с. ил.

5. Курсовое проектирование грузоподъёмных машин: Учеб. Пособие для студентов машиностр. спец. вузов. / С.А. Казак, В.Е. Дусье, Е.С. Кузнецов и др.: Под ред. С.А. Казака. –М.: Высш. шк. 1989.-19с.: ил.

